

NOMBRE DEL TRABAJO

**TIG_Hernandez_Contreras_Luis_completo
_09-05-2023.pdf**

AUTOR

Luis Hernandez

RECUENTO DE PALABRAS

11649 Words

RECUENTO DE CARACTERES

64035 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

49 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.1MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 21, 2024 3:21 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 21, 2024 3:22 PM GMT-5**● 4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE Y PARADA SEGURA DE LA UNIDAD COMPRESORA DE DOS ETAPAS S C-4- 251-7-004

Autor: LUÍS ALFREDO HERNÁNDEZ CONTRERAS Código: 23552029605

³ *Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.
Programa Académico: Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial
Universidad Antonio Nariño
Sede Cúcuta
e-mail institucional autor: luhernandez91@uan.edu.co*

*Director: CIRO ANTONIO CARVAJAL LABASTIDA
Ingeniero Mecánico M. Sc.
e-mail institucional del director: ciro.carvajal@uan.edu.co*

RESUMEN:

El objetivo principal de este proyecto de grado es realizar el desarrollo de un procedimiento para la operación de arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004, instalada en la planta de gas de Ecopetrol y denominada Sardinata Sur, situada en el municipio de Tibú, en el departamento de Norte de Santander. Una de las premisas de la empresa es garantizar el buen funcionamiento, operación y confiabilidad del equipo, protegiendo la integridad de las personas y los equipos sin llegar a afectar la normal operación de la estación Sardinata Sur y así lograr mantener la producción de gas natural.

La operación segura en condiciones generales se debe aplicar durante el arranque y parada del equipo garantizando las condiciones de seguridad del personal, el equipo y el medio ambiente.

El desarrollo del procedimiento de operación está compuesto por múltiples módulos que incluyan toda la información detallada de

manera que el operador pueda aprender de forma independiente y recibir capacitación con el apoyo de un capacitador adecuado para guiar y evaluar su desempeño en la operación de arranque y parada en forma segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004.

PALABRAS CLAVE: Procedimiento, planta, operación, arranque, parada.

ABSTRACT:

The main objective of this degree project is to develop a procedure for the safe start-up and stop operation of the two-stage compressor unit S C-4-251-7-004, installed at the Ecopetrol gas plant and called Sardinata Sur, located in the municipality of Tibú, in the department of Norte de Santander. One of the company's facilities is to guarantee the proper functioning, operation, and reliability of the equipment, protecting the integrity of people and equipment without affecting the normal operation of the Sardinata Sur station and thus maintaining natural gas production.

The safe operation in general conditions must be applied during the startup and shutdown of the equipment, guaranteeing the safety conditions of the personnel, the equipment and the environment.

The development of the operation procedure is made up of multiple modules that include all the detailed information so that the operator can learn independently and receive training with the support of a suitable trainer to guide and evaluate their performance in the start-stop operation. safely from the two-stage compressor unit S C-4-251-7-004.

KEY WORDS: Procedure, plant, operation, startup, shutdown.

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004 es un equipo esencial en procesos industriales que requieren aire comprimido para su funcionamiento. El arranque y parada de esta unidad compresora puede ser una tarea peligrosa si no se realiza de manera adecuada, ya que puede causar daños en el equipo, lesiones en el personal y posibles riesgos para el medio ambiente.

Es por esta razón, que es crucial establecer un procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004. Este proyecto tiene como objetivo principal establecer un conjunto de procedimientos seguros y eficientes para el arranque y parada de esta unidad compresora, minimizando los riesgos asociados con estos procesos y garantizando la seguridad del personal involucrado en ellos.

Para lograr este objetivo, se identificaron los posibles riesgos asociados con el proceso de arranque y parada de la unidad compresora, se evaluaron las consecuencias y la probabilidad de estos riesgos, definieron medidas de control adecuadas y se elaboró un procedimiento detallado para el arranque y parada segura de la unidad compresora.

Finalmente, se llevaron a cabo pruebas y

simulaciones para verificar la efectividad del procedimiento y se seguirán realizando evaluaciones periódicas para asegurar su efectividad continua y hacer mejoras si es necesario.

A. ANTECEDENTES

Se realizó una consulta bibliográfica sobre el trabajo de grado que se adelanta, no se encontraron títulos idénticos; pero en términos generales, existen muchos proyectos relacionados con la seguridad de equipos y procesos en la industria de la compresión y otros campos. Los procedimientos de arranque y parada segura son de gran importancia en cualquier proceso industrial, ya que la falta de atención a estos procesos puede llevar a accidentes graves.

A nivel internacional

Hay varias normas y regulaciones internacionales que se ocupan de la seguridad en la industria, como las Normas ISO, las Directivas de la Unión Europea, las Normas OSHA, que es la agencia encargada de la seguridad y salud laboral en los Estados Unidos. Estas normas y regulaciones a menudo incluyen pautas para el diseño y la operación segura de equipos y procesos, incluyendo procedimientos de arranque y parada segura.

A nivel nacional y local

En Colombia, existen leyes y regulaciones que establecen estándares para la seguridad industrial y laboral.

En particular, la Ley 9 de 1979 establece el marco general con el objetivo de evitar accidentes laborales y enfermedades ocupacionales en Colombia.

En el ámbito de la compresión y otros campos industriales, existen normas técnicas colombianas (NTC) que establecen pautas para el diseño y la operación segura de equipos y procesos. Además, la Agencia Nacional de Seguridad Industrial (ANSI) es

responsable de supervisar y regular la seguridad industrial en Colombia, incluyendo la evaluación y aprobación de procedimientos de arranque y parada segura para equipos y procesos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El arranque y parada de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004 puede ser un proceso peligroso si no se realiza adecuadamente. Estos procesos pueden causar daños en el equipo, lesiones en el personal y posibles riesgos para el medio ambiente. La ausencia de un procedimiento adecuado para el arranque y parada de la unidad compresora puede dar lugar a situaciones de riesgo, como el inicio del proceso de compresión con válvulas cerradas o la parada del equipo sin purgar el aire comprimido almacenado en la tubería, lo cual puede ocasionar daños al equipo y comprometer la seguridad del personal.

Además, es posible que el personal que realiza el arranque y parada de la unidad compresora no tenga la capacitación o entrenamiento adecuado para realizar estas tareas de manera segura y eficiente, lo que aumenta el riesgo de accidentes y daños en el equipo.

La falta de un procedimiento adecuado para el arranque y parada de esta unidad compresora puede tener consecuencias graves, por tanto, resulta fundamental abordar esta cuestión de manera proactiva y garantizar que se establezca un procedimiento seguro y eficiente para realizar estas tareas.

A. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A partir de la problemática presentada, surge la cuestión ¿Es necesario contar con un procedimiento para arrancar y parar de manera segura la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004?

III. JUSTIFICACIÓN

La justificación de establecer un procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004 se basa en la importancia de asegurar la seguridad del equipo y la integridad del personal. La falta de un procedimiento adecuado para realizar estos procesos puede tener consecuencias graves, como lesiones en el personal, daños en el equipo y riesgos para el medio ambiente.

Al establecer un procedimiento seguro y eficiente para el arranque y parada de la unidad compresora, se pueden minimizar o eliminar los riesgos asociados con estos procesos y garantizar que se realicen de manera adecuada y segura. Además, un procedimiento estandarizado y bien documentado puede incrementar el rendimiento y la productividad de la operación, ya que el personal tendrá una guía clara para realizar estas tareas.

También es importante destacar que establecer un procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004 puede ayudar a cumplir con los requisitos de seguridad y regulaciones ambientales, esto puede elevar la reputación y credibilidad de la compañía en el mercado.

En resumen, la justificación para establecer un procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004 se basa en la necesidad de garantizar la seguridad del personal, la integridad del equipo, mejorar la eficiencia y la productividad de la operación y cumplir con los requisitos de seguridad y regulaciones ambientales.

La realización de este proyecto también permite al estudiante proponente cumplir con los requisitos necesarios para obtener el título de Tecnólogo en Mantenimiento Electromecánico Industrial.

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4251-7-004 instalada en la planta de gas de Ecopetrol, situada en el municipio de Tibú Norte de Santander.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar los procesos de arranque y parada de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004.

Consultar los manuales técnicos del equipo e información del equipo existente en la planta.

Formular el procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004 instalada en la planta de gas de Ecopetrol, situada en el municipio de Tibú Norte de Santander.

V. ALCANCE Y LIMITACIONES

A. ALCANCE

El alcance del presente proyecto es establecer un procedimiento seguro y eficiente para el arranque y parada de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004, que incluya medidas de control adecuadas para minimizar o eliminar los riesgos asociados con estos procesos y garantizar la seguridad del personal, la integridad del equipo y la protección del medio ambiente.

B. LIMITACIONES

El desarrollo del trabajo de grado se limitó únicamente en el proceso de arranque y parada de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004. El proyecto no cubrirá otros aspectos de la operación de la unidad compresora, como el mantenimiento preventivo o la resolución de fallas.

El trabajo de grado se desarrolló en Tibú

(Norte de Santander) planta de gas Sardinata, en un lapso de cuatro (4) meses y se enmarca en la formación del programa de Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial.

VI. MARCO TEÓRICO

A. Unidades compresoras de varias etapas con motor a gas

Las unidades compresoras de dos o tres etapas con motor a gas son ampliamente utilizadas en la industria petrolera para comprimir gas natural y otros gases relacionados con la producción de petróleo y gas. Estas unidades son especialmente útiles en aplicaciones de procesamiento de gas natural, como la separación del gas y la eliminación de impurezas, y en la inyección de gas para la recuperación mejorada de petróleo.

Figura 1. Compresor Ariel tres etapas



Fuente: <https://es.arielcorp.com/compressors/compressor-landing-page.html>.

La mayoría de las unidades compresoras de dos o tres etapas con motor a gas utilizan motores de combustión interna para impulsar los compresores de gas. Estos motores pueden funcionar con gas natural u otros gases combustibles como el propano o el biogás. Los motores de gas natural son más comunes debido a la disponibilidad del combustible y a que son más eficientes que los motores Diesel.

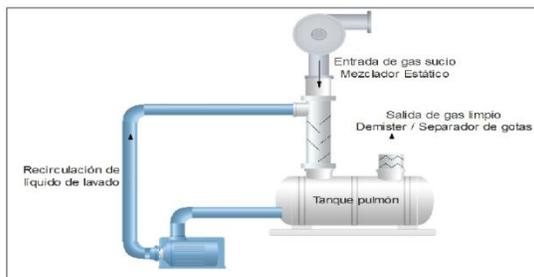
Las unidades compresoras de dos o tres etapas con motor a gas se diseñan y fabrican para cumplir con los requisitos específicos de la industria petrolera, y se construyen con

materiales resistentes y duraderos para soportar las condiciones de trabajo adversas. Además, se requiere que estas unidades cumplan con los estándares de seguridad y medio ambiente establecidos por la industria y las autoridades reguladoras correspondientes.

B. El Scrubber

El Scrubber es un dispositivo utilizado en la industria para eliminar contaminantes de los gases de escape producidos por procesos de combustión, como la quema de combustibles fósiles. También se le conoce como lavador de gases o sistema de depuración de gases.

Figura 2. Sistema Scrubber



Fuente: <https://www.caperva.com/caperva-sulzer-scrubber-en-equicorriente/>.

El proceso de eliminación de contaminantes se logra haciendo pasar los gases de escape a través del Scrubber, que contiene un líquido (generalmente agua) que absorbe y neutraliza los contaminantes. Dependiendo del tipo de contaminante que se esté eliminando, el líquido puede estar compuesto por diferentes agentes químicos que reaccionan con los gases de escape.

Los Scrubbers son utilizados en una variedad de aplicaciones industriales, incluyendo la industria petroquímica, la generación de energía eléctrica, la producción de acero y la minería. La eliminación de los contaminantes es importante para reducir los efectos negativos en el medio ambiente y mejorar la calidad del aire.

C. Proceso de parada y arranque seguro de un sistema de compresión de tres etapas

El arranque y parada segura de un sistema de compresión de tres etapas se basa en varios principios teóricos y prácticos. A continuación, se enumeran los elementos claves del marco teórico para lograr un arranque y parada segura de estas unidades:

Sistema de control: Un sistema de control es un conjunto de dispositivos que se utilizan para operar y controlar el sistema de compresor de tres etapas. El sistema de control está diseñado para asegurar que el compresor se inicie y pare de manera segura.

Procedimientos de arranque y parada: Los procedimientos de arranque y parada son esenciales para asegurar que el compresor se inicie y se detenga de manera segura. Estos procedimientos deben seguirse estrictamente para evitar daños en el equipo o lesiones personales en los operadores.

Monitoreo y diagnóstico: El monitoreo y diagnóstico del sistema es importante para detectar cualquier problema potencial y tomar medidas preventivas antes de que ocurra un fallo. Los sensores de presión, temperatura y vibración se pueden usar para monitorear el rendimiento del compresor.

Protección de sobrecarga: La protección de sobrecarga es un dispositivo de seguridad que se utiliza para proteger el compresor de sobrecargas eléctricas y mecánicas. Estos dispositivos se activan automáticamente cuando se detecta una sobrecarga y detienen el compresor para evitar daños.

Lubricación adecuada: La lubricación adecuada del compresor es esencial para reducir el desgaste y prolongar la vida útil del equipo. El aceite debe cambiarse regularmente y los niveles de aceite deben ser monitoreados de manera constante.

Mantenimiento regular: El mantenimiento regular del compresor es esencial para asegurar su rendimiento y prolongar su vida.

útil. Esto incluye la limpieza, el reemplazo de piezas desgastadas y el ajuste de componentes clave.

VII. METODOLOGIA

Se utilizó una metodología de desarrollo para llevar a cabo el proyecto y lograr los objetivos establecidos previamente y basados en el marco teórico. Esto implicó recopilar y analizar la información a través de actividades específicas propuestas en cada etapa del proceso. La metodología de desarrollo del proyecto consta de tres etapas que corresponden a cada uno de los objetivos específicos propuestos, donde se desarrollaron una serie de actividades para alcanzar su cumplimiento y de esta forma lograr el objetivo general.

Etapas 1. Analizar los procesos de arranque y parada de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004.

Se realizaron las siguientes acciones con el fin de lograr este objetivo:

Identificar los riesgos asociados con el arranque y parada de la unidad compresora, tales como fallas en el equipo, exposición a sustancias peligrosas, lesiones personales y afectación del medio ambiente.

Revisar los procedimientos existentes para el arranque y parada de unidades compresoras de dos etapas en la industria y en la empresa.

Etapas 2. Consultar los manuales técnicos del equipo e información del equipo existente en la planta.

Se realizaron las siguientes acciones con el fin de lograr este objetivo:

Realizar un estudio de los manuales técnicos del equipo e identificar los procesos críticos del equipo y determinar los requisitos de arranque y parada segura según recomendaciones del fabricante.

Identificar y evaluar los riesgos potenciales

en el proceso de arranque y parada del equipo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Etapas 3. Formular el procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004

Se realizaron las siguientes acciones con el fin de lograr este objetivo:

Implementar el nuevo procedimiento en la operación diaria de arranque y parada de la unidad compresora, basado en la identificación de los riesgos y en las mejores prácticas de la industria.

Incluir en el desarrollo del proceso los pasos necesarios para minimizar o eliminar los riesgos identificados y documentarlos de manera clara y concisa.

VIII. RESULTADOS OBTENIDOS

Etapas 1. Analizar los procesos de arranque y parada de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004.

Identificación de los riesgos asociados con el arranque y parada de la unidad compresora.

Se inició con la identificación de los riesgos asociados con el arranque y parada de la unidad compresora, tales como fallas en el equipo, exposición a sustancias peligrosas, lesiones personales y afectación del medio ambiente.

Valoración RAM-M. La valoración RAM-M es una técnica importante utilizada en la ingeniería para evaluar la fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y masa de un sistema o equipo. Esta técnica ayuda a los ingenieros a identificar áreas de mejora y a tomar decisiones informadas sobre el diseño, el mantenimiento y la gestión del sistema o equipo. En la empresa existe esta matriz y se realizó su análisis con la siguiente valoración de riesgo para la actividad descrita como:

Arranque, parada segura y operación de la

unidad compresora de dos etapas de la estación Sardinata Sur: en el documento analizado se clasifica como Medio (P4B =M), contemplando el riesgo potencial al momento de ejecutar la tarea, como se puede observar en la figura del Anexo A.

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad. De acuerdo con el análisis realizado se determinó que durante el arranque de la máquina compresora de la estación Sardinata Sur, se pueden presentar los siguientes peligros, riesgos y controles relacionados en la tabla 1, se relacionan los peligros y sus respectivos riesgos; en la formulación del procedimiento se muestra en la tabla 1 los controles que se deben activar para cada peligro y su respectivo riesgo.

Tabla 1. Peligros y riesgos

| PELIGROS | RIESGOS |
|----------------------------|--|
| Químicos | Quemaduras, dermatitis de contacto. |
| Auditivos | Lesiones auditivas |
| Ergonómicos | Caídas a nivel o de suelo, lesiones óseas o musculares. |
| Biológicos | Picaduras, mordeduras, adquisición de enfermedades endémicas |
| Trabajo seguro en alturas. | Actividades por encima de 1,5 metros. |

Fuente: Autor del proyecto

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales. La valoración de los aspectos, impactos y controles ambientales en un sistema de compresores a gas de dos etapas es importante para identificar los posibles impactos ambientales y definir los controles necesarios para minimizarlos.

A continuación se describen los conceptos claves que se tomaron en cuenta para la valoración:

Identificación de los aspectos ambientales: Se debe identificar los aspectos ambientales

relevantes del sistema de compresores a gas de dos etapas, teniendo en cuenta los procesos involucrados y los productos generados.

Evaluación de los impactos ambientales: Se debe evaluar los posibles impactos ambientales de los aspectos ambientales identificados y determinar la magnitud y la probabilidad de que estos impactos ocurran.

Identificación de los controles ambientales: Se deben identificar los controles ambientales necesarios para minimizar los impactos ambientales. Estos controles deben ser factibles, efectivos y económicamente viables.

Implementación de los controles ambientales: Los controles ambientales identificados deben ser implementados y monitoreados de manera continua para garantizar que se estén cumpliendo los objetivos ambientales.

En la tabla 2 se describen los aspectos e impactos ambientales y en el documento procedimiento Anexo A, tabla 2 se muestran los controles que se determinaron para ser activados en cada caso.

Tabla 2. Aspectos y e impactos ambientales

| ASPECTOS | IMPACTOS |
|--|-------------------------|
| Fugas de líquidos (aceite o condensados). | Lesión en personas |
| Emisiones sonoras por encima del umbral de tolerancia humana | Lesión en personas |
| Emisiones de radiación térmica. | Lesión en personas |
| Emisiones fuera de los controles de NOx. | Contaminación del aire |
| Pérdida de contención de aceite y/o condensados | Contaminación de suelos |
| Explosiones | Contaminación ambiental |

Fuente: Autor del proyecto

Procedimientos existentes para arranque y

parada de unidades compresoras de dos etapas en la industria y en la empresa.

El manual del fabricante existente describe técnicas de operación básicas que pueden ayudar a los operadores a adquirir las habilidades y técnicas necesarias para operar el motor Caterpillar G3500 de manera más eficiente y rentable. A medida que los operadores adquieren conocimientos sobre el motor y sus capacidades, pueden desarrollar habilidades y técnicas para operarlo de manera más efectiva. La sección de operación es una herramienta de referencia útil para los operadores, ya que incluye fotografías e ilustraciones que los guían a través de los procedimientos de inspección, arranque, operación y parada del motor. Además, esta sección también proporciona información sobre el diagnóstico electrónico del motor.

Se revisaron procedimientos existentes para el arranque y parada de unidades compresoras de dos etapas en la industria y en la empresa. Se encontró uno que cumple con los requerimientos del fabricante y se describe a continuación.

Proceso de arranque del motor Caterpillar G3500 es el siguiente:

- Verificar que el interruptor principal de circuito esté apagado y que la llave del motor esté en la posición de "OFF".
- Comprobar el nivel de aceite y el nivel de refrigerante en el motor y asegurarse de que estén dentro del rango adecuado.
- Ajustar la palanca de control de velocidad del motor en la posición de ralentí y abrir completamente la válvula de combustible.
- Encender el interruptor principal de circuito y esperar unos segundos para que los indicadores de aceite y presión del refrigerante se estabilicen.

- Girar la llave del motor a la posición de "START" y mantenerla allí hasta que el motor arranque.
- Ajustar la velocidad del motor a la velocidad deseada utilizando la palanca de control de velocidad.

Proceso de parada del motor Caterpillar G3500 es el siguiente:

- Reducir la velocidad del motor a ralentí durante unos minutos para permitir que el motor se enfríe.
- Ajustar la palanca de control de velocidad del motor en la posición de "STOP".
- Girar la llave del motor a la posición de "OFF".
- Apagar el interruptor principal de circuito.
- Esperar a que el motor se detenga completamente antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento o reparación.

Etapla 2. Consultar los manuales técnicos del equipo e información del equipo existente en la planta.

Se realizaron las siguientes acciones con el fin de lograr este objetivo:

Se llevó a cabo un estudio de los manuales técnicos del equipo para identificar los procesos críticos en el arranque de la unidad y determinar los requisitos de arranque y parada segura según recomendaciones del fabricante; también se realizaron reuniones con el personal de sala de control, instrumentación, mantenimiento, personal de SST y se les planteó el proyecto para mejorar la documentación de este proceso. En la tabla 3 se pueden observar las características técnicas del motor.

Tabla 3. Características técnicas del motor

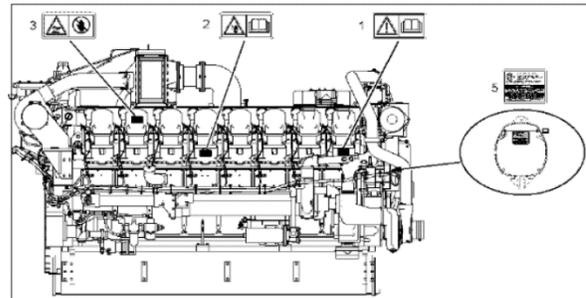
| Especificaciones del Motor G3516 | |
|----------------------------------|---|
| Velocidad (RPM) nominal | 1.000 a 1.800 |
| Cilindros y configuración | 16 cilindros en V de 65 grados |
| Calibre | 170 mm (6,7 pulg) |
| Carrera | 190 mm (7,5 pulg) |
| Cilindrada | 69 L (4.210 pulg ³) |
| Relación de compresión | 8:1 |
| | 9:1 |
| Aspiración | De aspiración natural |
| | Con turbocompresión y posenfriamiento Posenfriamiento de circuito separado |
| Rotación (extremo del volante) | La rotación hacia la izquierda es estándar. |
| | La rotación hacia la derecha es optativa. |

Fuente Manual del Motor Caterpillar.

Sistemas de seguridad. En el motor Caterpillar G3500, se pueden encontrar varios mensajes de seguridad específicos, cuya ubicación aproximada y descripción son de suma importancia. Por lo cual es vital que el operador se familiarice con el contenido de todos los mensajes de seguridad y se aseguren de que sean legibles. Si no se pueden leer las palabras o las ilustraciones no son visibles, es necesario limpiar o reemplazar los mensajes de seguridad.

Se recomienda utilizar un trapo, agua y jabón para limpiarlos y evitar el uso de disolventes, gasolina u otros productos químicos abrasivos que puedan despegar el adhesivo que sujeta los mensajes de seguridad.

Figura 3. Avisos de seguridad del motor Caterpillar G3500



Fuente: Manual Caterpillar G3500.

Figura 4. Avisos de seguridad



Fuente Manual del Caterpillar GS3500.

Mensaje 1: Mensaje universal. Este mensaje de seguridad está ubicado en la base de la tapa de la primera válvula en cada lado del motor. No opere ni trabaje en este motor o grupo electrógeno a menos que haya leído y entienda las instrucciones y advertencias en los Manuales de Operación y Mantenimiento.

Mensaje 2: Descarga Eléctrica. Este mensaje de seguridad está ubicado en la base de la tapa de la cuarta válvula, en ambos lados de Motor 3516; este mensaje de seguridad está ubicado en la base de la tapa de la sexta válvula.

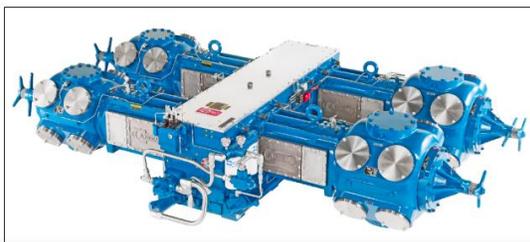
¡ADVERTENCIA! Peligro de descarga eléctrica/electrocución! Lea y comprenda las instrucciones y advertencias contenidas en el Manual de Operación y Mantenimiento. Si no sigue las instrucciones o no tiene en cuenta las advertencias, puede causar accidentes graves o mortales.

Mensaje 3: Superficie caliente. Está en ambos lados del Motor 3508, este mensaje de seguridad está ubicado en la tapa de la tercera válvula. En ambos lados de Motor 3512; este mensaje de seguridad está ubicado en la tapa de la quinta válvula. En ambos lados de Motor 3516, este mensaje de seguridad está ubicado en la tapa de la séptima válvula.

Mensaje 4: Asociación de normas canadienses. Este mensaje de seguridad puede estar ubicado en el módulo de interfaz del motor, o en un panel de control que está montado en una ubicación remota. No desconecte el equipo hasta que no se haya desconectado la corriente eléctrica o se haya asegurado de que la zona no presenta ningún peligro. Riesgo de explosión: La sustitución de componentes podría anular el cumplimiento de la norma Clase 1, División 2.

Compresor ARIEL JGE 4-2 Stage. Este tipo de compresores de velocidad media separables y reciprocantes se han diseñado especialmente para proyectos de servicio continuo en la industria del petróleo y del gas. Debido a su capacidad para trabajar con una amplia variedad de cilindros, son modelos estándar y se utilizan en la industria para aplicaciones especializadas. El compresor JGT de Ariel ha sido el modelo principal en la gama de tamaño medio durante varias décadas utilizados en las plantas de gas natural.

Figura 5. ARIEL JGE 4-2 Stage



Fuente: Manual ARIEL JGE 4-2 Stage

Principio de funcionamiento. El funcionamiento de este tipo de compresor se basa en la aspiración del aire a través de un filtro, que pasa por una válvula reguladora de

caudal y llega al tornillo, donde se comprime junto con el aceite. La mezcla de aire/aceite resultante se separa por gravedad y mecánicamente en un depósito, donde el aceite se enfría, filtra y se inyecta de nuevo en el tornillo. El aceite tiene varias funciones, como la refrigeración, lubricación y estanqueidad. El aire se purifica aún más a través de un filtro separador de aceite y se enfría en otro intercambiador de calor antes de salir para su uso. El compresor cuenta con un sistema de seguridad que indica posibles anomalías y una sonda termostática que controla la temperatura de la mezcla aire/aceite. Además, el motor de combustión a gas tiene varios sistemas de protección térmica, lubricación que detiene la máquina si es necesario. El mismo compresor viene con un sistema de control electrónico para la lubricación.

Lazos de control. El sistema en general, es decir los dos bloques ya unidos: el motor G3500 y el compresor Ariel JGE 4-2 Stage, se controlan por medio de varios lazos de control que están descritos en la tabla 10 del Anexo A; en cada uno de los bloques se monitorean y controlan las diferentes variables que interviene en la operación de la unidad en general.

Documentos consultados:

Manual Caterpillar:

Engine Parts Manual G3508LE
Systems Operation Testing and Adjusting
G3500 Operation and Maintenance Manual
G3500 SEBU8099-03
Planos Asbuilt Paquetizador Enerflex.

Manual Ariel:

Ariel Parts Manual JGE 4-2 Stage
Maintenance and Repair Manual.

Instructivo de Instalación y operación de la Estación de Filtrado duplex

Filtration system Inc.

Fichas Técnicas:

Hoja de seguridad de Gas Natural
Hoja de Seguridad de pegasus 805

Hoja de seguridad Antiespuma.

Los manuales de los compresores Ariel y Motores Caterpillar se solicitaron a la Batería Sardinata Sur; una copia escrita de la información que está en la carpeta correspondiente de Tecnología de la Batería.

En el siguiente enlace se consultó información adicional para operación y mantenimiento de los compresores Ariel. <http://es.arielcorp.com/Productos/>

En el siguiente enlace se consultó información adicional para Operación y mantenimiento de los Motores Caterpillar. https://www.cat.com/es_MX/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines.html.

Etapas 3. Formular el procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004

Se realizaron las siguientes acciones con el fin de lograr este objetivo:

Se realizó la elaboración del documento para el procedimiento de la operación diaria de arranque y parada segura de la unidad compresora, basado en la identificación de los riesgos y utilizando premisas de las mejores prácticas de la existentes en la planta y la industria.

Se incluyó en el desarrollo del proceso los pasos necesarios para minimizar o eliminar los riesgos identificados y se documentaron de manera clara y concisa.

En el Anexo A, procedimiento de arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004, se implementó el procedimiento completo siguiendo el principio teórico práctico enunciado en el marco teórico:

Monitoreo y diagnóstico

- Protección de sobrecarga
- Lubricación adecuada
- Normas de SST
- Normas ambientales.

Se hace referencia en el documento elaborado (Ver Anexo A) de toda la información del sistema de salud y seguridad en el trabajo, lo mismo que las normativas de protección del medio ambiente, garantizando de esta forma que el procedimiento de la operación segura y eficiente de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004, cumpla con todos los estándares de seguridad.

Documento final obtenido: Ver Anexo A. Procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004.

Figura 6. Anexo A.



Fuente Autor del proyecto

Finalmente se realizó una socialización con el personal de sala de control, mantenimiento, operación y supervisión, como se puede observar en la figura 7.

Figura 7. Socialización del documento obtenido



Fuente: Autor del proyecto.

IX. CONCLUSIONES

El diseño y elaboración de este documento logra el desarrollo de un procedimiento detallado y exhaustivo para la operación segura de arranque y parada de la unidad compresora de dos etapas S C-4-251-7-004 en la planta de gas de Ecopetrol, ubicada en el municipio de Tibú, departamento Norte de Santander.

Se alcanza el objetivo principal de este proyecto que es garantizar el buen funcionamiento y confiabilidad del equipo, al mismo tiempo que se protege la integridad de las personas y los equipos, evitando afectar al medio ambiente y entregando la normal operación de la estación con producción de gas natural.

X. RECOMENDACIONES

Implementar el procedimiento de operación desarrollado en este proyecto de grado en la planta de gas Sardinata de Ecopetrol para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento del equipo, la seguridad del personal y la protección del medio ambiente.

Realizar una revisión periódica del procedimiento de operación y actualizarlo si es necesario para garantizar su efectividad y adecuación a las condiciones actuales de la planta de gas.

Proporcionar capacitación y entrenamiento adecuados a los operadores que utilizarán el procedimiento de operación desarrollado en este proyecto.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG (2018). Resolución 030 del 2018.

C.A.T. Disponible en: https://www.cat.com/es_MX/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines.html

Instituto Colombiano de Normas Técnicas Certificación. (2016). Guía para el manejo seguro de compresores de aire",

Manuales técnicos de la Empresa Ecopetrol Planta de Gas Sardinata Tibu Norte de Santander.

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2018). Seguridad en equipos de alta presión.

Norma Técnica Colombiana de gas natural (GN), y los gases licuados del petróleo (GLP). NTC2505.

Universidad Nacional de Colombia. (2015). Recomendaciones para el manejo de compresores de aire

XII. TABLA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Compresor Ariel tres etapas | 4 |
| Figura 2. Sistema Scrubber | 5 |
| Figura 3. Avisos de seguridad del motor Caterpillar G3500 | 9 |
| Figura 4. Avisos de seguridad | 9 |
| Figura 5. ARIEL JGE 4-2 Stage | 10 |
| Figura 6. Anexo A | 11 |
| Figura 7. Socialización del documento obtenido | 12 |

ANEXOS

ANEXO A. Procedimiento para el arranque y parada segura de la unidad compresora de dos etapas S-C4-251-7-004

| | | |
|---|--|-------------------------|
|  | PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE Y PARADA SEGURA DE LA UNIDAD COMPRESORA DE DOS ETAPAS S C-4-251-7-004 | |
| | PROGRAMA DE OPERACIÓN Versión 1 | Elaborado 04/28/2023 |

*PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE Y PARADA
SEGURA DE LA UNIDAD COMPRESORA DE DOS ETAPAS
SC-4-251-7-004*



Autor: LUÍS ALFREDO HERNÁNDEZ CONTRERAS Código: 23552029605

*Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Programa Académico: Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial
Universidad Antonio Nariño
Sede Cúcuta
e-mail institucional autor: luhernandez91@uan.edu.co*

*Director: CIRO ANTONIO CARVAJAL LABASTIDA
Ingeniero Mecánico M. Sc.
e-mail institucional del director: ciro.carvajal@uan.edu.co*

PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE Y PARADA SEGURA DE LA UNIDAD COMPRESORA DE DOS ETAPAS SC-4-251-7-004



Autor: LUÍS ALFREDO HERNÁNDEZ CONTRERAS Código: 23552029605

³ *Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.*

Programa Académico: Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial

Universidad Antonio Nariño

Sede Cúcuta

e-mail institucional autor: luhernandez91@uan.edu.co

Director: CIRO ANTONIO CARVAJAL LABASTIDA

Ingeniero Mecánico M. Sc.

e-mail institucional del director: ciro.carvajal@uan.edu.co

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|------|---|----|
| 1. | OBJETIVO..... | 3 |
| 2. | CONDICIONES GENERALES..... | 3 |
| 2.1 | Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo..... | 3 |
| 2.2 | Valoración RAM -H..... | 3 |
| 2.3 | Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad..... | 4 |
| 2.4 | Aspectos, Impactos y Controles Ambientales..... | 5 |
| 2.5 | Referencia..... | 6 |
| 2.6 | Equipo Personal de Protección..... | 7 |
| 2.7 | Recursos Materiales..... | 7 |
| 2.8 | Herramientas mínima para el operador..... | 7 |
| 2.9 | Datos de Diseño..... | 8 |
| 2.10 | Sistemas de Protección Externos..... | 9 |
| 2.11 | Sistemas de Protección Internos..... | 10 |
| 2.12 | Lazos de Control..... | 11 |
| 2.13 | Rango de Aplicación..... | 12 |
| 2.14 | Guías de Control y Ventanas Operativas..... | 12 |
| 2.15 | Ubicación de compresor..... | 16 |
| 2.16 | Descripción de Equipos y Sistemas Conectados..... | 19 |
| 2.17 | Descripción Básica del Sistema..... | 19 |
| 2.18 | Requisitos o Precondiciones antes del arranque..... | 20 |
| 3. | DESARROLLO..... | 25 |
| | PLAN 1 Procedimiento puesta en línea de la unidad compresora..... | 25 |
| | PLAN 2 puesta en marcha de la unidad G3516B LB..... | 27 |
| | PLAN 3 sacar unidad de servicio Unidad G-316B-LB..... | 30 |
| 4. | CONTINGENCIA..... | 33 |
| 4.1 | Análisis de Fallas en el desarrollo del proceso..... | 33 |

1. OBJETIVO

Conocer el procedimiento adecuado de arranque, parada y operación de la unidad compresora de dos etapas SC-4-251-7-004 de la estación Sur de campo, garantizando el buen funcionamiento, operación y confiabilidad del equipo, protegiendo así la integridad de las personas y los equipos sin llegar a afectar la normal operación de la estación Sardinata Sur.

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este procedimiento será implementado cada vez que sea necesario arrancar la máquina de compresora de dos etapas SC-4-251-7-004 de la estación Sardinata Sur, siempre y cuando estén garantizadas las condiciones mínimas de operación y de seguridad en los requisitos preoperacionales.
- Este documento se debe revisar y/o actualizar cada dos años de acuerdo con la valoración de riesgo, clasificada como Medio (M) o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo justifican. El documento se debe revisar el 04//2025.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada doce (12) meses, la primera debe hacerse el 04/28/2024.

2.2 Valoración RAM -H

La valoración de riesgo para la actividad descrita en el presente documento se clasifica como Medio(P4B =M), contemplando el riesgo potencial al momento de ejecutar la tarea.

| Consecuencias de no ejecutar la inversión | | | | | Probabilidad | | | |
|---|--|--------------------------|---|---|-----------------------------|---|--|--|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Personas | Pérdida Económica (activos y/o producción) | Ambiental | Imagen de la empresa | | Ha ocurrido en la Industria | Ha ocurrido en la Empresa | Sucede varias veces al año en la Empresa | Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento |
| Una o más fatalidades | > \$ 10M USD | Contaminación Mayor | Internacional | 4 | H | H | VH | VH |
| Incapacidad permanente (parcial o total) | \$ 1M a \$ 10M USD | Contaminación Importante | Nacional con rechazo de un grupo de interés | 3 | M | M  | H | VH |
| Incapacidad temporal (>1 día) | \$ 100k a \$ 1M USD | Contaminación Localizada | Nacional sin rechazo de un grupo de interés | 2 | L | M | M | H |
| Lesión menor (sin incapacidad / primarios auxilios) | <\$ 100k USD | Efecto menor / leve | Local | 1 | L | L | L | L |

2.3 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Durante el arranque de la máquina compresora de la estación Sardinata Sur, se pueden presentar los siguientes peligros, riesgos y controles relacionados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Peligros, Riesgos y Controles de seguridad

| PELIGROS | RIESGOS | CONTROLES |
|------------|--|---|
| Químico | Quemaduras, dermatitis de contacto | Preventivo: <ul style="list-style-type: none"> Usar elementos de protección personal Identificar fichas de seguridad del producto y manejo de éste. Reactivo: <ul style="list-style-type: none"> Atender la quemadura siguiendo la recomendación de la hoja de seguridad del producto. Notificar al supervisor y a la Cruz Roja para que le brinden primeros auxilios |
| Auditivo | Lesiones auditivas | <ul style="list-style-type: none"> Utilizar doble protección auditiva En las áreas donde haya ruido se debe exigir el uso de doble protección auditiva. |
| Locativo | Caídas a nivel de suelo, lesiones óseas o musculares. | Preventivo: <ul style="list-style-type: none"> Aplicar metodología de observación de las 6 antes de acceder al área para realizar el trabajo. Identificar el recorrido a realizar y las acciones que se van a ejecutar Reactivo: <ul style="list-style-type: none"> Notificar al supervisor y a la ambulancia |
| Ergonómico | Lesiones óseas o musculares, lesiones tejido nervioso | Preventivo: <ul style="list-style-type: none"> Adoptar posiciones correctas para la manipulación de válvulas y equipos. Realizar pausas activas Reactivo: <ul style="list-style-type: none"> Notificar al supervisor y a la ambulancia |
| Biológicos | Picaduras, mordeduras, adquisición de enfermedades endémicas | Preventivo: <ul style="list-style-type: none"> Identificar vectores de animales del área Emplear repelente Reactivo: <ul style="list-style-type: none"> Notificar al supervisor y a la ambulancia |

| | | |
|--------------------|---------------------------------------|--|
| Trabajo en alturas | Actividades por encima de 1,5 metros. | <p>Preventivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar al mínimo actividades que requieran hacer trabajo en alturas. Ingresar mínimo dos personas para el desarrollo de estas actividades. Hacer uso de los visores de nivel, para estimar las actividades de nivelación mínimas necesarias a realizar en alturas. <p>Reactivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> En caso de cualquier tipo de incidente por mínimo que sea deberá ser reportado al supervisor del área para llevar las estadísticas del caso y garantizar la mitigación de los mismos. |
|--------------------|---------------------------------------|--|

2.4 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 2. Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

| ASPECTO | IMPACTO | CONTROLES |
|--|--------------------------|--|
| Fugas de líquidos (aceite ó condensados) | Lesión en personas | <ul style="list-style-type: none"> Uso obligatorio de EPPS (Casco-Gafas-Botas y guantes). |
| Emisiones sonoras por encima del umbral de tolerancia humana | Lesión en personas | <ul style="list-style-type: none"> Utilización de protección auditiva Verificación de las condiciones de insonorización |
| Emisiones de radiación térmica. | Lesión en personas | <ul style="list-style-type: none"> Uso de overall. |
| Emisiones fuera de los controles de NOx. | Contaminación del aire | <ul style="list-style-type: none"> Monitoreo de la calidad de emisiones del compresor. Monitoreo de atmosferas previo al ingreso de personal |
| Explosiones | Contaminación ambiental. | <ul style="list-style-type: none"> Mantenimientos preventivos, correctivos y mayores de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del equipo. |

2.5 Referencias Documentales

- **Manual Caterpillar:**

Engine Parts Manual G3508LE
Systems Operation Testing and Adjusting G3500 Operation and
Maintenance Manual G3500 SEBU8099-03 Planos Asbuilt
Paquetizador Enerflex

- **Manual Ariel:**

Ariel Parts Manual JGJ 4-2 Stage
Maintenance and Repair Manual

- **Fichas Técnicas:**

Hoja de seguridad de Gas Natural Hoja de
Seguridad de pegasus 805 Hoja de seguridad
Antiespuma

- **Planos P&D compresor 2 etapas**

E001673-01-111 As Built Rev 1
E001673-01-112 As Built Rev 1
E001673-01-113 As Built Rev 1
E001673-01-114 As Built Rev 1
E001673-01-115 As Built Rev 1
E001673-01-116 As Built Rev 1

Los Manuales de los compresores Ariel y Motores Caterpillar se entregaron a la Batería Sardinata Sur en copia escrita y la información en magnético está en la carpeta correspondiente de Tecnología de la Batería.

En el siguiente link puede encontrar información adicional para operación y mantenimiento de los compresores Ariel.
<http://es.arielcorp.com/Productos/>

En el siguiente link puede encontrar información adicional para operación y mantenimiento de los Motores Caterpillar.
https://www.cat.com/es_MX/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines.html

2.6 Equipo Personal de Protección

Los elementos de protección personal y la dotación a entregar a los trabajadores están descritos en el Procedimiento para Selección, Uso y Mantenimiento de Elementos de Protección Personal ECP-DHS-P-038; para la actividad descrita el personal operativo (de operaciones y mantenimiento) participante debe usar obligatoriamente calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir con traje tipo Nomex, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protectores auditivos, detector de atmósferas. Solo se autoriza el uso de ropa 100% de algodón en los casos en que el personal visitante no realice labores intrusivas en los equipos y en la operación.

- Casco de seguridad, Clase E Tipo 1, que cumpla con norma ANSI Z 87.1
- Gafas de seguridad (normal ANSI Z-87.1)
- Botas de seguridad con refuerzo en la punta contra golpes NTC 2396 - 2257 ANSI Z 41
- Protectores auditivos tipo copa NTC 2272 ANSI Z 3.19 DE 1974, Protectores auditivos tipo tapón desechables NTC 2272 ANSI Z 3.19 DE 1974
- Protección contra partículas y aerosoles libres de aceite: OSHA 29 CFR1910, CSA. Z94. 4-93, NIOSH N95, OSHA 29 CFR 1910.134, Protector contra partículas tóxicas: OSHA 29 CFR1910, CSA. Z94. 4-93, NIOSH P95, Protector contra vapores orgánicos: NIOSH 42CFR84, NIOSH P100.
- Guantes de vaqueta para trabajos en frío; Guantes de precisión.
- Camisa: manga larga en algodón u otro material resistente, cuya densidad de área sea igual o superior a 8 Oz/yd²
- Pantalón: de jean color azul índigo, cuya densidad de área sea igual o superior a 12 Oz/yd².
- Traje ignífugo.

2.7 Recursos Materiales

Los materiales requeridos para el arranque del Motor compresor son:

- Línea de Gas combustible presurizada entre (30-40 psig)
- Nivel adecuado de Refrigerante para el sistema de enfriamiento (Tanque de expansión)
- Línea de Aire industrial para arranque de compresores presurizada a (120 psig min)
- Nivel adecuado de Aceite lubricante Móvil Pegasus 805
- Extintores con surfactante de hidrocarburo (Espuma Contra incendios)

2.8 Herramienta mínima para el Operador

La siguiente es un listado mínimo de herramienta que requerirá el operador para realizar sus rutinas de Inspecciones preoperacionales:

- Juego de llaves mixtas de 3/8 a 1 1/4"
- Juego de copas cuadrante 1/2 de 3/8" a 1 1/4"
- Llave expansiva de 8" - 10" - 12"
- Llave para tubo de 8" - 12" - 18"

- Juego de destornilladores de pala
- Juego de destornilladores de estrella
- Alicata
- Hombre solo
- Porra de bronce de 2 libras
- Martillo de bola de 1/2 - 1 libra
- Pirómetro

2.9 Datos de Diseño

Compresor Reciprocante de Dos Etapas C-4-251-7-004 Estación Sardinata Sur

Tabla 3. Datos de Diseño del Motor

| MOTOR | MARCA | RANGO | BHP | RPM | % CARGA |
|------------|-------------|--------|-----|------|---------|
| G-3508B LE | CATERPILLAR | NORMAL | 690 | 1400 | 100% |
| | | MINIMO | 345 | 900 | 50% |

Tabla 4. Datos de diseño del compresor

| COMPRESOR RECIPROCANTE | MARCA | COMPRESION NOMINAL | VELOCIDAD MIN (RPM) | VELOCIDAD MAX (RPM) | POTENCIA HP |
|------------------------|-------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| JGJ/4-2 | ARIEL | 4,0 MMSCFD | 900 | 1800 | 620 |

Tabla 5. Datos de diseño del Scrubber

| TAG | EQUIPO | ETAPA | PRESION DISEÑO | TEMPERATURA DISEÑO | VOLUMEN |
|-------|------------------|-------|----------------|--------------------|----------|
| MBF-1 | SCRUBBER SUCCIÓN | 1 | 215 PSI | 200 °F | 10.7 Ft3 |
| MBL-1 | BOTELLA SUCCIÓN | 1 | 215 PSI | 200 °F | 10.7 Ft3 |
| MBL-2 | BOTELLA DESCARGA | 1 | 215 PSI | 350 °F | 8.5 Ft3 |
| MBF-2 | SCRUBBER SUCCIÓN | 2 | 215 PSI | 200 °F | 13 Ft3 |
| MBL-3 | BOTELLA SUCCIÓN | 2 | 215 PSI | 200 °F | 5 Ft3 |
| MBL-4 | BOTELLA DESCARGA | 2 | 635 PSI | 350 °F | 6 Ft3 |

2.10 Sistemas de Protección - Externos

El funcionamiento del Compresor cuenta con una alarma visual (Baliza), alarma auditiva (corneta) ubicados encima del tablero de control y un pulsador shutdown para ser utilizado en caso de emergencia ubicado en el área del FWKO de la Batería con fácil acceso para el operador de turno.

Figura 1. Alarma y pulsador Shutdown del compresor



Con respecto a posibles conflagraciones, la Batería cuenta con un sistema contra incendios y de manera local se tiene instalado un extintor tipo bombona de 150Lb para cada compresor:

Figura 2. Extintor tipo bombona



2.11 Sistemas de protección - internos

Toda la instrumentación implementada en el compresor debe permitir medir y controlar las siguientes señales:

- Medición de presión, nivel y control de nivel condensado del gas en el área del múltiple de entrada y scrubber de succión.
- Medición de velocidad (Rpm)
- Medición de vibraciones con sensores que al presentar fallas, son impeditivos del funcionamiento ubicados en motor, compresor y aeroenfriador.
- Medición de presión, nivel y control de nivel condensado del gas en el área del scrubber de succión de gas de la 2da etapa.
- Medición de presión y temperatura en la descarga de los cilindros compresores de gas.
- Medición de flujo, presión, temperatura, nivel y control de nivel sistema de aceite lubricante del compresor.
- Medición de flujo, presión, temperatura, nivel y control de nivel sistema de aceite lubricante motor.
- Medición de presión, presión diferencial, nivel y regulación de presión del sistema de alimentación del gas combustible del motor.
- Sistema de corte electrónico con ciclo de purga del motor.
- Válvulas de alivio de explosión del cárter.
- Válvula de corte de gas.

Para lo cual el conjunto motor-compresor cuenta con un tablero donde en un sistema de supervisión relaciona las siguientes alarmas de protección:

Tabla 6. Alarmas de protección conjunto Motor-Compresor

| | | | | |
|---|--|------|---|------------|
| 10/57 | APAGADO (VER ABAJO EN LA LISTA) | 70 | ALTA VELOCIDAD | ANUNCIADOR |
| 00 | RESET / TEMPORIZADOR ACTIVO | 71 | PERDIDA DE RPM | |
| 01 | OPERACIÓN NORMAL | 72 | BAJA VELOCIDAD | INDICE |
| 90 | PRUEBA | 80 | BATERIA OK | |
| 60 | DETENER | 89 | POTENCIA OK | MODO 2 |
| B1 10 | BAJA PRESION DE SUCCION - 1a ETAPA | A 34 | | |
| B1 11 | BAJA PRESION DE DESCARGA - 1a ETAPA | A 35 | | |
| B1 12 | BAJA PRESION DE DESCARGA - 2a ETAPA | A 36 | | |
| B1 13 | | A 37 | FALLA EN PANTALLA ALTRONIC - DSM | |
| B1 14 | | A 40 | | |
| B1 15 | | A 41 | ALTO NIVEL SCRUBBER 1a ETAPA - MBF1 | |
| B1 16 | | A 42 | ALTO NIVEL SCRUBBER 2a ETAPA - MBF2 | |
| B1 17 | | A 43 | | |
| B1 20 | BAJO FLUJO LUBRICACION LADO LB - | A 44 | | |
| B1 21 | COMPRESOR BAJO FLUJO LUBRICACION LADO RB - COMPRESOR | A 45 | ALTO NIVEL EN SCRUBBER GAS COMBUSTIBLE | |
| B1 22 | | A 46 | BAJO NIVEL DE ACEITE EN MOTOR | |
| B1 23 | | A 47 | BAJO NIVEL DE ACEITE EN COMPRESOR | |
| B2 24 | | A 50 | BAJO NIVEL REFRIGERANTE EN BLOQUE MOTOR | |
| B2 25 | BAJA PRESION DE ACEITE EN COMPRESOR | A 51 | BAJO NIVEL REFRIGERNATE EN ENFRIADOR AUXILIAR | |
| B2 26 | MOTOR CATERPILAR APAGADO | A 52 | | |
| B2 27 | | A 53 | | |
| A 30 | ALTA PRESION DE SUCCION - 1a ETAPA | A 54 | VIBRACION EN MOTOR | |
| A 31 | ALTA PRESION DE DESCARGA - 1a ETAPA | A 55 | VIBRACION EN COMPRESOR | |
| A 32 | ALTA PRESION DE DESCARGA - 2a ETAPA | A 56 | VIBRACION VENTILADOR DEL AEROENFRIADOR | |
| A 33 | | A 57 | PARADA DE EMERGENCIA | |
| CLASS: A = ARMADO, Bx = TIEMPO FUERA, C = ARMADO DESPUES DE LIMPIAR | | | | |

El sistema paquetizado cuenta con protección al aumento excesivo de presión mediante válvulas PSV, una válvula en la primera etapa y una válvula en la segunda etapa.

Tabla 7. Información de válvulas PSV

| TAG | UBICACIÓN | DIMENSIÓN | SET DE DISPARO |
|----------|-----------|-------------------|----------------|
| PSV 1102 | ETAPA 1 | 2"x150# - 3"x150# | 150 PSI |
| PSV 1103 | ETAPA 2 | 2"x300# -2"x150# | 635 PSI |

2.12 Lazos de Control

Tabla 8. Lazos de control de entrada

| LAZO DE CONTROL ENTRADA | ELEMENTO | VARIABLE MEDIDA | RANGO / SET | UBICACION |
|--|-----------|-------------------------|-------------|-------------------------------------|
| SUCCIÓN DE GAS DE ESTACIÓN SARDINATA (4 MMSCFD, 90 °F, 23-28 psig) | PI 1101 | PRESIÓN | 0-60 PSI | SCRUBBER MBF-1 |
| | TI 1101 | TEMPERATURA | 0-250°F | |
| | PSHH 1101 | ALTA PRESIÓN | 35 PSI | |
| | PSLL 1101 | BAJA PRESIÓN | 15 PSI | |
| | LSH 1101 | NIVEL ALTO | N/A | |
| AIRE COMPRIMIDO PARA ARRANQUE (1208 y 1914 SCFM, 120 psig) | PI | PRESIÓN | 0-300 PSI | ACUMULADOR AIRE |
| ACEITE LUBRICANTE (Bomba de pre- lubricación) | PCV 1301 | PRESIÓN AIRE REGULADA | @ 80 PSI | LINEA - TUBING AIRE INSTRUMENTACIÓN |
| | TCV 1301 | TEMPERATURA ACEITE | 170° F | VALVULA 3 VIAS LUBRICACIÓN |
| | TE 1302 | TEMPERATURA ACEITE | 0 - 190° F | LINEA DE LUBRICACIÓN A COMPRESOR |
| GAS COMBUSTIBLE (109 -117 SCFM, 30-40 psig) | PCV 1503 | PRESIÓN DE GAS REGULADA | @ 150 PSI | LINEA ENTRADA A SCRUBBER MAJ- 1501 |
| | PI 1501 | PRESIÓN | 0-300 PSI | SCRUBBER MAJ- 1501 |
| | LSHH 1501 | NIVEL ALTO | N/A | |
| | PCV 1501 | PRESIÓN DE GAS REGULADA | @ 35 PSI | LINEA SALIDA DE SCRUBBER MAJ- 1501 |
| | PI 1503 | PRESIÓN | 0-100 PSI | |
| | PSV 1502 | PRESIÓN | @ 55 PSI | |

| | | | | |
|--|-----------|----------------|---------|--------------------------------|
| LÍQUIDO REFRIGERANTE (40 – 60 psig, 160-180 °F) | PC 1601 | LIMITA PRESIÓN | @ 7 PSI | TANQUE REFRIGERANTE ABJ - 1601 |
| | LSLL 1601 | NIVEL BAJO | N/A | |

Tabla 9. Lazos de control de salida

| LAZO DE CONTROL SALIDA | ELEMENTO | VARIABLE MEDIDA | RANGO/ SET | UBICACION |
|---|-----------|-----------------|------------|---|
| DESCARGA DE GAS HACÍA PGS (4 MMSCFD, 340-370 Psig, 120 °F) | PI 1104 | PRESIÓN | 0-800 PSI | LÍNEA DE SALIDA BOTELLA DESCAGRGA MBL-4 |
| | PSLL 1104 | BAJA PRESIÓN | @ 250 PSI | |
| | PSHH 1104 | ALTA PRESIÓN | @ 450 PSI | |
| | PSV 1103 | PRESIÓN | @ 635 PSI | |

2.13 Rango de Aplicación

- Arranque de Equipos por restablecimiento de operación
- Paro/arranques programados por mantenimiento
- Arranque por parada de emergencia al activarse alguna de las protecciones

2.14 Guías de Control y Ventanas Operativas

Tabla 10. Guías de control y ventanas operativas

| VARIABLES UNIDAD COMPRESORA ESTACION COMPRESORA SARDINATASUR | | |
|--|-----------------------------|---------------|
| UNIDAD C-4-251-7-004 (MOTOR G-3508B LB CATERPILLAR) | | |
| VARIABLE MONITOREADA | RANGO NORMAL DE LA VARIABLE | |
| | DESDE | HASTA |
| RPM | 950 rpm | 1400 rpm |
| Presión aceite | 50 psi | 80 psi |
| Poder calorífico gas (BTU) | 990 btu | 1070 btu |
| Nivel aceite | Add (operando) | Full (parada) |
| Temp. entrada aceite | 155 °F | 165 °F |

| | | |
|---|------------------------------------|---------|
| Temp. Salida aceite | 175 °F | 185 °F |
| Diferencial de aceite | 0 kpa | 15 kpa |
| Presión de agua | 40 psi | 60 psi |
| Nivel de agua | 70 % TK | 90 % TK |
| Temp. entrada agua | 160 °F | 170 °F |
| Temp. Salida agua | 180 °F | 190 °F |
| Presión gas combustible | 35 psi | 45 psi |
| Porcentaje (%) Carga | 90 (%) | 100 (%) |
| Temp. Gases escape Cil # 1 | 1000 °F | 1380 °F |
| Temp. Gases escape Cil # 2 | 1000 °F | 1380 °F |
| Temp. Gases escape Cil # 3 | 1000 °F | 1380 °F |
| Temp. Gases escape Cil # 4 | 1000 °F | 1380 °F |
| Temp. Gases escape Cil # 5 | 1000 °F | 1380 °F |
| Temp. Gases escape Cil # 6 | 1000 °F | 1380 °F |
| Temp. Gases escape Cil # 7 | 1000 °F | 1380 °F |
| Temp. Gases escape Cil # 8 | 1000 °F | 1380 °F |
| UNIDAD C-4-251-7-004 (COMPRESOR ARIEL JGJ/4-2) | | |
| VARIABLE MONITOREADA | RANGO NORMAL DE LA VARIABLE | |
| Presión aceite | 40 psi | 70 psi |
| Nivel aceite | 70% | 80% |
| Temp. Entrada aceite | 140 °F | 150°F |
| Temp. Salida aceite | 160 °F | 185°F |
| Diferencial de aceite | 0 kpa | 15 kpa |
| Succión 1ra etapa | 22 psi | 26 psi |
| Succión 2da etapa | 90 psi | 120 psi |
| Descarga 1ra etapa | 95 psi | 125 psi |
| Descarga 2da etapa | 340 psi | 380 psi |
| Temp. succión 1er etapa | 80 °F | 100 °F |
| Temp. succión 2da etapa | 100 °F | 120 °F |
| Temp. Descarga Cil. # 1 | 245 °F | 270 °F |
| Temp. Descarga Cil. # 2 | 270 °F | 290 °F |
| Temp. Descarga Cil. # 3 | 245 °F | 270 °F |
| Temp. Descarga Cil. # 4 | 270 °F | 290 °F |

Tabla 11. Límites de control para operación segura de Compresores

| LÍMITES DE CONTROL DE OPERACIÓN SEGURA | | | | | CONSECUENCIAS | | ACCIONES DE CONTROL | |
|--|----------------------|---------|---------|---------|--|---|--|--|
| EQUIPO | Variable del proceso | Normal | Máximo | Mínimo | De operar arriba del límite máximo | De operar por debajo del límite mínimo | Para regresar por debajo del límite máximo | Para regresar por Arriba del Límite mínimo |
| 1. COMPRESOR DE GAS | Presión de Succión | 25 psi | 27 psi | 17 psi | Parada de compresora por corte de alta presión de succión. | Parada de compresora por alta temperatura de los cilindros compresores, caída en la compresión de gas a planta. | Ajustar set point de la válvula de control de succión a máquinas de compresión | Ajustar set point de la válvula de control de succión a máquinas de compresión |
| 2. COMPRESOR DE GAS | Presión de Descarga | 350 psi | 375 psi | 310 psi | Parada de compresora por corte de alta presión de descarga, disparo de válvula de seguridad. | Parada de compresora por alta temperatura de los cilindros compresores. | Verificar que estén totalmente abiertas las válvulas de descarga de la compresora. | Verificar que esté totalmente abierta la válvula de succión de la máquina, verificar que el set point de la válvula de control de succión de las máquinas no esté por debajo del valor normal, en caso de no mejorar la presión de descarga hacer revisar el compresor por parte de mantenimiento. |

| | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|---------------------|--------|--------|--|--|--|--|
| 3. MOTOR DEL COMPRESOR | Presión de Aceite | Entre 45 y 90 psi | 90 psi | 45 psi | Parada de compresora por daño a casquetes, rotura de empaquetadura y Seal O-Ring del sistema. | Parada de compresora por falla en lubricación de componente ocasionando daños severos los mismos | Revisión de bomba de lubricación y del sistema para verificar posibles obstrucciones de líneas de flujo de lubricación. | Revisión de la bomba de lubricación, revisión de casquetes, bujes, y fugas en el sistema de lubricación. |
| 4. MOTOR DEL COMPRESOR | Temperatura del agua | Entre 98°F y 200°F | 200 °F | >98 °F | Parada de compresor por recalentamiento del motor, riesgo de fundición de componentes del motor afectando las propiedades de lubricación del aceite. | Pérdida de eficiencia del motor, mayor consumo de combustible . | Verificación de llenado total del sistema refrigerante (purga de vapores), revisión del sistema de enfriamiento (bomba, tubería, correas del cooler, grados de inclinación de aspas del cooler), revisión de fugas, revisión calidad del líquido refrigerante. | Revisión a sistema refrigerante (grados de inclinación aspas del cooler). Revisar porcentaje de carga según diseño del equipo. |
| 5. MOTOR DEL COMPRESOR | Temperatura del aceite | Entre 140°F y 170°F | 180 °F | 120°F | Degradación del aceite, pérdida de viscosidad, aumento de la fricción de componentes. | Pérdida de potencia del motor. | Revisión del sistema de enfriamiento de aceite, revisión de la presión del aceite. | Revisión a sistema de enfriamiento de aceite. |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------|----------|---------|---|--|--|---|
| 6. MOTOR | Velocidad (RPM) | 1050 RPM | 1450 RPM | 940 RPM | Parada de compresora por daño a componentes internos del motor (violación de tolerancias), paro de máquina por sobre velocidad. | Alta temperatura del motor por caída de presión del sistema de lubricación y enfriamiento. | Ajustar rpm con gobernador, revisión del sistema de gas combustible (alta presión de gas). | Ajustar rpm con gobernador, revisión del sistema de gas combustible (baja presión degas). |
|-----------------|-----------------|----------|----------|---------|---|--|--|---|

2.15 Ubicación de Compresor

Figura 3. Compresor Ariel dos etapas – Batería Sardinata



Figura 4. Ubicación máquinas compresoras C-4-251-7-004 /C-4-251-7-005.

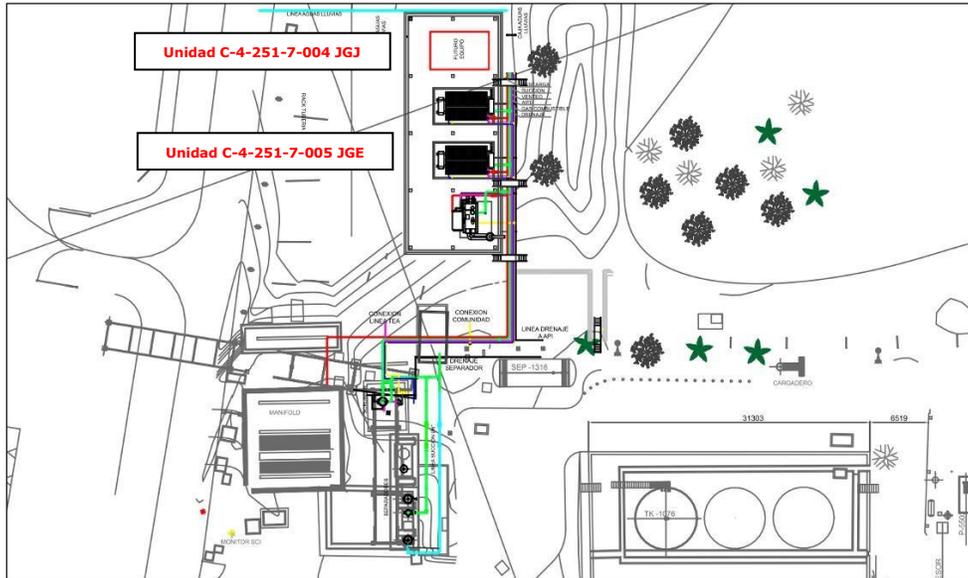


Figura 5. Scrubbers de succión, válvula y colector de succión compresor Dos etapas JGJ 4/2.



Figura 6. Compresor Dos etapas JGJ 4/2, motor Caterpillar G3508B LB, Radiador.



Figura 7. Panel de control Altronic y Adem III Caterpillar



Figura 8. Motor Caterpillar G3508B-LB



2.16 Descripción de Equipos y Sistemas Conectados

- Entrada del gas a la unidad de compresión
- Separación a la entrada del compresor
- Compresión
- Separación salida del compresor
- Sistema gas combustible
- Sistema aire de arranque
- Aceite de lubricación
- Líquido refrigerante
- Líquido condensado
- Sistema venteos

2.17 Descripción Básica del Sistema

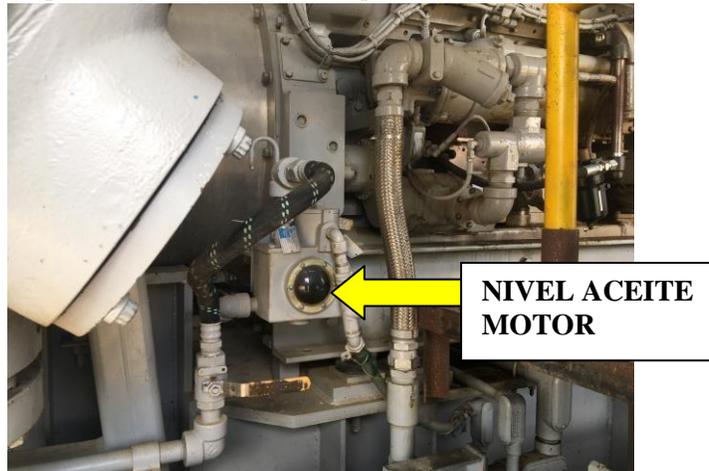
El gas natural procedente de la separación realizada en la Batería Sardinata Sur al crudo de los pozos del campo Sardinata y el gas proveniente de la estación compresora de Tibú, es comprimido por los compresores, pasando de una presión del gas de 23-26 psig a 340-370 psig y es enviado a la Planta de gas Sardinata para realizar su respectivo tratamiento y utilización en la planta. El drenaje de líquidos del compresor Ariel fue conectado al sistema existente de la Batería Sardinata Sur.

El sistema de control de los compresores está diseñado para monitorear continuamente todos los parámetros críticos tanto para la salud el motor como del compresor y cooler. Todas las condiciones de operación del sistema se pueden chequear mediante la inspección de los sensores o interruptores locales o montados en el panel de control. Este panel controla también los sistemas auxiliares de lubricación y enfriamiento del motor y compresor.

2.18 Requisitos o Precondiciones antes del arranque

Antes de iniciar con el arranque del motor asegure que las siguientes actividades se han realizado:

- Verificar y asegurar el cumplimiento al ítem 2.6 de este procedimiento en cuanto a uso de EPP
- Verificar y asegurar que el compresor que se va a arrancar esté disponible, consultar con operaciones y/o mantenimiento.
- Verificar la no presencia de atmosferas explosivas en el área de los compresores
- Verificar y asegurar que el nivel de aceite motor sea el indicado en la mirilla (Agregar si es necesario). El nivel debe estar en "ADD" durante la operación y en "FULL" durante parada



- Verificar y asegurar que el nivel de aceite del compresor sea el indicado en la mirilla indicada. (Agregar si es necesario) Nivel adecuado entre 70% - 80% del visor.



- Verificar y asegurar el nivel de refrigerante del tanque de expansión sea el indicado en el visorindicado. (Agregar si es necesario) El nivel debe estar entre el 70% al 90% del tanque.



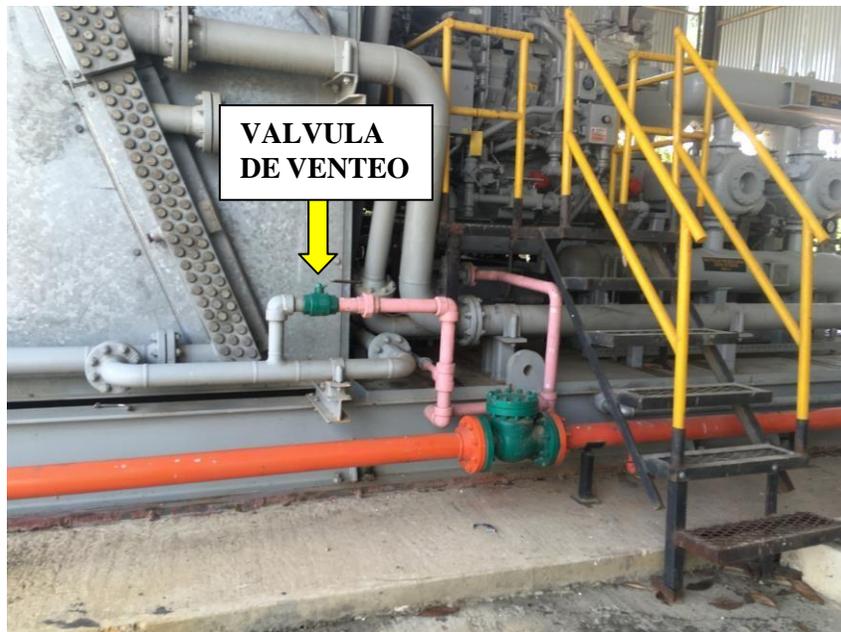
- Comprobar que la válvula de succión esté cerrada.



- Comprobar que la válvula de descarga esté abierta.



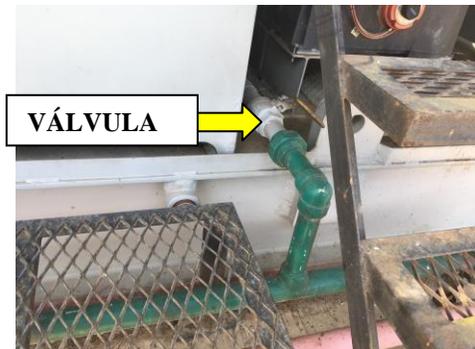
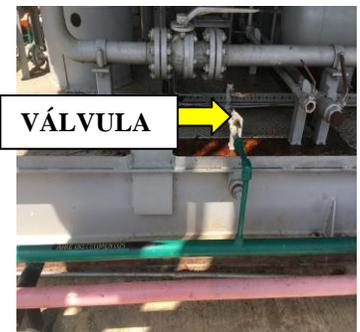
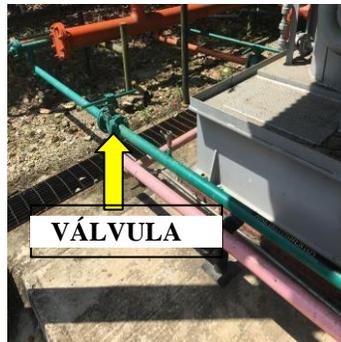
- Comprobar que las válvulas de venteo o hacia tea estén abiertas (presión del compresor en ceropsig).



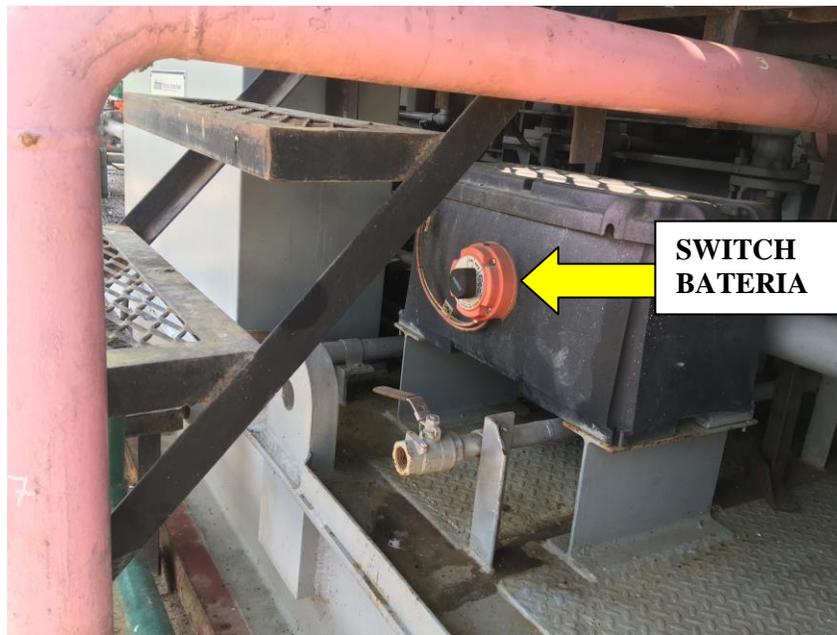
- Verificar y asegurar que la presión de gas combustible sea mínima 30 Psi., la cual se puede confirmar en el scrubber de gas combustible y posteriormente en el panel view del tablero.



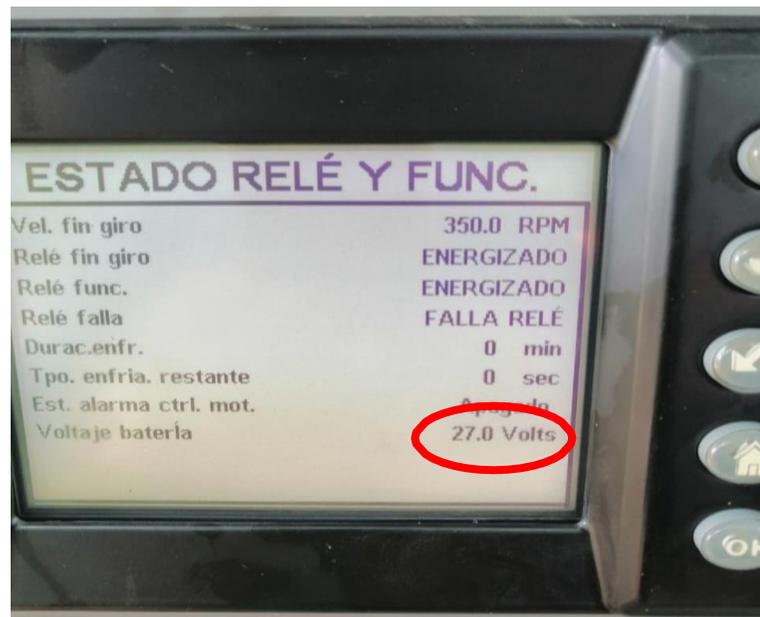
- Verificar y asegurar que la presión de aire que se utiliza en el de arranque neumático del motor sea mínimo de 130 Psi. Asegurar que las válvulas existentes desde el pulmón hasta el compresor estén abiertas.



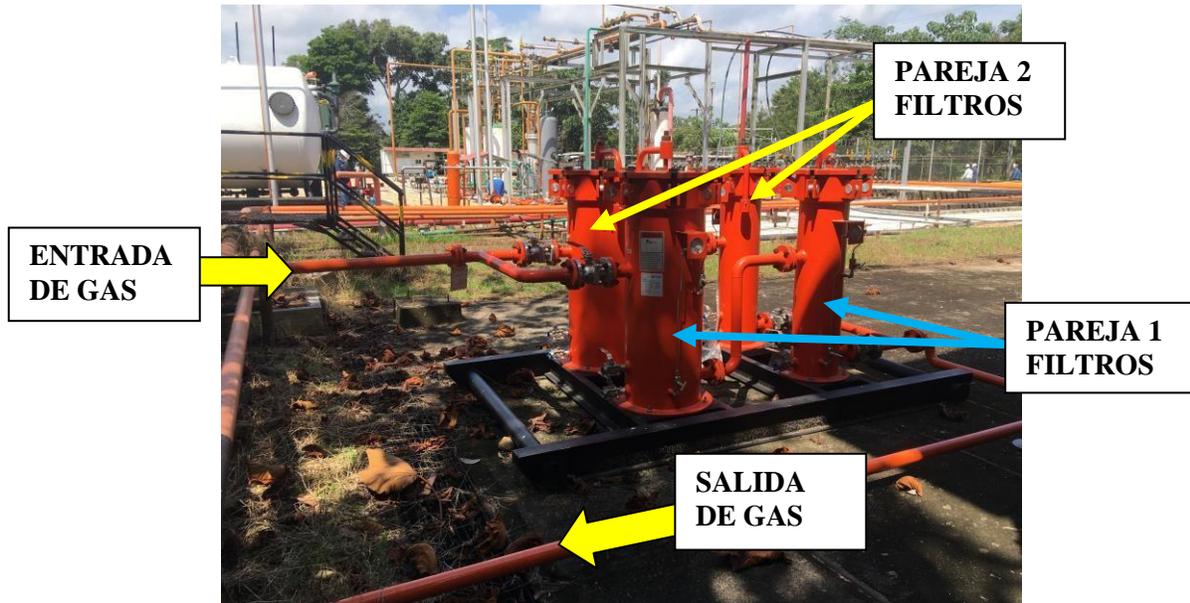
- ☐ Verificar que el switch de la batería esté en posición ON



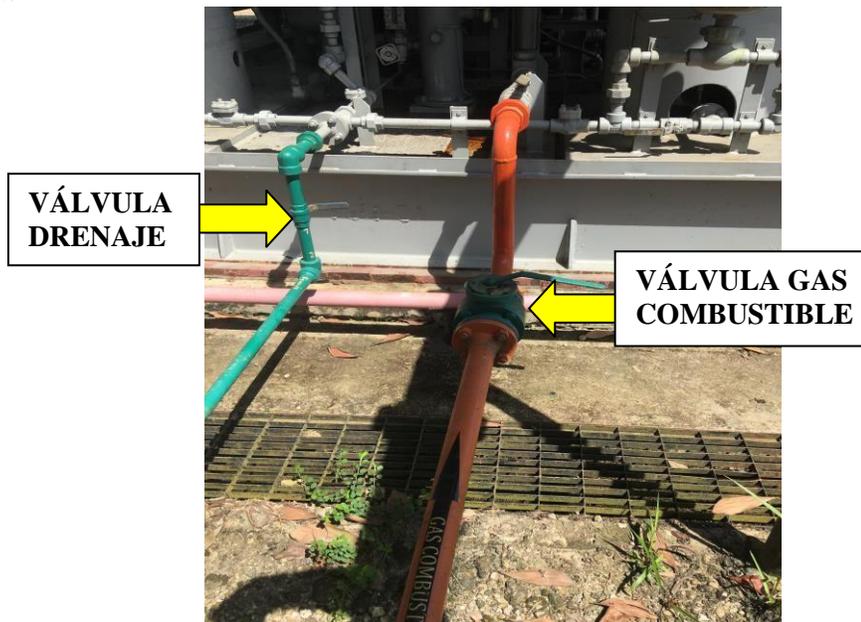
- ☐ Verificar voltaje de las baterías, carga normal 24 voltios, dato a visualizar en el panel view



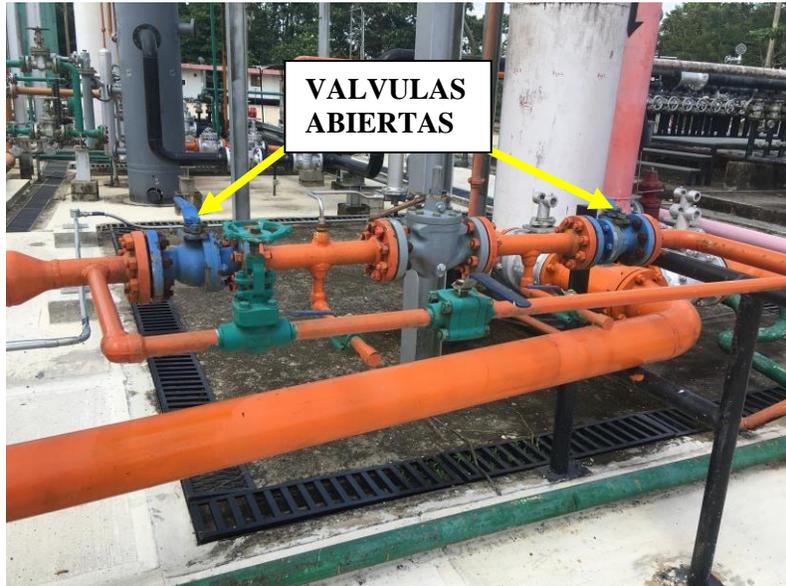
- Revisar que estén abiertas las válvulas de entrada y salida de una pareja de filtros coalescentes (alineación de filtros) en la línea de gas combustible.



- Verificar que las válvulas de drenaje de líquido y válvula de gas combustible del compresor estén abiertas



- Verificar que las válvulas de bola aguas arriba y aguas abajo de la válvula PCV del Sistema de recirculación de gas estén abiertas; la PCV debe ser graduada a una presión, que el flujo que recircule deje operar el Compresor dentro de las RPM permitidas.



3. DESARROLLO

| TAREAS | | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|-------------------------------|--|----------|------|-----|---|
| CHECK LIST | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| SI = <input type="checkbox"/> | PLAN 1 Procedimiento puesto en línea de la unidad compresora. | OP | P | M | Daño en el motor por exceso de RPM en el arranque en frío y/o daño en las válvulas del compresor. Peligro de explosión e incendio debido a la rotura de líneas. Daños en la tubería por rotura debido a altas presiones o daños en el compresor. |
| | 1.1 Valide y ejecute las acciones preoperativas indicadas en el instructivo operacional. | | | | |

| CHECK LIST | TAREAS | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|------------|--------|--|------|-----|---------------|
| | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | 1.2 | Coordinar con la operación de la planta de gas Sardinata , el inicio del arranque del compresor. | | | |
| | 1.3 | Pre lubrique la unidad, accionado el pulsador verde y verifique la presión de aceite en el manómetro del Tablero como mínimo 1 Psig. | | | |
| | 1.4 | Posicione manualmente el potenciómetro de velocidad a la mínima aceptada, 950 Rpm. | | | |
| | 1.5 | Verifique que el Switch de protección del panel de control no esté accionado. | | | |



| TAREAS | | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|-------------------------------|---|----------|------|-----|---|
| CHECK LIST | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | <p>1.6 Active reset timer ubicados en los paneles de altronic, para limpiar el sistema de alertas previamente visualizadas</p>  <p>Actividad Crítica: La actividad de Pre-lubricación de la unidad y verificación de la presión de aceite en el sistema como mínimo 1 Psig. (si aplica esta condición para el equipo) es crítica teniendo en cuenta, que si no se desarrolla puede llevar a daño en el compresor.</p> | | | | |
| SI = <input type="checkbox"/> | PLAN 2 puesta en marcha de la unidad G3516B LB. | OP | P | H | <p>Daño en el motor por exceso de RPM en el arranque en frío y a las válvulas del compresor. Peligro de explosión Incendio debido a la acumulación de presión y rotura de líneas. Daños en la tubería por rotura debido a altas presiones o daños en el Compresor. Daños por falta de lubricación o enfriamiento del motor o compresor.</p> |
| | <p>2.1 Posicione la válvula manual de Bypass de compresor en posición abierta.</p>  | | | | |

| TAREAS | | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|------------|--|----------|------|-----|---|
| CHECK LIST | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | 2.2 Dirijase al panel de control y gire el switch de control en posición STAR | | | |  |
| | 2.3 En vacío (Sin carga) verifique ruidos anormales (Golpes), presiones y temperaturas en el equipo que estén dentro de los rangos normales de operación dados en la tabla 5 de este procedimiento | | | |  |
| | 2.4 Ajuste gradualmente el equipo a una velocidad entre 950 - 970 rpm. | | | |  |

| CHECK LIST | TAREAS | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|------------|---|----------|------|-----|--|
| | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | <p>2.5 Suministre carga al equipo abriendo válvula de succión gradualmente y verifique variables operacionales del equipo, asegurando el barrido del sistema, dado que se tiene abierta la válvula de venteo.</p> | | | |  |
| | <p>2.6 Espere un tiempo prudente de venteo (1 min), y luego proceda a cerrar la válvula manual de venteo gradualmente, línea que está conectada a la Línea de tea.</p> | | | |  |
| | <p>2.7 Cierre gradualmente la válvula de By-pass manual del compresor, para controlar la capacidad de succión del compresor.</p> | | | |  |

| CHECK LIST | TAREAS | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|-------------------------------|--|----------|------|-----|--|
| | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | 2.8 Verifique y ajuste la presión de succión de acuerdo los parámetros operacionales, dados en la tabla 5 de este procedimiento | | | | |
| | 2.9 Ajuste la velocidad deseada Max a 1000 RPM, verifique fugas de aceite, gas y agua en la unidad y dar ajuste final de succión a 25 Psig aproximadamente con el regulador del tablero. De presentar fugas, tratar de corregir ajustando el sitio de la fuga, si es persistente, sacar de línea el equipo y avisar a mantenimiento | | | |  |
| | 2.10 Mantenga el equipo en línea y monitoree el mismo, aprecie las variables y compárelas con las recomendadas en las ventanas operativas. | | | | |
| | 2.11 Deje en línea la unidad, confirme con la Planta de gas Sardinata Sur. Actividad Crítica: La actividad de En vacío (Sin carga), verifique ruidos anormales (Golpes), presiones y temperaturas en el equipo; es importante realizar esta actividad por que se pueden detectar inconvenientes en la operación antes de colocar carga al compresor. | | | | |
| SI = <input type="checkbox"/> | PLAN 3 sacar unidaddde servicio Unidad G-316B-LB | OP | P | H | <p>Daño en el motor por exceso de RPM en el arranque en frio y a las válvulas del compresor.</p> <p>Peligro de explosión incendio debido a la acumulación de presión y rotura de líneas.</p> <p>Daños en la tubería por rotura debido a altas presiones o daños en el compresor.</p> <p>Daños por falta lubricación o enfriamiento del motor o compresor.</p> <p>Caídas a nivel de piso o resbalones</p> |

| CHECK LIST | TAREAS | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|------------|--|----------|------|-----|--|
| | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | 3.1 Confirme con la Planta o estación de recibo que se va a sacar de línea la unidad compresora. | | | | |
| | 3.2 Active un reset timer de 5 minutos en el panel de control Altronic del equipo auxiliar de la unidad, para evitar que ésta tenga una parada repentina. | | | |  |
| | 3.3 Inicie bajando gradualmente RPM hasta 900 RPM. Simultáneamente cerrar lentamente la válvula de succión del compresor, para quitar carga a equipo. | | | |  |
| | 3.4 Abra la válvula Bypass manual suavemente para controlar la capacidad de succión del compresor. | | | |  |

| CHECK LIST | TAREAS | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|------------|---|----------|------|-----|--|
| | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | 3.5 Abra el venteo de descarga gradualmente hasta llevarlo al 100% (Válvula de Bola), verifique que se despresuricé la unidad y baje las RPM al mínimo. | | | |  |
| | 3.6 Deje la unidad en operación durante 2 minutos para modo de enfriamiento. | | | | |
| | 3.7 Verifique que las presiones de las Interetapas estén en cero (0) psi y proceda a dar parada al equipo en el tablero de control girando el switch de control en posición STOP. | | | |  |
| | 3.8 Verifique que ninguno de los componentes de la moto compresora está en operación o presenta alguna fuga. De presentar fugas tratar de corregir ajustando el sitio de la fuga, si es persistente, sacar de línea el equipo y avisar a mantenimiento | | | | |

| TAREAS | | PELIGROS | | | CONSECUENCIAS |
|------------|-----|--|------|-----|---------------|
| CHECK LIST | | QUIEN | TIPO | RAM | |
| | 3.9 | Reporte a la planta la unidad fuera de línea. | | | |
| | | <p>Actividad Crítica: La actividad de Active un reset timer de 5 minutos en el panel de control Altronic del equipo auxiliar de la unidad, para evitar que ésta tenga una parada repentina es crítica si la parada no se realiza gradual y se da una parada repentina, generara daños en el compresor con costo elevado.</p> | | | |

4. CONTINGENCIA

En caso de que alguno de los pasos mencionados en el instructivo no se pueda realizar se debe suspender el arranque de la máquina compresora, hasta que se den las condiciones de trabajo apropiadas.

4.1 Análisis de Fallas en el desarrollo del proceso

Tabla 12. Análisis de Fallas

| Nombre de la Falla del Proceso/Equipo | | |
|--|--|--|
| Medio de Identificación | Posible Causa | Acción Correctiva |
| Tablero no energiza | las baterías están descargadas | Verificar con multímetro, cargar, cambio de las mismas |
| Fugas, derrame de aceite y/o refrigerante | Mangueras, racores, tuberías averiadas | Ajustar de ser posible, contener e informar a mantenimiento para la corrección |
| Presión de succión baja | Bajo flujo de gas recirculando pantalla de alarmas mostrará la alarma indicada | Abrir la válvula PCV de la recirculación a una oposición donde se establezca la presión de succión a 25 psi |
| La máquina compresora gira, pero no arranca. | La presión de aire de arranque es insuficiente. | Verificar que la presión de aire de arranque esté mínima en 120 psi. |
| La máquina compresora gira, pero no arranca. | No hay presión de gas combustible o no es suficiente. | Verificar que se encuentre totalmente abierta la válvula de gas combustible a la máquina, verificar la presión que indica el manómetro en el cabezal de gas combustible de la máquina. |

| | | |
|---|---|--|
| La máquina compresora no gira. | El compresor se encuentra presurizado. | Verificar que la presión del compresor sea de cero (0) psi, verificar que esté bien cerrada y no tenga pase la válvula de succión del compresor, verificar que se encuentre totalmente abierta la válvula de venteo del compresor. |
| La máquina compresora no gira. | La máquina está pegada. | Girar de manera manual el volante de la máquina con la barra. |
| Compresor no sostiene la carga, apagándose | Bajo flujo de gas | Verificación de Flujo de gas en la Batería, de haber cambiado condiciones iniciales, ver la posibilidad de cambiar la apertura de los bolsillos realizando la corrida de software Ariel, Actividad a cargo de Ingeniero de Mantenimiento |
| Nivel de líquidos alto en los scrubber | La LCV que controla el nivel de líquidos está pegada pantalla de alarmas mostrará la alarma indicada | Abrir válvula manual que tiene de bypass para bajar nivel, e informar a mantenimiento para revisión de la LCV |
| Alta temperatura en el aceite del compresor y/o Motor | Bajo nivel de aceite, pantalla de alarmas mostrará la alarma indicada | Agregar a sus niveles normales |

● 4% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | pdfcoffee.com Internet | 2% |
| 2 | es.scribd.com Internet | <1% |
| 3 | repositorio.uan.edu.co Internet | <1% |
| 4 | idoc.pub Internet | <1% |