

**PLANEACIÓN DE OVERHAUL DE LA MÁQUINA AJAX DPC600 BAJO LOS  
LINEAMIENTOS DEL PMI.**

**AURA YESNEY LEON BENAVIDES  
EDOY OLIVEROS RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA**

**2014**

**PLANEACIÓN DE OVERHAUL DE LA MÁQUINA AJAX DPC600 BAJO LOS  
LINEAMIENTOS DEL PMI.**

**AURA YESNEY LEON BENAVIDES  
EDOY OLIVEROS RODRIGUEZ**

**Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Evaluación y  
Gerencia de Proyectos**

**Director:  
CARLOS EDUARDO DÍAZ  
Ingeniero Industrial  
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos  
Magister en Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA**

**2014**

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

*Reafirmamos cada día que no existe algo más gratificante para DIOS, que inclinemos nuestra cabeza para darle gracias por las maravillas que nos regala. A ÉL, mil gracias por concedernos la oportunidad de crecer personal y profesionalmente. Y sobre todo por permitirnos estar juntos en este estupendo proceso de aprendizaje.*

*A nuestros padres, Alba Benavides Medina, Petrona Rodríguez y Ariel Oliveros, por su valioso apoyo, bondad, amor, comprensión y constantes consejos llenos de positivismo, fortaleza y valentía. Siempre serán parte activa de nuestras vidas, con la certeza que sus enseñanzas y acompañamiento harán de nosotros mejores personas.*

*A nuestros extraordinarios familiares e incondicionales amigos, por sus frases de aliento y muestras de cariño.*

*Agradecemos al Ingeniero Edgar Sánchez Gómez, por sus valiosas asesorías, generosidad y colaboración desinteresada.*

*A los docentes que influyeron con sus lecciones y experiencias en nuestra formación, con el fin de prepararnos para los retos que pone la vida laboral.*

*Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en este proceso, hacemos extensivo nuestros sinceros agradecimientos.*

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	13
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. JUSTIFICACIÓN.....	17
3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	18
3.1 PLAN DE DIRECCIÓN DE UN OVERHAUL- COMPRESOR AJAX DPC 600	18
3.1.1 Alcance del proyecto.....	19
3.1.2 Cronograma .....	23
3.1.3 Recursos humanos .....	25
3.1.4 Comunicaciones .....	27
3.1.5 Riesgos .....	29
3.1.6 Adquisiciones .....	31
3.1.7 Interesados .....	33
4. DOCUMENTOS .....	34
5. CONCLUSIONES .....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXOS.....	39

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Plan de Dirección de Overhaul de la Máquina AJAX DPC600. ....	18
Figura 2. Plan de Dirección de Overhaul de la Máquina AJAX DPC600. ....	19
Figura 3. Formato de Definición del Alcance .....	21
Figura 4. Modelo de WBS O EDT .....	22
Figura 5. Gestión de Procesos (figura 5) .....	24
Figura 6. Organigrama de un Overhaul para Compresores AJAX DPC600 (figura 6).....	25
Figura 7. Matriz de Comunicaciones.....	28
Figura 8. Análisis de riesgo (figura 8) .....	29
Figura 9. Valor esperado de la matriz de riesgo .....	30
Figura 10. Observaciones de la matriz de riesgo.....	31
Figura 11. Formato de requisición .....	32
Figura 12. Plantilla Registro de Interesados .....	33

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Modelo de diccionario de WBS/EDT .....	40
ANEXO B. Formato acta de constitución del proyecto.....	50
ANEXO C. Formatos de diagnóstico por sistema .....	51
ANEXO D. Modelo de formato del cronograma .....	52
ANEXO E. Modelo formato de presupuesto de las actividades .....	57
ANEXO F. Guía para selección de personal OVERHAUL .....	60
ANEXO G. Matriz personal OVERHAUL .....	66
ANEXO H. Plan de comunicación.....	67
ANEXO I. Matriz de comunicación.....	70
ANEXO J. Modelo de categoría de riesgos .....	71
ANEXO K. Inspección de partes instaladas por sistema .....	72
ANEXO L. Formato solicitud requisición por sistemas.....	73
ANEXO M. Formato de solución o plan de acción.....	74
ANEXO N. Acta de reuniones.....	75
ANEXO O. Formato orden de servicio .....	77
ANEXO P. Procedimiento del Sistema de Compresión .....	78
ANEXO Q. Procedimiento del Sistema de Control e Instrumentación .....	93
ANEXO R. Procedimiento del Sistema de Ignición y Fuerza .....	107
ANEXO S. Procedimiento del Sistema de Intercambiador de Calor .....	124
ANEXO T. Procedimiento de Lubricación .....	139
ANEXO U. Procedimiento de Pre-arranque y Arranque .....	159
ANEXO V. Procedimiento del Sistema de Vasijas y Tuberías .....	175
ANEXO W. Procedimiento de Metrología Dimensional.....	195
ANEXO X. Procedimiento de Pintura.....	200
ANEXO Y. Procedimiento de Tintas Penetrantes .....	211

## GLOSARIO

**COMPRESOR:** Máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

**EPP'S:** Elementos de protección personal.

**ESPECIALISTA DE MANTENIMIENTO:** Persona encargada del mantenimiento mayor, con conocimientos y experiencia en Overhaul y compresores. Apoya al planeador de mantenimiento en todos los factores técnicos y de recursos.

**MEDEVAC:** Es un sistema de traslado de pacientes desde una ubicación remota hasta un hospital especializado, por lo general en el medio militar. El término MEDEVAC, se usa para establecer un listado del personal con datos relevantes que servirán en caso de emergencia.

**MICRSOFT PROJECT MANAGEMENT:** Herramienta de la compañía Microsoft que permite la planificación y control de los proyectos, automatizando el manejo de costo, tiempo y recursos.

**OVERHAUL:** Mantenimiento mayor, Reparación Mayor, Renovación o Reconstrucción del Motor (tanto de motores diésel como Gasolina).

**PATROCINADOR:** Es la persona o grupo de la organización que hacen la función de padrinos del proyecto para que éste se lleve a cabo.

**PLANEADOR DE MANTENIMIENTO:** Ingeniero Mecánico, encargado de la planeación del mantenimiento mayor.

**PLANEACIÓN:** Comprende el proceso encargado de crear un Plan de Gestión, en el cual se documentan entregables, actividades para definir, validar y hacer seguimiento al alcance del proyecto.

**PMI:** Project Management Institute (Instituto de administración de proyectos)

**RBS:** Estructura de desglose de riesgo.

**RRHH:** Recursos Humanos

**ROL:** Una función definida que debe realizar un miembro del equipo del proyecto, como evaluar, archivar, inspeccionar o codificar.

**WBS/EDT:** Estructura de desglose de trabajo, es una herramienta que se utiliza para describir el alcance de un proyecto en términos de sus entregables, divididos en piezas que son lo suficientemente pequeñas para planificar y trabajar fácilmente. Estas piezas se llaman paquetes de trabajo.

## RESUMEN

**TÍTULO:** PLANEACIÓN DE OVERHAUL DE LA MÁQUINA AJAX DPC600 BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI.\*

**AUTORES:** AURA YESNEY LEON BENAVIDES\*\*  
EDOY OLIVEROS RODRIGUEZ

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento mayor (Overhaul), Plan de dirección, alcance, compresor, planeador de mantenimiento, WBS/EDT, Ajax.

La metodología planteada en esta monografía surgen tomando como base las once áreas del conocimiento que facilita el PMBOK®. La metodología establece una Planeación de Overhaul para la Máquina AJAX DPC 600 (compresor) bajo los lineamientos del PMI. Se estructuró mediante lo siguiente: Definición del Alcance: para definir el Alcance se elaboró un modelo de WBS y su diccionario; Gestión del Cronograma: incluye formato del cronograma, diagrama de flujo de procesos; Gestión de RRHH: contiene guía para selección del personal, Matriz para el personal del Overhaul; Gestión de las Comunicaciones: se basa en un plan y matriz de comunicaciones; Gestión de Riesgos: encierra lista de identificación de riesgos por categoría, formato de matriz y análisis de riesgos; Gestión de las Adquisiciones: Comprende formato de solicitud de requisición por sistemas, formato de solución y de requisición; Gestión de Interesados: formato de registro de interesados.

De igual forma se soporta y fundamenta con documentos como: procedimientos que permiten identificar las actividades que se realizan por sistemas del equipo, guías, plantillas, esquema de planeación, este último integra toda la metodología con sus respectivos documentos de apoyo por cada área.

La planeación de un Overhaul para compresores como el AJAX DPC 600, ha sido un gran reto para las compañías, debido a que el tiempo para desarrollar el mantenimiento es corto y requiere de una planeación detallada. Por este motivo un Overhaul no se debe prolongar ya que afecta directamente la producción de los posos. Estas parada de planta como se conoce permiten optimizar el funcionamiento de los equipos Ajax, ya que se potencializan con partes nuevas, Por esta razón se considera que esta Metodología que guarda en su contenido pasos para la dirección de un Overhaul, es de interés, ya que mejorará la forma en que se direcciona un proyecto de esta índole.

---

\* Monografía de grado

\*\* Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Carlos Eduardo Díaz, Ingeniero Industrial, Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos, Magister en Ingeniería Industrial

## ABSTRACT

**TITLE:** PLANNING FOR AN OVERHAUL AJAX DPC600 MACHINE UNDER THE PMI'S GUIDELINES.

**AUTHORS:** AURA YESNEY LEON BENAVIDES\*\*  
EDOY OLIVEROS RODRIGUEZ

**KEYWORDS:** PMI (Project Management Institute), major maintenance (overhaul), Plan direction, scope, compressor, maintenance planner, WBS / EDT, Ajax, Communication, Management, Layouts, Activities, Methodology.

The methodology proposed in this paper arises based on eleven areas of knowledge that facilitates the PMBOK. The methodology establishes a Plan to Overhaul Machine AJAX DPC 600 (compressor) under the guidelines of PMI. I was structured through: Scope Definition: to define the range model and WBS dictionary is developed; Schedule Management: includes format schedule, process flow diagram; HR Management: contains guidance for personnel selection, personnel Matrix Overhaul; Communications Management: based on a communications plan and matrix; Risk Management: ID list contains risks by category, format matrix and risk analysis; Procurement Management: Includes requisition request form for systems solution format and requisition; Stakeholder Management: Stakeholder register format.

Likewise, it is supported and based on documents such as procedures that identify the activities that are performed by computer systems, guides, templates, planning scheme, the latter methodology integrates all their supporting documents for each area.

Planning an overhaul for compressors as AJAX DPC 600 has been a challenge for companies, because the time to develop maintenance is short and requires detailed planning. For this reason, a Overhaul should not continue as it directly affects the production of sludge. These plant shutdown as known to optimize the performance of the Ajax team, as are enhanced with new parts, For this reason it is considered that this methodology stored in your footsteps content for the address of a overhaul, is of interest because that will improve the way a project of this nature is addressed.

---

\* Monograph

\*\* Faculty of Engineering physicomechanical. School of Industrial and Business Studies. head teacher. Director: Carlos Eduardo Diaz, Industrial Engineer, Specialist Assessment and Project Management, Master of Industrial Engineering

## INTRODUCCIÓN

En mantenimientos de compresores como el AJAX DPC 600, las empresas han planteado diferentes esquemas de mantenimiento, los cuales no han tenido el resultado esperado. En los diferentes sectores de la industria es común que se presenten paradas de planta para realizar trabajos de mantenimiento, reparaciones generales, sustituciones y rediseños de máquinas.

Debido a que las compañías deben poner sus equipos en operación en el menor tiempo posible sin obviar actividades contempladas en el cronograma, surgió la necesidad de establecer una metodología que permita hacer una planeación adecuada en proyectos como Overhaul y sobre todo en máquinas como el AJAX DPC 600.

Otro de los factores significativos con respecto a maquinas como el AJAX DPC 600 son las 60000 horas de trabajo que estipula el fabricante; por tal razón se estudió y analizó el manual del fabricante, para que los compresores sean sometidos a mantenimiento, con el fin de conocer a fondo los requerimientos del mantenimiento de estos equipos y fundamentarlos en la metodología del plan de dirección de Overhaul.

En la construcción de esta metodología se tomaron en cuenta los siguientes elementos del PMI para el desarrollo del plan para la dirección del proyecto Overhaul: Integración, Alcance, Tiempos, Costos, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones, Interesados. Incluyendo las áreas del conocimiento de la guía del PMBOK® quinta edición\* .

---

\* Project Management Institute, Inc. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, quinta edición 2013. Pensilvania. PMI Publications.

En la metodología se consideró el hecho de que cada Overhaul es único, aunque en algunos casos similares; el plan de dirección del proyecto, utilizado de forma adecuada asegurará un correcto control de la planificación, logrando seguimiento y mejoras continuamente en cada fase o etapa del proyecto. Esta metodología pretende constituir un plan de dirección para Overhaul bajo lineamientos del PMI que permita organizar y controlar el alcance junto con los procedimientos, instructivos, formatos, listas de chequeo, prácticas y políticas que se necesiten para que cada mantenimiento de Overhaul independiente del equipo a intervenir se logre con éxito.

La forma más acertada de implementar los objetivos del proyecto son seleccionándolos correctamente, lo cual normalmente no se hace de la mejor manera; el logro del alcance e indicadores críticos del proyecto, se debe estructurar con el fin de dirigir o guiar el proceso del proyecto.

Si el proyecto debe estar enmarcado en el contexto, alcance, tiempo, costo, calidad y riesgo, entonces se debe centrar en una competente dirección conjugada con un entorno productivo; si se logran tener en cuenta estos elementos en la iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y fin del proyecto, los resultados del Overhaul o de cualquier proyecto serán los esperados.

Es de gran importancia tener un concepto claro de la gestión de proyecto, para comprender el desarrollo de un proyecto de Overhaul, las fases en que se lleva a cabo, las herramientas utilizadas para obtener las salidas, en otras palabras los resultados.

Un proyecto de Overhaul, bajo el esquema de parada de planta, es un conjunto de actividades que tienen como prioridad ejecutar labores que no pueden ser realizadas durante la operación normal de la planta de procesos y principalmente están montados para efectuar el reemplazo de partes o componentes, debido a su

vida útil, inspección de equipos, incorporación de mejoras o modificaciones y correcciones de fallas.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL.**

- Elaborar el plan para la dirección del proyecto: Overhaul de la máquina AJAX DPC600, alineado con el conjunto de fundamentos de la dirección de proyectos consagrados en la guía del PMBOK® quinta edición.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar documentos como: Manuales de la máquina, Actas de recepción, instructivos para desarme, otros manuales y archivos de mantenimientos anteriores.
- Plantear las herramientas con base en las cuales se realizará el análisis y diagnóstico de la maquina AJAX DPC600, para identificar el estado de sistemas y componentes, la inclusión detallada de actividades, tareas en la realización del mantenimiento mayor.
- Crear el diagrama de flujo de procesos del Overhaul.
- Diseñar un conjunto de procedimientos, formatos, listas de chequeo, hojas de control, para realizar el Overhaul de cualquier compresor de marca DPC.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En el desarrollo de proyectos de Overhaul (mantenimiento mayor), los cuales se realizan en la mayoría de los casos como paradas de planta, donde el tiempo es uno de los factores predominantes en la consecución y éxito en la entrega de equipos que se integran a procesos de vital importancia para las plantas industriales, es necesario gestionar una metodología que permita definir el alcance del proyecto de manera precisa, a pesar de que en las paradas de plantas este es cambiante, debido a trabajos que surgen durante la ejecución y no pueden ser obviados.

Mediante el desarrollo de esta metodología se pretende elaborar un plan para la dirección de Overhaul de la maquina AJAX DPC600, el cual le servirá como guía a las empresas, haciendo uso adecuado de herramientas y técnicas con el fin de llevar a cabo proyectos de mantenimiento de compresor, en particular de equipos al que hace referencia el presente documento.

La construcción de esta metodología se basó en los lineamientos del PMI-Guía PMBOK ® quinta edición (2013) y el conjunto de áreas del conocimiento que la integran: Integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones riesgos, adquisiciones e interesados.

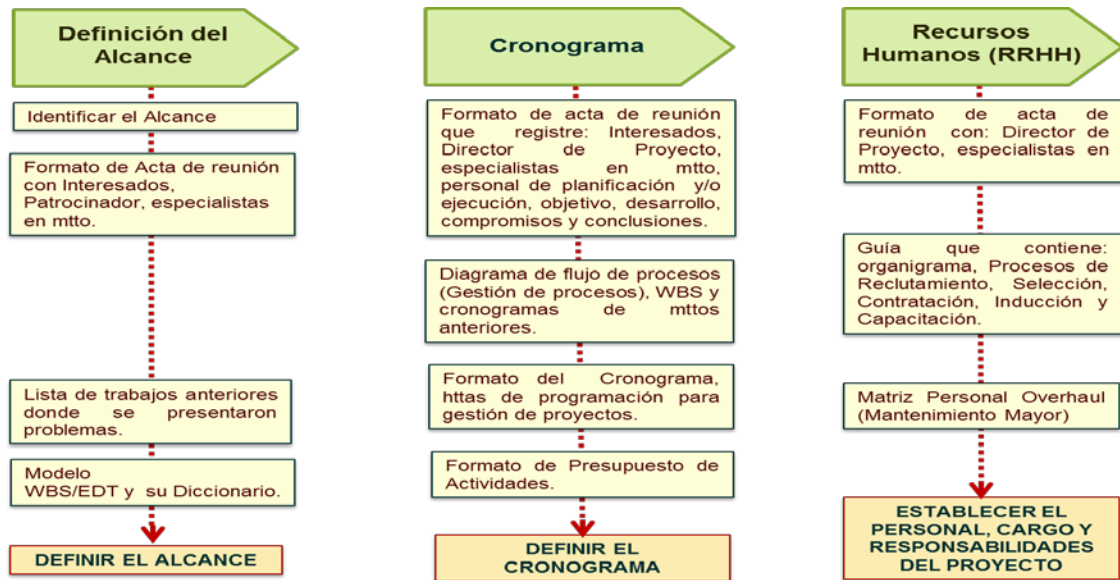
### 3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Esta metodología pretende establecer una serie de pasos para la dirección de un Overhaul de un compresor Ajax DPC 600, tomando como guía los lineamientos del PMI. El plan de dirección contiene: Definición del Alcance, Cronograma, Recursos Humanos (RRHH), Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones e Interesados, cada uno de estos planteado de acuerdo a opiniones de expertos e información facilitada por empresas de mantenimiento.

#### 3.1 PLAN DE DIRECCIÓN DE UN OVERHAUL- COMPRESOR AJAX DPC 600

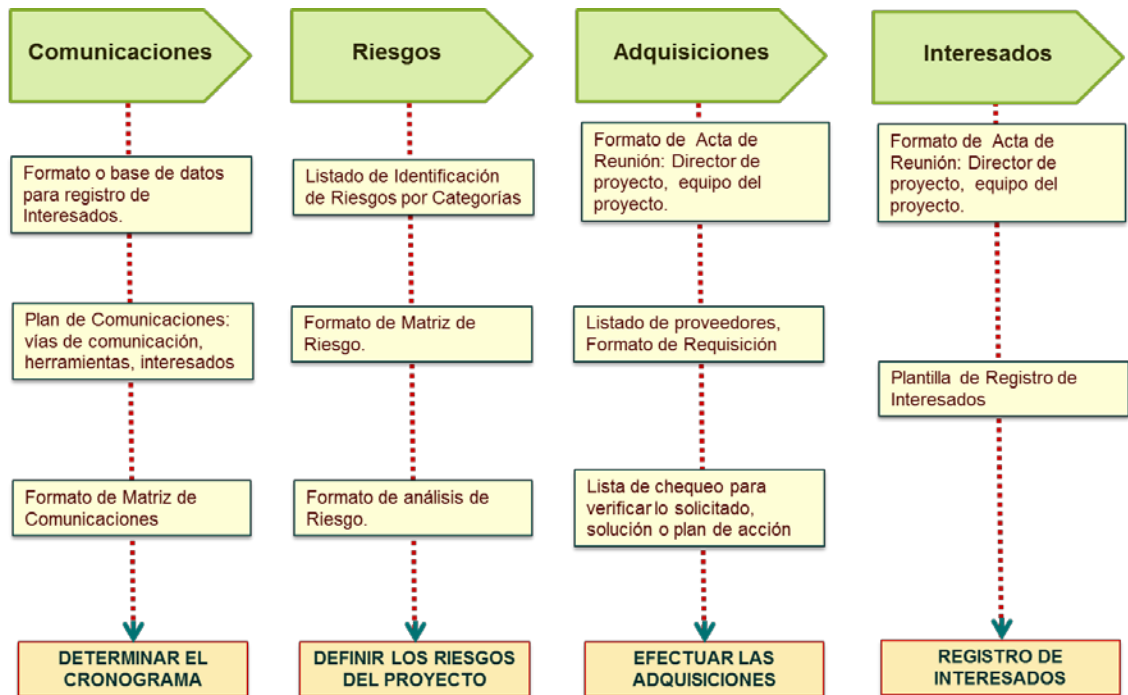
Documento que se elaboró bajo los lineamientos del PMI, con el objetivo de estructurar un plan para la dirección de un Overhaul. Todos los elementos que integran esta metodología se detallan en la figura 1 y 2, y en los siguientes numerales:

**Figura 1. Plan de Dirección de Overhaul de la Máquina AJAX DPC600.**



Fuente: Autores de este documento.

**Figura 2. Plan de Dirección de Overhaul de la Máquina AJAX DPC600.**



Fuente: Autores de este documento.

**3.1.1 Alcance del proyecto.** Con la finalidad de obtener información precisa, se elaboró un formato teniendo en cuenta el trabajo a realizar por sistema con sus respectivos componentes, esto con el objetivo de definir el alcance del proyecto.

Complementando la Gestión del alcance con el modelo de WBS o EDT, modelo de diccionario de la EDT (Anexo A), formato de Acta de Constitución del proyecto (Anexo B) y formato de Diagnóstico por Sistema (Anexo C).

Es importante tomar en cuenta que para lograr identificar muy bien el alcance se hace necesario que los líderes de procesos, especialistas de mantenimiento, interesados y patrocinadores, realicen reuniones sistemáticas una vez a la semana siempre y cuando no ocurra una eventualidad que requiera de reunión extraordinaria durante la planeación del proyecto, registrando en formatos los eventos, listado de asistentes con sus respectivas responsabilidades.

Cada líder traerá consigo un listado de actividades con los posibles problemas que se presentaron en proyectos anteriores y a su vez posibles soluciones, para definir mediante estas observaciones el alcance. Un alcance bien definido declara éxito en el proyecto;

Por tal motivo se plantea implementar el formato de definición del alcance (Figura 3) que se diligenciará en las reuniones en las que se definirá el alcance.

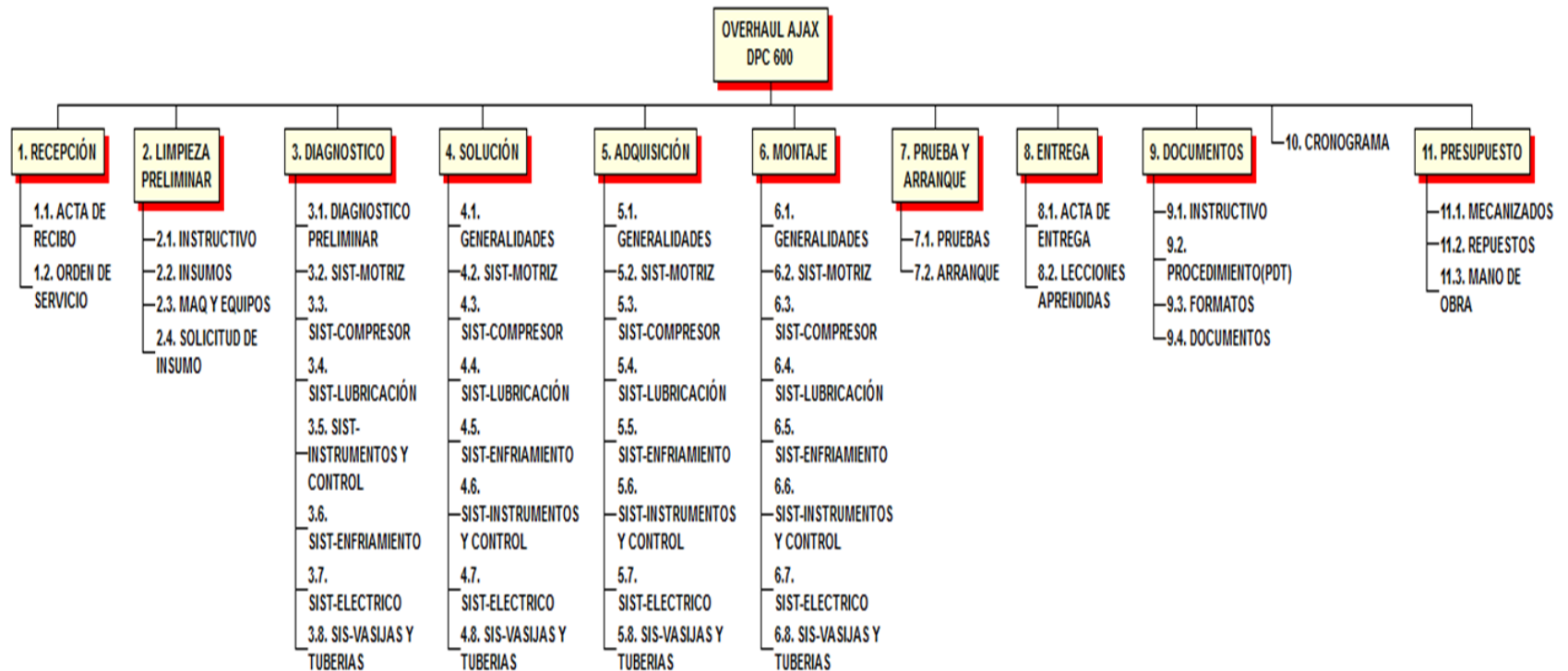
**Figura 3. Formato de Definición del Alcance**

<b>MANTENIMIENTO OVERHAUL AJAX DPC 600</b>													
<b>DEFINICIÓN DEL ALCANCE</b>													
ÍTEM	SISTEMA	COMPONENTE	CAMBIO	MTTO	PRUEBA FUNCIONAL	METROLOGÍA	INSPECCIÓN	CAMBIO POR CONDICIÓN	LIMPIEZA	NO SE INTERVIENE	MEJORATIVO	OBSERVACIONES	TALLERES EXTERNOS

Fuente: Autores de este documento.

**3.1.1.1 Modelo de WBS o EDT para un Overhaul de compresores AJAX DPC600:** Este modelo se estructuró a partir de los sistemas que componen un compresor Ajax DPC600, con esto se logró la conformación de los entregables, tal como se ilustra en la (Figura 4).

**Figura 4. Modelo de WBS O EDT**



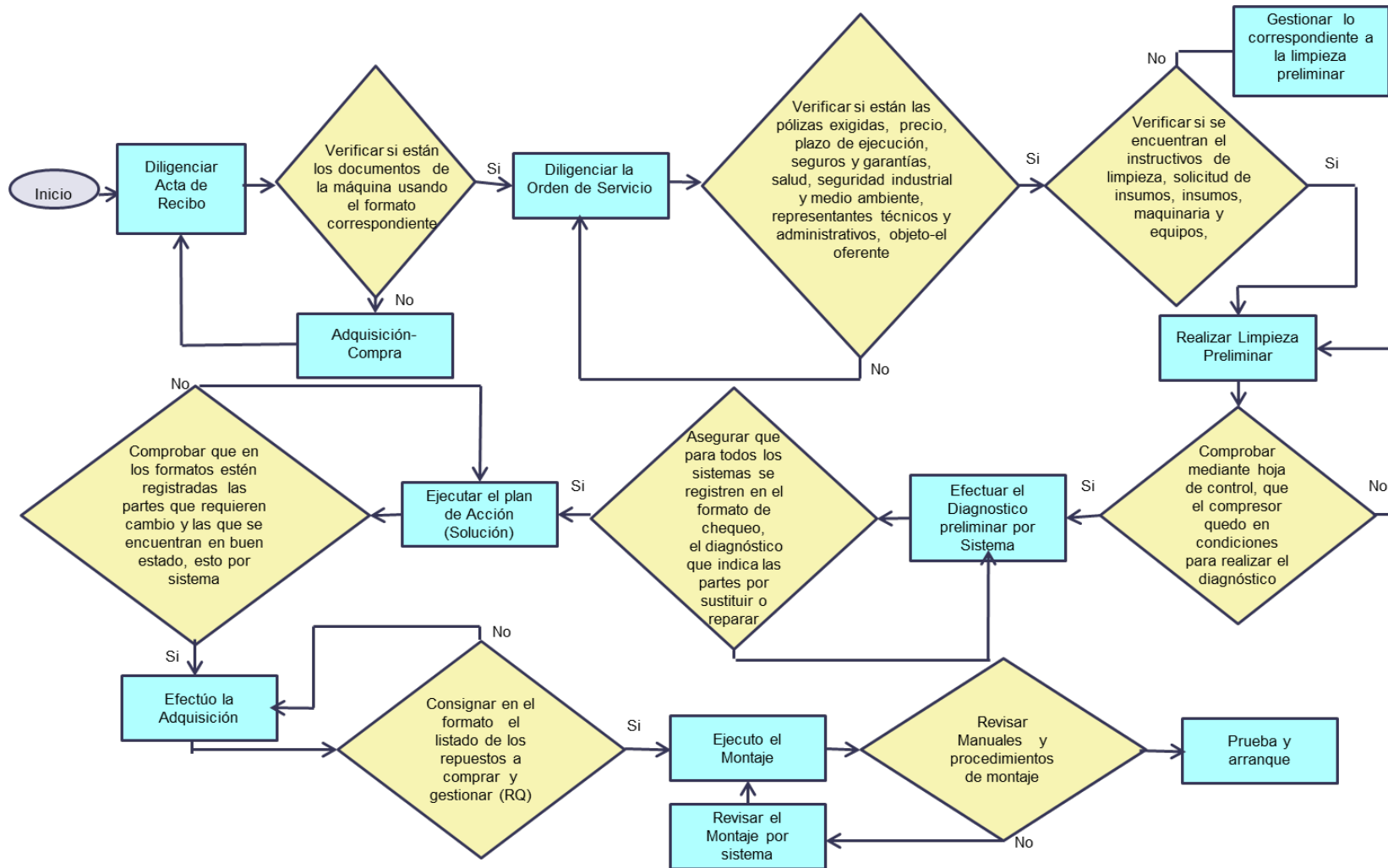
Fuente: Autores de este Documento.

**3.1.2 Cronograma.** Para el desarrollo de la gestión del cronograma, se requiere de los procesos (figura 4) para asegurar la terminación del proyecto a tiempo.

Para esto es necesario tener definida y culminada la estructura de desglose WBS/EDT, el esfuerzo estimado a invertir en cada actividad, al igual que la cantidad de recursos a utilizar durante el proyecto; se establecen en el Plan detallado de trabajo conocido como (PDT) por parte del especialista en mantenimiento, quien es el que posee la experiencia y conoce el equipo; también se usan cronogramas de mantenimientos mayor en compresores, realizados en anteriores proyectos.

Con base a la estructura detallada de trabajo (WBS/EDT) se plantean unos formatos para evidenciar el tiempo requerido para realizar las actividades de mantenimiento mayor, llevar el seguimiento y control, presupuesto del proyecto. Se construyeron los siguientes formatos: Formato del Cronograma (Anexo D), Formato de Presupuesto de las actividades (Anexo E).

Figura 5. Gestión de Procesos (figura 5)

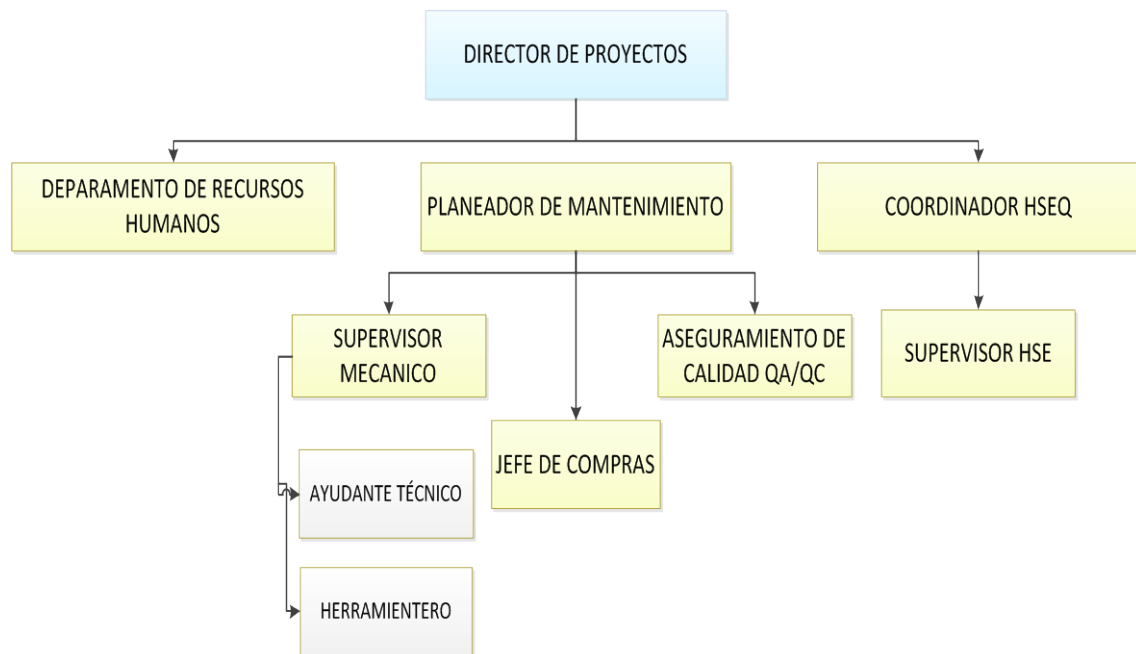


Fuente: Autores de este documento.

**3.1.3 Recursos humanos.** Destacando que es el capital más apreciado con el que cuentan las compañías, depende de ellos el fracaso o éxito para el logro de los objetivos de los proyectos en cualquier organización, lo cual exige unos procesos adecuados de selección, dirección y desarrollo laboral. Por tal motivo se diseñó una Guía para la selección del personal de Overhaul (Anexo F) y la matriz del personal de Overhaul (Anexo G).

Se destacan de este recurso la capacidad de las Ideas, imaginación, creatividad, habilidades, destrezas, sentimientos, sueños, experiencias y conocimientos. Estas características los diferencian de los demás recursos.

**Figura 6. Organigrama de un Overhaul para Compresores AJAX DPC600 (figura 6)**



Fuente: Autores de este documento.

Para la obtención de este organigrama fue necesario, revisar la estructura organizacional de algunas empresas que tienen experiencia en mantenimiento mayor, de igual forma se consultó la opinión de un planeador de mantenimiento.

### ***Descripción de los cargos mencionados en el organigrama***

De acuerdo a juicio de expertos se definió el perfil del equipo del proyecto, los cuales se mencionan en detalle a continuación.

**DIRECTOR DE PROYECTOS:** Ingeniero Mecánico con (8) a (12) años de experiencia profesional y por lo menos (8) años de experiencia específica Dirección de Proyectos de Overhaul, Paradas de Planta para el sector Petrolero. Con experiencia certificada en Microsoft Project; Especialización en Gerencia y Evaluación de Proyectos y/o Gerencia de Mantenimiento.

**PLANEADOR:** Ingeniero Mecánico con cuatro (4) años de experiencia profesional y por lo menos dos (2) años de experiencia específica en mantenimiento en la industria del petróleo. Con experiencia de por lo menos un (1) año en planeación de reparaciones mayores. Se requiere certificación de formación en Microsoft Project, debe demostrar manejo y conocimientos en planeación de obra utilizando Microsoft Project o Primavera Project Planner

**QA/QC:** Ingeniero mecánico con experiencia profesional superior a cuatro (4) años y experiencia específica de por lo menos un (1) año en manejo de elementos de medición y aseguramiento de la calidad.

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS:** Personal encargado de realizar el proceso de selección, contratación, inducción y capacitación del personal que ejecutará las labores en el Overhaul.

**JEFE DE COMPRAS:** Profesional de carreras administrativas, mínimo dos (2) años de experiencia en compras para el sector petrolero. Experiencia en software y herramientas de Microsoft.

COORDINADOR HSE: Profesional de cualquier especialidad con experiencia laboral mínima de cinco (5) años en HSE (Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y de Proceso y Medio Ambiente), sector petrolero, especialista en salud ocupacional.

SUPERVISOR HSE: Profesional de cualquier especialidad con experiencia laboral mínima de dos (2) años en HSE.

MECÁNICO: Tecnólogo mecánico o electromecánico con ocho (8) años de experiencia general en mantenimiento Industrial de los cuales mínimo cinco (5) años de experiencia específica en montaje y mantenimiento de sistemas de compresión a gas.

AYUDANTE MECÁNICO: Experiencia mínima de un (1) año de trabajo en labores mecánicas en la industria del petróleo, conocimientos básicos de seguridad industria.


HERRAMIENTERO: Experiencia mínima de un (1) año de trabajo en labores mecánicas en la industria del petróleo, conocimientos básicos de herramientas mecánicas e instrumentación.

**3.1.4 Comunicaciones.** La propuesta de esta metodología, establece un modelo de comunicación, que permita gestionar de forma segura y organizada la transferencia de las ideas que se pretende informar; de esta forma, los interesados tiene a su alcance el conocimiento que permite difundir y discutir las actividades de forma clara y concisa, ver detalles en Anexo H y Anexo I.

Finalmente se trata de conseguir la comunicación entre el equipo de trabajo con los participantes externos a la organización.

En la figura 7., se puede apreciar la forma en que se establece una buena comunicación, ya que contiene elementos que permiten que la información sea conocida por todas las partes interesadas. Para la construcción de esta matriz (figura 7), fue indispensable consultar opiniones de expertos como: planeadores de mantenimiento de Overhaul.

**Figura 7. Matriz de Comunicaciones**

MATRIZ DE COMUNICACIÓN OVERHAUL COMPRESOR AJAX DPC 600						
¿QUE SE COMUNICA?	NOMBRE DEL DOCUMENTO	OBJETIVO DEL DOCUMENTO	VIA DE COMUNICACIÓN	¿QUIÉN LO COMUNICA?	¿CUÁNDO SE COMUNICA?	¿A QUIÉN SE COMUNICA?
Es formular la idea principal o la necesidad que se quiere transmitir			<p>En esta casilla se incluye que tipo de comunicación se utilizara ya sea formal como: informes, actas, instrucciones) e informal (correos electrónicos, memorandos, discusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertical (hacia arriba y hacia abajo dentro de la organización) y horizontal (entre pares);</li> <li>• Oficial (boletines, informe anual) y no oficial (comunicaciones extraoficiales); y</li> <li>• Escrita y oral, y verbal (inflexiones de voz) y no verbal (lenguaje corporal).</li> </ul>	Aca se coloca la persona que se encarga de emitir el mensaje ya sea el director, Planeador, supervisor, patrocinador etc	En esta casilla se plasma la frecuencia de la comunicación ya sea diario, semanal, mensual etc.	Hace referencia a quien necesitamos que llegue la información que queremos transmitir
						

Fuente: Autores de este documento.

**3.1.5 Riesgos.** Los riesgo en los proyectos son eventos inciertos o una condición que, de ocurrir, tiene un efecto positivo o negativo en al menos uno de sus objetivos, como el tiempo, el costo, el alcance o la calidad,” según se define en la Guía del PMBOK®<sup>†</sup>

Se usa una metodología que plantea el international institute for learning. Inc., para el análisis de riesgos de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y nivel de impacto.

Se estableció que aquellos riesgos que obtuvieran un valor esperado (Ve) mayor a treinta (30) unidades se debería considerar como riesgo principal, por lo tanto la actividad que lo contiene es objeto de estimación en cuanto a su calendario o duración (figura 6). Para la definición de los valores esperados se utilizan los formatos de identificación de riesgos definidos en: los Anexos J y K.

**FORMATO DE IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGO.**

**Figura 8. Análisis de riesgo (figura 8)**

RIESGOS	PROBABILIDAD (P)	IMPACTO (I)	VALOR ESPERADO (Ve)	RIESGO PRINCIPAL (S)	ACCION
Se nombran los riesgo que se pueden encontrar en Overhaul de la maquina Ajax DPC 600	Colocar el valor de la probabilidad	Colocar el valor del impacto	Multiplicación de P x I	Nivel del riesgo	Toma de decisiones a tomar

Fuente: International Institute for Learning. Inc.

<sup>†</sup> Project Management Institute, Inc. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, quinta edición 2013. Pensilvania. PMI Publications.

**Figura 9. Valor esperado de la matriz de riesgo**

PROBABILIDAD

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IMPACTO	10										
	9										
	8										
	7										
	6										
	5										
	4										
	3										
	2										
	1										

Fuente: Autores de este documento.

La Matriz de análisis de riesgos (figura 9), lo que busca es localizar y visualizar los recursos de una organización, que están en mayor probabilidad de sufrir un daño por algún impacto negativo, para posteriormente tomar las decisiones y medidas apropiadas para la superación de las vulnerabilidades y la reducción de las amenazas.

El Riesgo, es el producto de la multiplicación de la Probabilidad por el Impacto, agrupado en cuatro rangos, y para su mejor visualización, se aplica diferentes colores, descritos en la figura 10.

Dependiendo del color de cada celda, se pueden sacar conclusiones no solo sobre el nivel de riesgo que corre cada elemento de información de sufrir un daño significativo, causado por una amenaza, sino también sobre las medidas de protección necesarias.

**Figura 10. Observaciones de la matriz de riesgo**

Muy alto	Mayores a 50	No es tolerable, no se puede asumir un riesgo de este tipo
Alto	Entre 30 y 50	Monitoreo continuo
Medio	Entre 15 y 30	Significativo, requiere monitoreo constante
Bajo	Entre 1 a 15	Tolerable, Solo requiere revisiones

Fuente: Autores de este documento.

**3.1.6 Adquisiciones.** En la gestión de las adquisiciones se determinará qué procedimientos se usarán en el proyecto con respecto a las solicitudes de requisición y compra. Es de vital importancia que las adquisiciones se registren en forma ordenada, según la secuencia en que sean solicitadas.

Una de las herramientas que a su vez se convierte en una de las decisiones más valiosas para la Gestión de Adquisiciones es la decisión de Crear por parte de la compañía o de Comprar. El razonamiento de Crear o Comprar es la comparación entre los costos de producir el artículo, accesorio, pieza, etc., de adquirirlo o comprarlo a un proveedor de confianza y reconocido por su calidad.

Con base a todos estos factores se planteó un formato, para la solicitud de Requisiciones por sistema, formato de requisición y formato de solución o plan de acción. Ver información de interés en los Anexos L y M.

De acuerdo a las necesidades de un Overhaul, se ha determinado que un instrumento para la gestión de un proyecto de esta índole, es el que se muestra en la figura 9, el cual corresponde a un formato de requisición donde se describen elementos como: cantidad, descripción, referencia, unidad, responsables, entre otros, indispensables para las adquisiciones en proyectos como Overhaul.

La planeación de requerimientos para la consecución de las partes del equipo comienza con el aseguramiento de los repuestos que se pretenden cambiar (listado), se verifica el estado de inventario y los faltantes se solicitan mediante el



**3.1.7 Interesados.** La Gestión de los Interesados requiere mucha habilidad y dedicación por parte del director del proyecto, debido a que una de las claves fundamentales del éxito de un proyecto, es lograr una efectiva gestión del compromiso y participación de todos los actores interesados (stakeholders). La gestión de los interesados incluye los procesos necesarios para identificar a todos los involucrados, analizando sus requisitos, intereses y expectativas, así como sus niveles de interés, compromiso e influencia sobre el proyecto de un Overhaul para Compresores Ajax DPC600. El nivel de importancia que se dé a la gestión de los interesados garantiza la implementación de manera efectiva y posibilidad comprobar sistemáticamente que cada actor sigue comprometido con el éxito del proyecto.

Es por esto que la plantilla de Registro de interesados (figura 12), contiene elementos que permiten conservar, mantener y distribuir la información a quien corresponda.

**Figura 12. Plantilla Registro de Interesados**

PLANTILLA REGISTRO DE INTERESADOS									
NOMBRE DEL PROYECTO:								FECHA:	
NOMBRE	CEDULA	COMPAÑÍA	CARGO	CORREO	URGENCIA	PODER	LEGITIMIDAD	CELULAR	FIRMA
					Necesidad de atención inmediata	Capacidad de imponer su voluntad	Pertinencia para el proyecto		

Fuente: Autores de este documento.

## 4. DOCUMENTOS

En este capítulo se encuentran documentos como: procedimientos, guías e instructivos que soportan la metodología Planeación de Overhaul para la Maquina AJAX DPC600, se elaboró un formato de acta de reunión, formato de orden de servicio (ver anexos N y O) y 10 procedimientos, los cuales son los más utilizados según juicio de expertos (planeador y especialistas de mantenimiento). Y otros procedimientos que hacen parte de los activos de la organización.

Los procedimientos son los siguientes:

Sistema de Compresión

Sistema de Control e Instrumentación

Sistema de Ignición y Fuerza

Sistema de Intercambiador de Calor

Sistema de Lubricación

Sistema de Pre-arranque y Arranque

Sistema de Vasijas y Tuberías

Metrología Dimensional

Pintura

Tintas Penetrantes

El contenido de los procedimientos podrán ser apreciados en los anexos de este documento (Ver Anexos P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y). Los procedimientos están constituidos por un objetivo general, alcance, definiciones y abreviaturas, responsabilidades, herramientas, seguridad en la salud, aspectos ambientales, descripción de actividades.

## 5. CONCLUSIONES

- Los lineamientos del PMI, fueron base fundamental para la estructuración de esta metodología, confirmando que la aplicación de la guía del PMBOK® quinta edición, facilita la planeación de un proyecto, para este caso de un Overhaul para compresores Ajax DPC 600.
- Proyectos como Overhaul para compresores Ajax DPC 600, los cuales son a corto plazo (paradas de planta), requieren de una planeación detallada y muy bien organizada, ya que cualquier error por muy insignificante que se considere, altera la excelente ejecución y sobre todo el tiempo de entrega del producto (compresor en operación).
- La guía del PMBOK® quinta edición, fue la plataforma para esta metodología, aclarando que se utilizaron algunos elementos como: alcance, cronograma, recursos humanos, riesgos, adquisiciones e interesados, esto con el fin de abarcar los que habitualmente se usan, pero que actualmente por fallas en la planeación, no se están obteniendo los resultados esperados.
- El análisis de manuales, opiniones de expertos, apoyaron el proceso para complementar la obtención del plan para la dirección de un Overhaul para compresores Ajax DPC 600.

## BIBLIOGRAFÍA

AJAX. Disponible en: <http://www.premen.ru/es/content/compressors/porsh/ajax/>

API-STD. 618. Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical and Gasindustry Services. 4th Edition. Junio 1995.

API-STD. 670; 2000 4th Edition Machinery protection systems.

Compresores: Fuente de Potencia y Energía para la Industria. Disponible en: [http://www.revista-mm.com/ediciones/rev70/maquinaria\\_compresores.pdf](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev70/maquinaria_compresores.pdf).

Cooper Industries. Ajax Superior. Manual de Manejo y Mantenimiento - Compresores de Motor Integrado DPC-600. Springfield, Ohio 45501.

Cooper Industries. Manual de especificaciones técnicas moto-compresores AJAX DPC 600.

Cooper Industries. Manual de partes moto-compresores AJAX DPC 600.

Cooper Industries. Programa de Información para los usuarios. Compresores Ajax.

Determinación de modos de fallo y sus efectos en máquinas de la industria petroquímica. Disponible en: [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8017/PFC\\_Jaime\\_Salvado\\_Ruiz.pdf?sequence=](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8017/PFC_Jaime_Salvado_Ruiz.pdf?sequence=)

Disponible en: <http://www.atenos.com/version-final-de-la-guia-del-pmbok-5ta-edicion-en-espanol/>

Disponible en: [http://www.compair.es/About\\_Us/Compressed\\_Air\\_Explained--03The\\_three\\_types\\_of\\_compressors.aspx](http://www.compair.es/About_Us/Compressed_Air_Explained--03The_three_types_of_compressors.aspx).

Disponible en: <http://www.energyprocess.com.au/eps-compression/products-services/compression-equipment/ajax-integral-engine-compressors/ajax-history.aspx>

Disponible en: [http://www.isa-spain.org/images/biblioteca\\_virtual/control%20de%20compresores%20alternativos.pdf](http://www.isa-spain.org/images/biblioteca_virtual/control%20de%20compresores%20alternativos.pdf)

Estructuras organizativas y tipos de organigramas. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos4/docs/ger/estrongorg.htm>

ISO 13707: 2000. Petroleum and Natural Gas Industries-Reciprocating Compressor.

La necesidad del overhaul en motores de gas. Disponible en: <http://www.renovetec.com/overhaulmotoresgas.html>.

PALENCIA CUENCA, Javier Antonio. Metodología de análisis de compresores a través del modelaje de confiabilidad y cálculo del ciclo de vida. Tesis de Postgrado. Coordinación de Postgrados Ingeniería Mecánica. Universidad Simón Bolívar. Octubre 2009.

Predictivo en las Facilidades de Producción de Petróleo. Monografía. Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2009.

Programas de Mantenimiento para Moto-Compresores Integrales Ajax. Disponible en: <http://www.endyn.com/quality/bulletins/pdfs%5CTB%5C1029sp.pdf>.

Project Management Institute, Inc. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) – Edición 2013.

Sistema de mantenimiento. Disponible en: <http://www.sistemademantenimiento.com/2011/09/paradas-de-plantas-en-mantenimiento.html>

Tipos y modelos de mantenimiento. Disponible en: <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Tipos+de+mantenimiento>.

## **ANEXOS**

## ANEXO A. Modelo de diccionario de WBS/EDT

### ALCANCE

ÍTEM	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
0	0	METODOLOGÍA	Conjunto de procedimientos para la dirección del proyecto : Overhaul maquina Ajax DPC600	Tener como base los lineamientos del PMI
2	1.1	ACTA DE RECIBO	Documento mediante el cual se recibe formalmente el compresor para proceso de Overhaul	Formato que haga alusión a los siguientes temas: manuales, instructivos y otros, con la fecha de recibo y responsables.
3	1.2	ORDEN DE SERVICIO	Documento mediante el cual se ordena la prestación de dichos servicios	Formato que contenga los siguientes ítems: Interesados, Alcance del servicio, valor, plazo de ejecución, seguros garantía, salud, seguridad industrial y medio ambiente, representantes técnicos y administrativos
5	2.1	INSTRUCTIVO	Documento que sirve como guía para instruir y guiar la actividad de limpieza	Formatos que contemple listas de chequeo para insumo, herramientas, equipos, etc.
6	2.2	INSUMOS	Documento con el listado de insumos que cumplan con lo sugerido en el instructivo.	Lista de verificación de los insumos
7	2.3	MAQUINARIA Y EQUIPOS	Listado de equipos y maquinaria para realizar la limpieza, incluido en el instructivo de limpieza	Lista de verificación donde se determinen los equipos, maquinaria para la limpieza
8	2.4	SOLICITUD DE INSUMO	Documento en el que se hace una petición formal de los insumos requeridos	Este formato debe contener: listado de insumos con las cantidad y especificaciones técnicas, firma de quien lo solicita y aprueba con la fecha de aprobación
10	3.1	DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	Documento que contiene listas de verificación para realizar el diagnóstico, diligenciadas en la medida que se haga el diagnóstico	Formato que incluya: Número de partes, estado, lista de partes y columna de observaciones

ÍTEM	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
11	3.2	SIST-MOTRIZ	<p>Documento donde se encuentra el listado de partes a verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cilindro motrices</li> <li>-Pistón</li> <li>-Vástagos y tuercas</li> <li>-Anillos</li> <li>-Empaquetadura y empaques de aceite</li> <li>-Crucetas</li> <li>-Válvulas KIENNY</li> <li>-Bobinas, Bujías y cables de primarios y secundarios</li> <li>-Válvula Rebecca etc.</li> </ul>	<p>Formato de Metrología donde se verifica estado de: pistones, anillos, vástagos, tuerca, empaquetadoras y crucetas. Toma de parámetros de voltaje entre otros, de bobinas, bujías, cables. Contiene también estado de los componentes internos de la válvula Rebecca.</p>
12	3.3	SIST-COMPRESOR	<p>Documento donde se verifica la condición en que se encuentran las partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cilindro compresores</li> <li>-Crucetas</li> <li>-Pistón</li> <li>-Vástagos y tuercas</li> <li>-Anillos</li> <li>-Rider ring</li> <li>-Empaquetadura y empaques de gas, -Verificar empaquetadura de las válvulas de bolsillos etc.</li> <li>-Válvulas KIENNY, -Válvulas compresoras de succión y descarga</li> <li>-Espárragos de los cilindros y culatas</li> </ul>	<p>Formato de Metrología diligenciado: Pistones, anillos, crucetas, vástagos y tuercas, empaquetaduras. Verificar el estado de las válvulas compresoras, Oring de las válvulas de bolsillos</p>
13	3.4	SIST-LUBRICACIÓN	<p>Documento en el cual se deja evidencia del estado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tubing</li> <li>-Lubricador</li> <li>-Bombines</li> <li>-Gobernador</li> <li>-Panelas</li> <li>-Contador de flujo</li> <li>-Cheques de lubricación</li> <li>-Switch no flow, - switch de nivel del carter y Mito</li> <li>-Eje, levas, separadores de la bomba del sistema hidráulico</li> </ul>	<p>Formato diligenciado para verificar el estado de las partes: Pistones, anillos, crucetas, vástagos y tuercas, empaquetaduras. Verificar el estado de las válvulas compresoras, Oring de las válvulas de bolsillos</p>

ÍTEM	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
			-Válvulas de seguridad	
14	3.5	SIST- INSTRUMENTO S Y CONTROL	Documento que se utilizará para verificar el estado de: -Cámara de flotación -Switch neumático, -Switch eléctrico, -Switch de nivel de seguridad -Vidrios de Nivel -Regulador de aire -Manómetros pi -Switch de vibraciones -Termocuplas -Gobernador -Cambio pickup -Válvula de control de flujo, -Válvula Poppet, -Válvula big joe, -Válvulas de corte y de bola, -Válvula de control, -Válvulas psv -Otros	Formato de chequeo diligenciado dejando evidencia del estado de las partes y observaciones de las mismas.
15	3.6	SIST- ENFRIAMIENTO	Mediante un documento se verificará estado de: -Guarda correas -Correa de bomba de agua -Polea del ventilador -Aspas -Manzana -Eje -hub -Tensor -Bomba del agua -Accesorios de enfriamiento -Tubería de refrigeración de entrada y salida de agua -Tapones del cooler -Sondear y lavar interna y externamente el cooler -Tanque de expansión del cooler -Eje del ventilador -Aspas y manzanas -Polea metrología -Voluta de la bomba	Diligenciar formato de chequeo y Formato de Metrología que contiene: Eje del ventilador, poleas, hub, manzana, tensor, etc.

ÍTEM	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
			-Otros	
16	3.7	SIST-ELÉCTRICO	Documento mediante el cual se verifica el estado de las partes: -Panel de control DE2200, -Acometidas eléctricas de la máquina, -Tubería conduit, -Cables	Gestionar el formato de chequeo de las partes.
17	3.8	SIST- DE VASIJAS Y TUBERÍA	Se verificará con un documento los siguientes componentes: -Sistema de gas, -Botellas de pulsación, -Scrubbers, -Superficies pintadas	Lista de chequeo que evidencie los hallazgos encontrados
18	4.1	GENERALIDADES	Documento donde se encuentran instructivos o procedimientos para determinar los detalles como pintura, acabados, etc. (presentación del compresor)	Gestionar el formato con los insumos requeridos para el acabado superficial de la máquina
19	4.2	SIST-MOTRIZ	Documento que contiene el procedimiento del sistema motriz y lista de componentes a reemplazar y reutilizar	Formato diligenciado de las partes a sustituir y/o reutilizar con sus respectivas observaciones
20	4.3	SIST-COMPRESOR	Documento que contiene el procedimiento del sistema compresión y lista de componentes a reemplazar y reutilizar	Formato diligenciado de las partes a sustituir y/o reutilizar con sus respectivas observaciones
21	4.4	SIST-LUBRICACIÓN	Documento que contiene el procedimiento del sistema de lubricación y lista de componentes a reemplazar y reutilizar	Formato diligenciado de las partes a sustituir y/o reutilizar con sus respectivas observaciones
22	4.5	SIST-ENFRIAMIENTO	Documento que contiene el procedimiento del sistema de enfriamiento o cooler y lista de componentes a reemplazar y reutilizar	Formato diligenciado de las partes a sustituir y/o reutilizar con sus respectivas observaciones
23	4.6	SIST-INSTRUMENTOS Y CONTROL	Documento que contiene el procedimiento del sistema de instrumentación y control, lista de componentes a reemplazar y reutilizar	Formato diligenciado de las partes a sustituir y/o reutilizar con sus respectivas observaciones
24	4.7	SIST-ELÉCTRICO	Documento que contiene el procedimiento y lista de componentes a reemplazar y reutilizar	Formato diligenciado de las partes a sustituir y/o reutilizar con sus respectivas observaciones
26	5.1	GENERALIDADES	Documento que contiene los procedimientos para gestionar las adquisiciones donde se recopila el listado de las partes a comprar	El formato debe tener cantidades requeridas, números partes, descripción del repuesto
27	5.2	SIST-MOTRIZ	El documento que contenga el listado de las partes a sustituir del sistema motriz (números partes,	El formato debe considerar: cantidad requerida, número parte, descripción del

ÍTEM	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
			descripción del repuesto)	repuesto, unidad y observaciones
28	5.3	SIST-COMPRESOR	El documento que contenga el listado de las partes a sustituir del sistema compresión (números partes, descripción del repuesto)	El formato debe considerar: cantidad requerida, número parte, descripción del repuesto, unidad y observaciones
29	5.4	SIST-LUBRICACIÓN	El documento que contenga el listado de las partes a sustituir del sistema lubricación (números partes, descripción del repuesto)	El formato debe considerar: cantidad requerida, número parte, descripción del repuesto, unidad y observaciones
30	5.5	SIST-ENFRIAMIENTO	El documento que contenga el listado de las partes a sustituir del sistema de enfriamiento (números partes, descripción del repuesto)	El formato debe considerar: cantidad requerida, número parte, descripción del repuesto, unidad y observaciones
31	5.6	SIST-INSTRUMENTOS Y CONTROL	El documento que contenga el listado de las partes a sustituir del sistema instrumento y control (números partes, descripción del repuesto)	El formato debe considerar: cantidad requerida, número parte, descripción del repuesto, unidad y observaciones
32	5.7	SIST-ELÉCTRICO	El documento que contenga el listado de las partes a sustituir del sistema eléctrico (números partes, descripción del repuesto)	El formato debe considerar: cantidad requerida, número parte, descripción del repuesto, unidad y observaciones
34	6.1	GENERALIDADES	Se establece por medio del manual de partes y procedimientos la ubicación de los componentes por sistema	Formato que contenga el listado de variables por sistema
5	6.2	SIST-MOTRIZ	Tomando como guía el manual de partes y procedimientos se puede garantizar que los componentes quede bien instalados y ajustados estos son: - las bancadas se encuentre alineadas - Instalar puentes del carter - Instalar slinger - Cambio de cremallera a la volante - Instalar casquetería de las bancadas -Montaje del cigüeñal - Monte de bielas y casquetes - Monte de las 3 crucetas - Instalar pistones con sus respectivos vástagos - Monte de empaquetadura de aceite - Monte de los tres cilindros - Polea principal - Colocar volante - Tapas laterales,	Formato de inspección de partes instaladas diligenciado

ÍTE M	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tapas superior</li> <li>- Tapas bancadas</li> <li>- Tapas frontal</li> <li>- Tapas posterior trasera,</li> <li>- Instalar tubos de escape</li> <li>- Monte de las 3 culatas y espárragos</li> <li>Motrices</li> <li>- Instalación de válvulas Rebecca.</li> <li>- Instalar sistema de aire y gas combustible</li> <li>- Instalación del gobernador</li> <li>- sistema de refrigeración de cilindros</li> <li>-Otros</li> </ul>	
36	6.3.	SIST- COMPRESOR	<p>Tomando como guía el manual de partes y procedimientos se puede garantizar que los componentes quede bien instalados y ajustados estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvulas compresoras ( Succión y descarga)</li> <li>- Montaje bielas compresoras, - Montaje de las dos crucetas, - Montaje de cilindros,</li> <li>- Montaje de empaquetadura de gas y aceite,</li> <li>- Montaje de pistones compresor</li> <li>- Apretar tuerca de ajuste del vástago a 3200 lbs</li> <li>- Montaje de válvulas de bolsillos, - Montaje de tapas laterales de los cilindro</li> <li>- Colocar línea y mangueras de refrigeración</li> <li>- Ajuste del recorrido del pistón</li> <li>- Instalación del sistema de lubricación</li> <li>- Verificación de lubricación a los cilindros compresores</li> </ul>	Formato de inspección de partes instaladas diligenciado
37	6.4.	SIST- LUBRICACIÓN	<p>Tomando como guía el manual de partes y procedimientos se puede garantizar que los componentes quede bien instalados y ajustados estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubing</li> <li>- Lubricador</li> <li>- Bombines</li> <li>- Gobernador</li> </ul>	Formato de inspección de partes instaladas diligenciado

ÍTEM	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Panelas</li> <li>- Contador de flujo</li> <li>- Cheques de lubricación</li> <li>- Switch no flow, - switch de nivel del carter,</li> <li>- Switch de nivel del aceite del carter</li> <li>- Eje de levas, separadores de la bomba del sistema hidráulico</li> <li>- Válvulas de control morphy, - Válvulas PSV</li> <li>- Manómetro</li> </ul>	
38	6.5.	SIST- ENFRIAMIENTO	<p>Guiados por el manual de partes y procedimientos se garantiza que los componentes quede bien instalados y ajustados. estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guarda correas, - Correa de bomba de agua, - Polea del ventilador, - Aspas, - Manzana,</li> <li>- Eje y rodamiento, - hub, - Desmote del tensor, - Cooler totalmente limpio interna y externamente, - Tapones del cooler instalados y ajustados,</li> <li>- Líneas de aguas nuevas</li> <li>- Instalación de accesorios de tubería como válvulas de bola, universales, codos etc.</li> </ul>	Formato de inspección de partes instaladas diligenciado
39	6.6.	SIST- INSTRUMENTOS Y CONTROL	<p>Guiados por el manual de partes y procedimientos se garantiza que los componentes quede bien instalados y ajustados, estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámara de flotación con Mto</li> <li>- Mantenimiento switch neumático,</li> <li>- Mantenimiento switch eléctrico,</li> <li>- Mantenimiento válvula de control</li> <li>- Realizar Mantenimiento vidrios de nivel</li> <li>- Garantizar que el regulador de aire funcione</li> <li>- Realizar Mantenimiento válvulas psv</li> <li>- Cambio de válvulas</li> <li>- Tener los sistemas desconectados</li> <li>- Desconectar instrumentación del cooler</li> <li>- Realizar pruebas para verificar el óptimo desempeño del switch</li> <li>- funcional de manómetros pi</li> </ul>	Formato de inspección de partes instaladas diligenciado

ÍTE M	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Función de Termocuplas</li> <li>- Gobernador</li> <li>- Cambio pickup</li> <li>- válvula de control de flujo, - válvula Poppet,</li> <li>- válvula big joe, - válvulas de corte y de bola</li> <li>- switch de nivel de seguridad, - switch indicadores de presión, - switch de vibraciones</li> <li>- Señales</li> <li>- Superficies pintadas</li> <li>-instrumentación Scrubbers, - instrumentación motor- cooler,</li> <li>- instrumentación co+E64mpresor</li> <li>- Conexión eléctrica cooler</li> <li>- Eliminar fugas en los sistemas</li> </ul>	
40	6.7.	SIST- ELÉCTRICO	<p>Tomando como guía el manual de partes y procedimientos se puede garantizar que los componentes quede bien instalados y ajustados estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de tubería conduit,</li> <li>- Cableado nuevo, - Reemplazo de acometidas, - Sustitución de borneras</li> </ul>	Formato de inspección de partes instaladas diligenciado
41	7.	PRUEBA Y ARRANQUE		
42	7.1.	PRUEBAS	<p>Para este proceso es necesario el uso del procedimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vez se hayan verificado se procede a retirar el personal</li> <li>-Se dejan cerradas todas las válvulas ya que la primera prueba es para verificar si está llegando aire al motor de arranque</li> <li>-Cuando se compruebe que el motor de arranque está bien se habré las válvulas de gas combustible para hacer una prueba de 10 minutos en vacío</li> </ul>	Asegurar que todo el personal involucrado en el arranque firme la lista de asistencia
43	7.2.	ARRANQUE	<p>Para este proceso es necesario el uso del procedimiento</p> <p>Realizada con éxito la prueba anterior se procede a realizar el arranque hasta dejarla en operación</p>	Asegurar que todo el personal involucrado en el arranque firme la lista de asistencia

ÍTEM	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
45	8.1.	ACTA DE ENTREGA	Documento por el cual se hace entrega formal de la maquina en operación	Formato diligenciado y firmado por las partes interesadas
46	8.2.	LECCIONES APRENDIDAS	Documento mediante el cual, se establecen los eventos ocurrido durante el proyectos que afectaron positiva o negativamente el Overhaul	Formato diligenciado y firmado por los interesados
48	9.1.	INSTRUCTIVO	Guía mediante el cual, se establecen las indicaciones precisas sobre manejo de una actividad de maquinaria, equipo etc.	Documento que contenga el Paso a paso de las actividades
49	9.2.	PROCEDIMIENTO (PDT)	Documento técnico en el que se detallan las formas en que se desarrolla las actividades y todo el proceso del Overhaul	Documento que contenga el Paso a paso de las actividades
50	9.3.	FORMATOS	Documento mediante el cual se codifica la información para ser almacenada	Información concreta y veraz
51	9.4.	DOCUMENTOS	Archivos conformados con el objeto de soportar la información del proyecto como: - Formatos, -Procedimientos, -Instructivos, - Otros	Documento que contenga el Paso a paso de las actividades
52	10.	CRONOGRAMA	Es una lista detallada de las actividades Vs tiempo que se realizaran durante el Overhaul	Tener en cuenta todas las actividades con sus respectivos tiempos
53	11.	PRESUPUESTO	Formato mediante el cual se plasma el costo planeado	El formato debe contener -Descripción detallada -Cantidad, -Unidades -Costos unitario -Costo parcial -Otros
54	11.1	MECANIZADOS	Formato en el cual se consignan las partes que requieren ser reparadas en taller	El formato debe contener -Descripción detallada -Cantidad, -Unidades -Planos de metrología -Otros
55	11.2	REPUESTOS	Listado de partes que conforma el equipo compresor	Formato que contiene Descripción detallada -Numero parte -Cantidad, -Unidades -Otros

ÍTE M	ID	ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
56	11. 3	MANO DE OBRA	Listado del personal, procedimiento para selección del personal, que contenga las funciones por carago, la experiencia y certificaciones.	Que contenga las experiencias, roles y funciones del personal involucrado en el Overhaul.

Fuente: Autores de este documento.

## ANEXO B. Formato acta de constitución del proyecto

Nombre del Proyecto:	
Equipo del Proyectos:	
Fecha de elaboración:	
Director:	
Propósito	
Justificación	
Objetivo General	
Descripción de Alto Nivel	
Suposiciones	
Restricciones	
Riesgos de alto nivel	Se incluyen los objetivos específicos detallando los límites de cumplimiento.
Cronograma Hitos	
Listado de Interesados	
Resumen del presupuesto	
Criterios de aceptación de los entregables	
Firmas:	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 200px; border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>             Patrocinador         </div> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 200px; border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>             Director del proyecto         </div> </div>

Fuente: Autores de este documento.





CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ESTIMADAS													
I T E M	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MESES/SEMANAS											
		ENER	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
3.	DIAGNÓSTICO												
3.1	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Motriz.												
3.2	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Compresor												
3.3	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Lubricación												
3.4	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema de Instrumentos y Control												
3.5	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema de Enfriamiento												
3.6	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Eléctrico												
3.7	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema de Vasijas y Tuberías												
4.	SOLUCIÓN												
4.1	Desarrollar el Plan de acción para Sistema Motriz												





CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ESTIMADAS													
I T E M	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MESES/SEMANAS											
		ENER	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
	Sistema de Vasijas y Tubería												
7.	PRUEBA Y ARRANQUE												
7.1	Realizar las Pruebas												
7.2	Efectuar el Arranque												
8.	ENTREGA												
8.1	Gestionar el Acta de Entrega												
8.2	Listar las Lecciones Aprendidas												
9.	DOCUMENTOS												
9.1	INSTRUCTIVO												
9.2	PROCEDIMIENTO(PDT)												
9.3	FORMATOS												
9.4	DOCUMENTOS												
10.	Desarrollar el Cronograma												
11.	Estimar el Presupuesto												
11.1	Estimar presupuesto para Mecanizados												
11.2	Establecer el presupuesto para los Repuestos												
11.3	Establecer Presupuesto de Mano de Obra												

Fuente: Autores de este documento.

## ANEXO E. Modelo formato de presupuesto de las actividades

Este formato se estableció tomando como base las actividades del cronograma.

MODELO DE PRESUPUESTO PARA UN OVERHAUL-COMPRESOR AJAX DPC 600					
ID DE LA EDT	SEGUIR EL ORDEN DE LA WBS/EDT	CANT.	UNID.	COSTOS ESTIMADOS	
Ítem	DESCRIPCIÓN			COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
0	Desarrollar Acta de Constitución (hora/hombre)				
1.	RECCIÓN				
1.1	Desarrollar el Acta e Recibo (horas/hombre)				
1.2	Gestionar la Orden de Servicio (horas/hombre)				
2.	LIMPIEZA PRELIMINAR				
2.1	Revisar el instructivo (horas/hombre)				
2.2	Listado de Insumos (horas/hombre)				
2.3	Alquiler de maquinarias y equipos				
2.4	Requisición de Insumos (horas/hombre)				
3.	DIAGNOSTICO				
3.1	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Motriz.				
3.2	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Compresor				
3.3	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Lubricación				
3.4	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema de Instrumentos y Control				
3.5	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema de Enfriamiento				
3.6	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema Eléctrico				
3.7	Realizar el diagnóstico preliminar del Sistema de Vasijas y Tuberías				
4.	SOLUCIÓN				
4.1	Desarrollar el Plan de acción para Sistema Motriz				
4.2	Desarrollar el Plan de acción para Sistema				

MODELO DE PRESUPUESTO PARA UN OVERHAUL-COMPRESOR AJAX DPC 600					
ID DE LA EDT	SEGUIR EL ORDEN DE LA WBS/EDT	CANT.	UNID.	COSTOS ESTIMADOS	
Ítem	DESCRIPCIÓN			COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
	Compresor				
4.3	Desarrollar el Plan de acción para Sistema Lubricación				
4.4	Desarrollar el Plan de acción para Sistema de Enfriamiento				
4.5	Desarrollar el Plan de acción para Sistema Instrumentos y Control				
4.6	Desarrollar el Plan de acción para Sistema Eléctrico				
4.7	Desarrollar el Plan de acción para Sistema de Vasijas y Tuberías				
5.	ADQUISICIÓN				
5.1	Parte del Sistema Motriz				
5.2	Partes del Sistema Compresor				
5.3	Partes del Sistema de Lubricación				
5.4	Partes del Sistema de Enfriamiento				
5.5	Partes del Sistema de Instrumentación y Control				
5.6	Partes del Sistema Eléctrico				
5.7	Partes del Sistema de Vasijas y Tubería				
6.	MONTAJE				
6.1	Ejecutar el montaje del Sistema Motriz				
6.2	Ejecutar el montaje del Sistema Compresor				
6.3	Ejecutar el montaje del Sistema de Lubricación				
6.4	Ejecutar el montaje del Sistema de Enfriamiento				
6.5	Ejecutar el montaje del Sistema de Instrumentos y Control				
6.6	Ejecutar el montaje del Sistema Eléctrico				
6.7	Ejecutar el montaje del Sistema de Vasijas y Tubería				
7.	PRUEBA Y ARRANQUE				
7.1	Realizar las Pruebas				

MODELO DE PRESUPUESTO PARA UN OVERHAUL-COMPRESOR AJAX DPC 600					
ID DE LA EDT	SEGUIR EL ORDEN DE LA WBS/EDT	CANT.	UNID.	COSTOS ESTIMADOS	
Ítem	DESCRIPCIÓN			COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
7.2	Efectuar el Arranque				
8.	ENTREGA				
8.1	Gestionar el Acta de Entrega (horas/hombre)				
8.2	Listar las Lecciones Aprendidas (horas/hombre)				
9.	DOCUMENTOS				
9.1	INSTRUCTIVO				
9.2	PROCEDIMIENTO (PDT)				
9.3	FORMATOS				
9.4	DOCUMENTOS				
10.	Desarrollar el Cronograma (horas/hombre)				
11.	Estimar el Presupuesto (horas/hombre)				
11.1	Mecanizados				
11.2	Repuestos				
11.3	Mano de Obra				
	<b>SUBTOTAL</b>				
	<b>COSTO DIRECTO</b>				
	<b>ADMINISTRACION</b>			%	
	<b>IMPREVISTO</b>			%	
	<b>UTILIDADES</b>			%	
	<b>COSTO TOTAL OBRA</b>				

Fuente: Autores de este documento.

## **ANEXO F. Guía para selección de personal OVERHAUL**

### **RECURSOS HUMANOS**

#### **INTRODUCCIÓN**

En el entorno en el que nos movemos, el desafío de muchas empresas es contratar y retener a empleados de calidad con experiencias específicas, por ejemplo, especialistas en mantenimiento mayor de compresores (Overhaul). Esta guía no puede dar respuestas a todas las cuestiones que se plantean durante la selección y la contratación, pero ofrece algunas directrices prácticas y sensatas para contratar a los candidatos más calificados para el puesto, que cumplan a su vez los diversos objetivos para la excelencia.

#### **Objetivo**

Determinar una serie de pasos para lograr una contratación adecuada, con respecto al personal que participara en proyectos de Overhaul de compresores.

#### **DESCRIPCIÓN DEL PERSONAL DE PROYECTO**

**DIRECTOR DE PROYECTOS:** Ingeniero Mecánico con (8) a (12) años de experiencia profesional y por lo menos (8) años de experiencia específica en Dirección de Proyectos de Overhaul (mantenimiento mayor), Paradas de Planta para el sector Petrolero. Con experiencia certificada en Microsoft Project; Especialización en Gerencia y Evaluación de Proyectos y/o Gerencia de Mantenimiento. Demostrar conocimientos y experiencia en gestión contractual, interventoría, administración de contratos, software de planeación y programación.

**PLANEADOR:** Ingeniero Mecánico con cuatro (4) años de experiencia profesional y por lo menos dos (2) años de experiencia específica en mantenimiento en la industria del petróleo. Con experiencia de por lo menos un (1) año en planeación de reparaciones mayores. Se requiere certificación de formación en Microsoft Project, debe demostrar manejo y conocimientos en planeación de obra utilizando Microsoft Project o Primavera Project Planner.

**QA/QC:** Ingeniero mecánico con experiencia profesional superior a cuatro (4) años y experiencia específica de por lo menos un (1) año en manejo de elementos de medición y aseguramiento de la calidad.

**SUPERVISOR HSE:** Profesional de cualquier especialidad con experiencia laboral mínima de dos (2) años en HSE (Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y de Proceso y Medio Ambiente).

**MECÁNICO:** Tecnólogo mecánico o electromecánico con ocho (8) años de experiencia general en mantenimiento Industrial de los cuales mínimo cinco (5) años de experiencia específica en montaje y mantenimiento de sistemas de compresión a gas (motores, compresores, sistemas de enfriamiento – Cooler sistemas de control neumáticos y electrónicos).

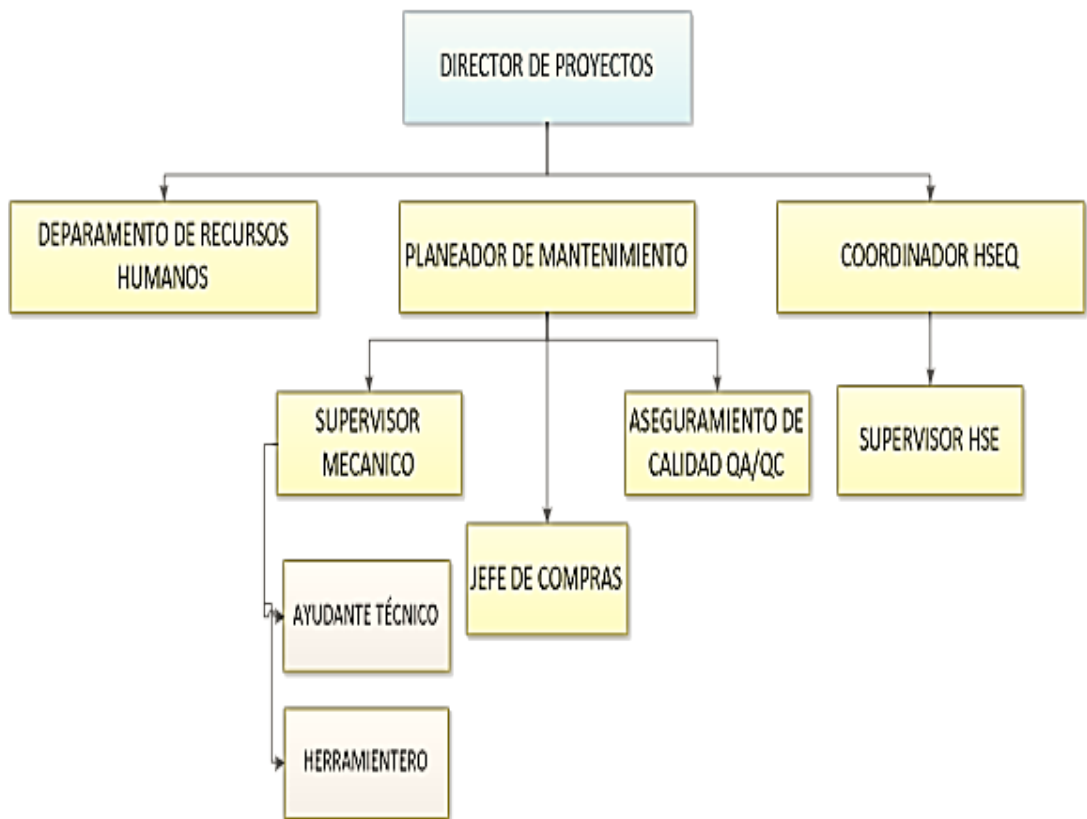
**AYUDANTE MECÁNICO:** Experiencia mínima de un (1) año de trabajo en labores mecánicas en la industria del petróleo, conocimientos básicos de seguridad industrial.

**HERRAMIENTERO:** Experiencia mínima de un (1) año de trabajo en labores mecánicas en la industria del petróleo, conocimientos básicos de herramientas mecánicas e instrumentación.

El organigrama hace parte integral del proyecto y es muy importante que sea expuesto a los involucrados e interesados del mantenimiento mayor, esto facilita la comunicación y deja claro quién es el responsable y por quienes es responsable.

El personal debe reconocer el orden jerárquico del organigrama, sin embargo en el transcurso del desarrollo del proyecto, se pueden asignar responsabilidad a otras personas, si hay ausencia de algunos empleados debido a situaciones contractuales o personales.

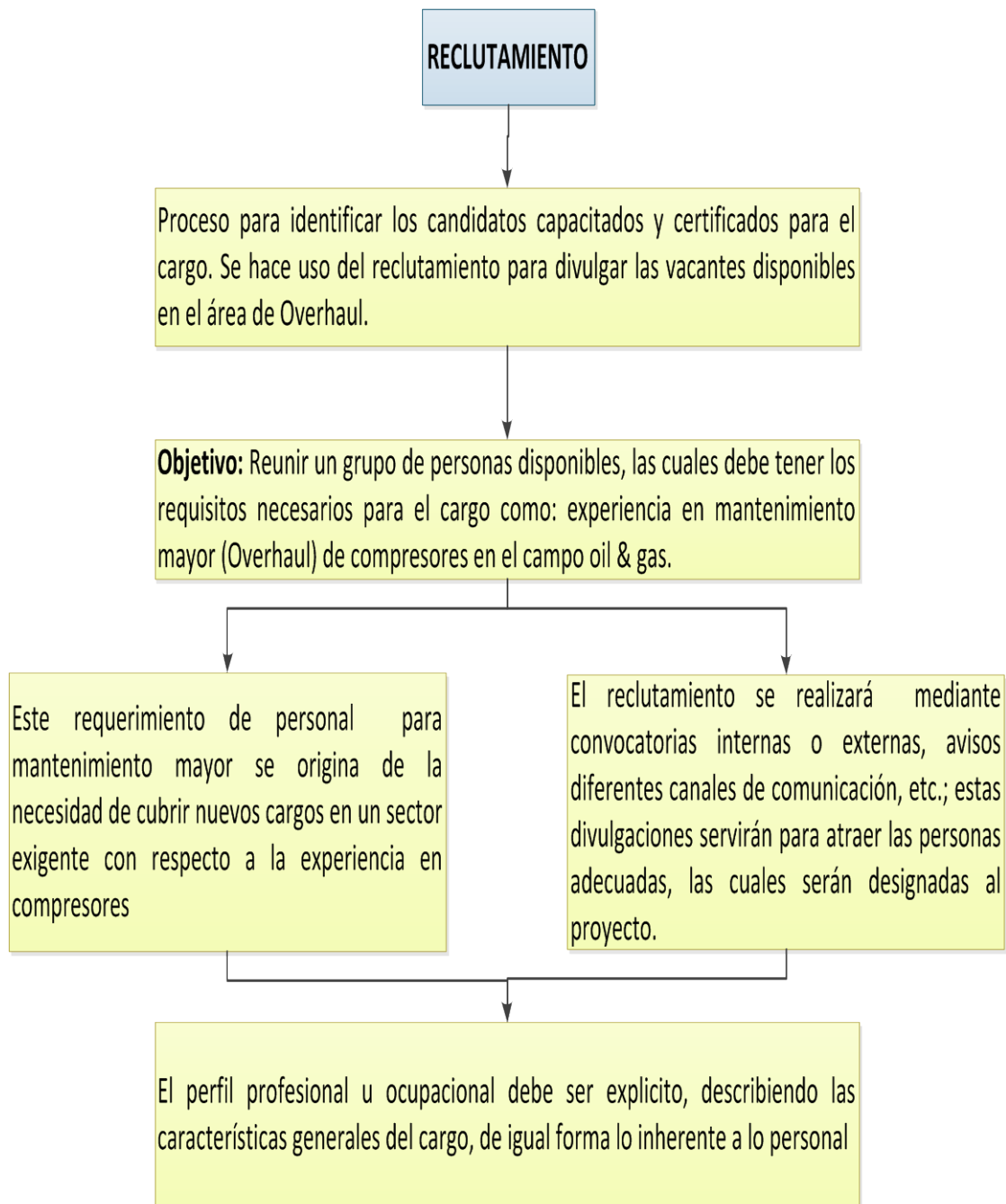
### Organigrama para Overhaul de Compresores (Mantenimiento Mayor)



Esquema 1. Organigrama para Overhaul

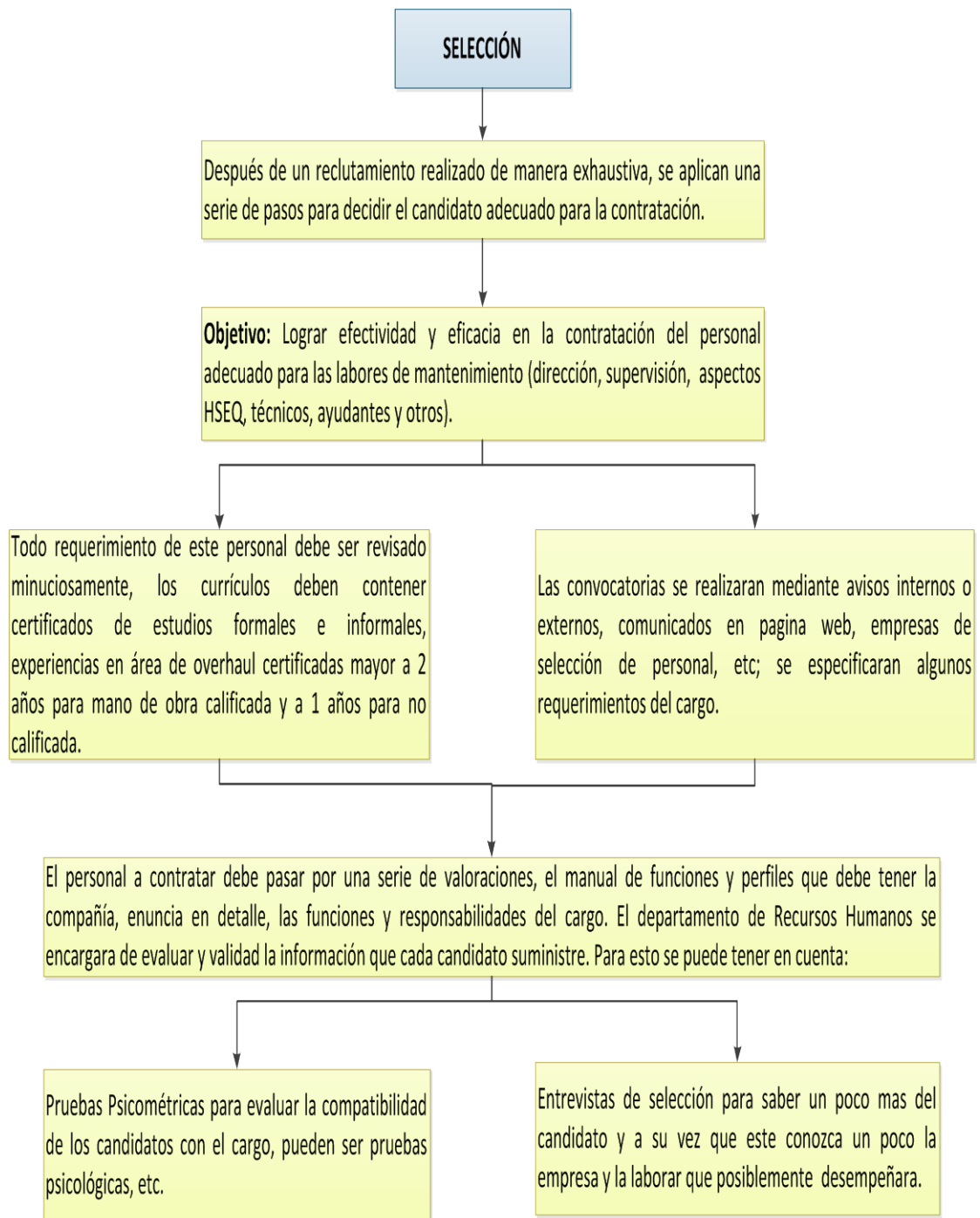
Fuente: Autores de este documento.

## Esquemas para Reclutamiento, Selección, Contratación, Inducción y Capacitación



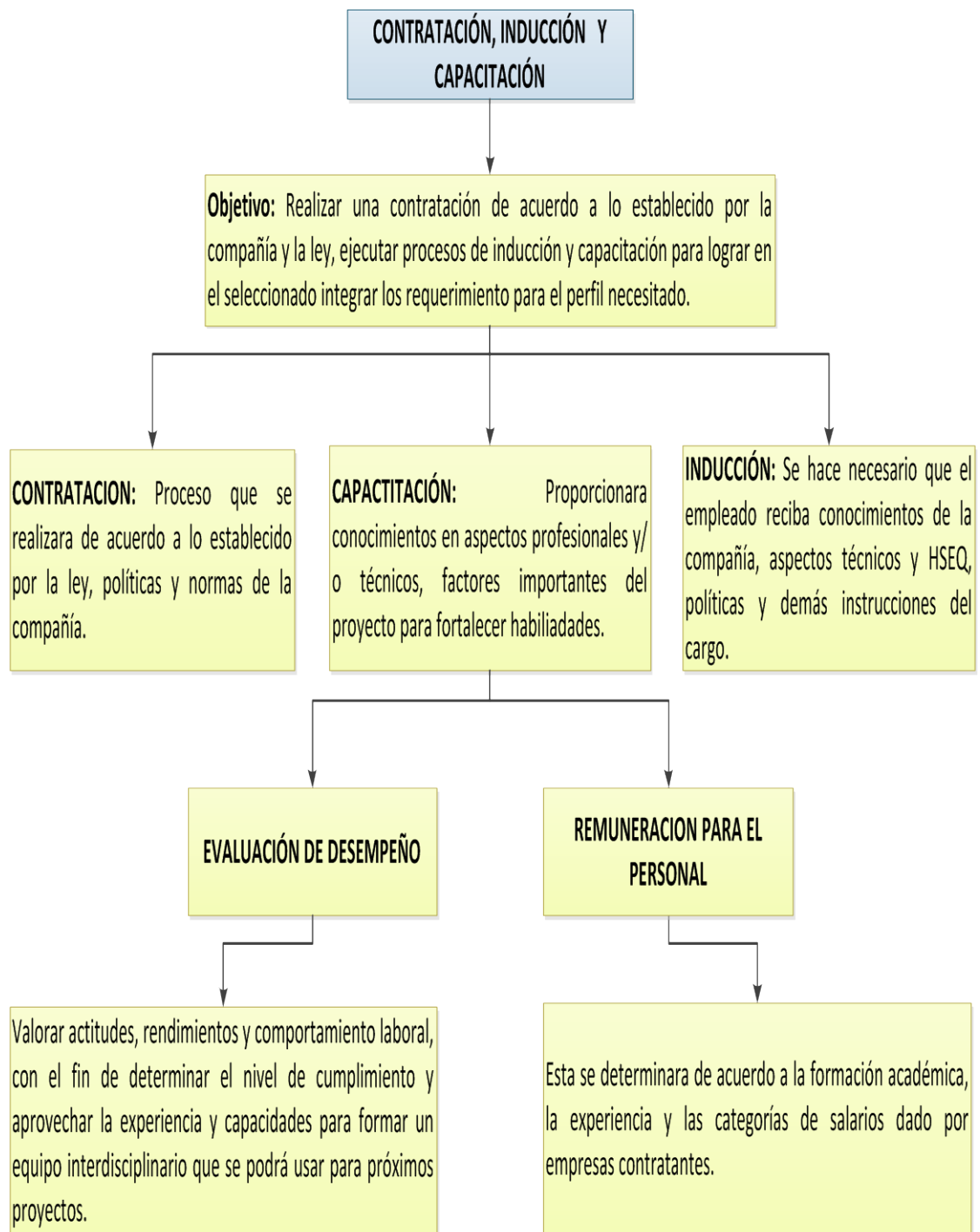
Esquema 2. Reclutamiento del personal de Proyecto.

Fuente: Autores de este documento.



Esquema 3. Selección del Personal de Proyecto.

Fuente: Autores de este documento.



Esquema 4. Contratación, Inducción y Capacitación del personal de Proyecto.

Fuente: Autores de este documento.

### ANEXO G. Matriz personal OVERHAUL

MATRIZ PERSONAL OVERHAUL (Mantenimiento Mayor)				
Nombre del Proyecto:			Fecha de elaboración:	
Responsable	Roles	Responsabilidades	Cumplimiento de Objetivos	
			SI	NO
Director de Proyectos				
Planeador de Mantenimiento				
Supervisor Mecánico				
Ayudante Técnico				
Herramientero				
Jefe de Compras				
Aseguramiento de la Calidad QA/QC				
Departamento de Recursos Humanos				
Coordinador HSEQ				
Supervisor HSE				
	Elaboró		Aprobó	
Número de Revisión	Observaciones			

Fuente: Autores de este documento.

## **ANEXO H. Plan de comunicación**

### **COMUNICACIONES**

#### **INTRODUCCIÓN**

El éxito y el impacto de un proyecto dependen en gran medida de las actividades de comunicación y difusión. Para garantizar desde el principio una planificación y una gestión eficaz y efectiva de las actividades y herramientas de comunicación y difusión se elabora y pone a disposición de los interesados este PLAN DE COMUNICACIÓN. Asimismo, aspectos relevantes del proyecto a través del Programa de las diferentes vías de la comunicación, así como a utilizar correctamente los canales de comunicación.

Nombre del Proyecto: Overhaul-Mantenimiento Mayor para Compresores.

Nombre de los Responsable de la Comunicación:

Director, Planeador de Mantenimiento, Departamento de Recursos Humanos, Aseguramiento de la Calidad QA/QC, Coordinador HSEQ, Supervisores Mecánicos y HSE

#### **Objetivo**

Lograr comunicación clara y constante mediante canales informativos como: teléfonos, avantel, correos electrónicos, video conferencias, reuniones, documentos y otros.

## **Objetivos específicos**

- ✓ Difundir existencia del proyecto de Mantenimiento de Compresores AJAX DPC600 a todo el equipo del proyecto.
- ✓ Convencer y/o concienciar acerca de la necesidad e importancia de incorporar los canales de comunicación en las informaciones que se quieran dar durante el proyecto.
- ✓ Generar espacios y/o medios para comunicar todo lo concerniente al proyecto (avances en el desarrollo del proyecto y resultados del proyecto.), estableciendo tiempo en las comunicaciones, con el fin que el personal este informado con anticipación.
- ✓ Información a los beneficiarios del Proyecto
- ✓ Información que se espera difundir en este proyecto:

**Descripción:** Existencia del documento del proyecto de Overhaul o Mantenimiento Mayor de compresores AJAX DPC 600, mediante reunión con los interesados y el equipo del proyecto.

Lecciones aprendidas de proyectos de Overhaul anteriores.

Qué requerimientos desea con especificidad el patrocinador del proyecto.

Cómo quedan distribuidos y organizados los cargos y funciones del equipo del proyecto.

Beneficios que traerá un excelente desarrollo del proyecto, nuevo contexto. Dejar claro que la realización del proyecto debe estar a la vanguardia en planificación, ejecución, seguimiento y control con visión de mejora en Overhaul.

Estados de avance del proyecto para la incorporación de mejoras, modificaciones, felicitaciones, etc.

Aspectos HSEQ

Valoración acerca de los resultados de cada etapa y al cierre del proyecto.

Información que se considere relevante para el proyecto.

Vías de Comunicación.

Comunicación Formal: informes, actas, instrucciones

Comunicación Informal: correos electrónicos, memorandos, discusiones Vertical (hacia arriba y hacia abajo dentro de la organización) y horizontal (entre pares);





Comunicación Oficial y No Oficial: Oficial; boletines, informe anual y no oficial comunicaciones extraoficiales;

Escrita y oral, y verbal: inflexiones de voz y no verbal; lenguaje corporal.

Herramientas para facilitar la Comunicación.

Correos electrónicos, Documento oficial, Reuniones equipo de proyecto e interesados (dejarlo escrito en acta de reunión), Avantel, Celular.

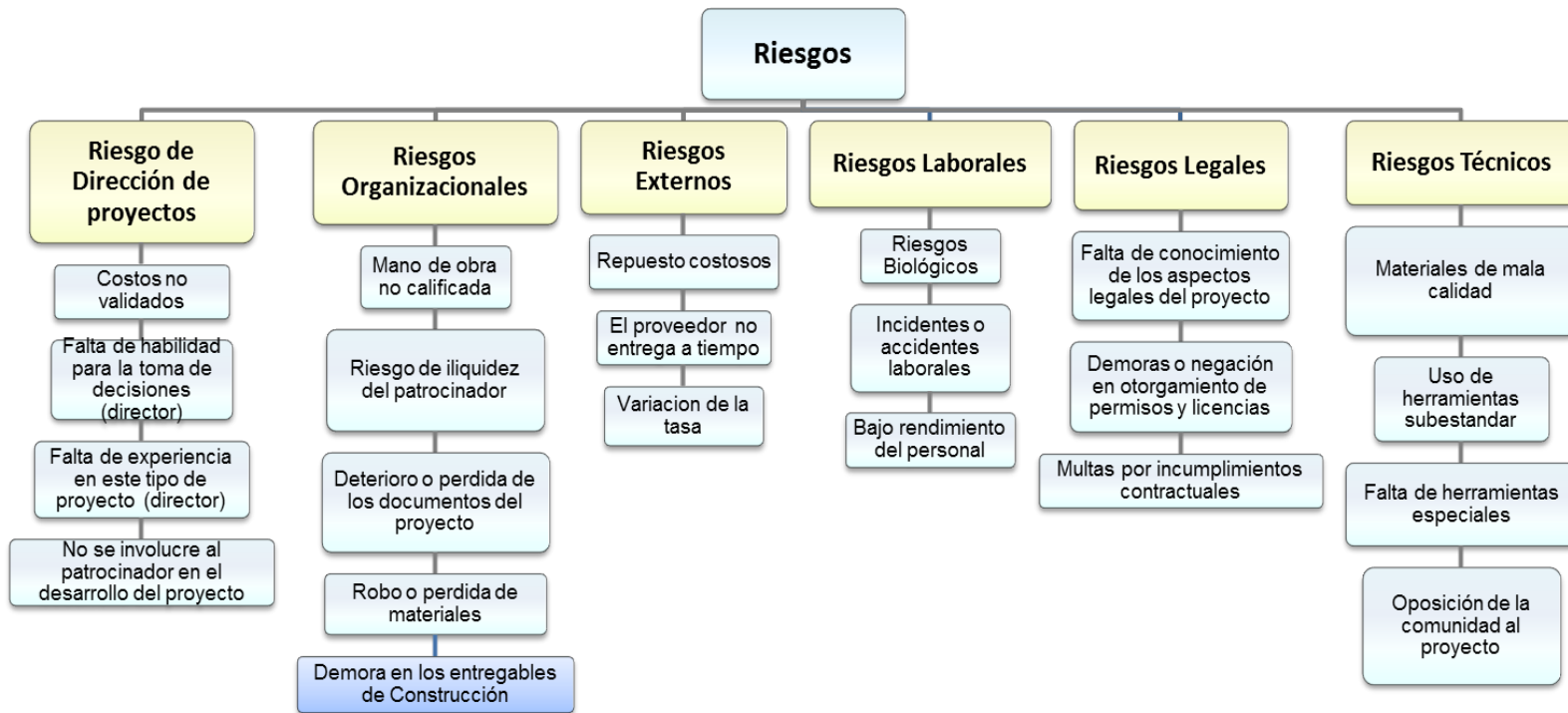
## ANEXO I. Matriz de comunicación

MATRIZ DE COMUNICACIÓN OVERHAUL COMPRESOR AJAX DPC 600						
¿QUE SE COMUNICA?	NOMBRE DEL DOCUMENTO	OBJETIVO DEL DOCUMENTO	VIA DE COMUNICACIÓN	¿QUIÉN LO COMUNICA?	¿CUÁNDO SE COMUNICA?	¿A QUIÉN SE COMUNICA?
Es formular la idea principal o la necesidad que se quiere transmitir			En esta casilla se incluye que tipo de comunicación se utilizara ya sea formal como: informes, actas, instrucciones) e informal (correos electrónicos, memorandos, discusiones • Vertical (hacia arriba y hacia abajo dentro de la organización) y horizontal (entre pares); • Oficial (boletines, informe anual) y no oficial (comunicaciones extraoficiales); y • Escrita y oral, y verbal (inflexiones de voz) y no verbal (lenguaje corporal).	Aca se coloca la persona que se encarga de emitir el mensaje ya sea el director, Planeador, supervisor, patrocinador etc.	En esta casilla se plasma la frecuencia de la comunicación ya sea diario, semanal, mensual etc.	Hace referencia aqui en necesitamos que llegue la información que queremos transmitir
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  Mensaje Oficial via mail    Avantel-celular                 </div> <div style="width: 45%;">  Reuniones grupo formales    Documento oficial                 </div> </div>						

Fuente: Autores de este documento.

## ANEXO J. Modelo de categoría de riesgos

### RIESGOS



Fuente: Autores de este documento.

Esta categoría de riesgos es la que se considera habitualmente, pueden existir otras.







## ANEXO N. Acta de reuniones

### DOCUMENTOS

ACTA No.

Proceso:			
Quién cita la reunión:			
Moderador:			
Lugar:			
Duración estimada:			
Fecha:			
Hora inicio:		Hora de terminación:	

### PARTICIPANTES:

Nombres y Apellidos	Cargo	Firma

### OBJETIVOS DE LA REUNIÓN:

Objetivo	Responsable	Duración

MOMENTO DE SEGURIDAD (Espacio a diligenciar obligatorio)

--

DESARROLLO (Por objetivos)

--

COMENTARIOS

--

COMPROMISOS:

Acción	Responsable	Fecha de entrega de la acción

Fuente: Autores de este documento.

## ANEXO O. Formato orden de servicio

<b>ORDEN DE SERVICIOS</b>		
NIT: COMPAÑIA NIT: DIRECCION TELEFONO FAX EMAIL	COD. FORMATO: ORDEN DE SERVICIO: FECHA OC COMPRADOR FORMA DE PAGO FECHA DE ENTREGA RQ N° ENTREGA A: TIEMPO DE COMPRA:	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CCS</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
INFORMACIÓN PARA FACTURAR: TELEFAX:	DIR:	CIUDAD:
ALCANCE: DEL SERVICIO:		
VALOR Y PRECIOS:		
PLAZOS DE EJECUCIÓN:		
SEGUROS Y GARANTIA:		
SALUD,SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE:		
REPRESENTANTES TECNICOS Y ADMINISTRATIVOS:		

Fuente: Autores de este documento.

## **ANEXO P. Procedimiento del Sistema de Compresión**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las actividades necesarias para ejecutar el OVERHAUL al sistema de compresión del motocompresor de gas AJAX DPC-600. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza el mantenimiento mecánico al Sistema de compresión de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. En este mantenimiento se realizara el cambio de pistones, anillos, rider ring, vástagos de primera y segunda, los cilindros se enviaron a taller dependiendo de la condición en que se encuentren de igual forma se cambiaran las empaquetaduras correspondiente al sistema. Este procedimiento se elabora para conocimiento del supervisor de la unidad y el técnico que ejecutará la operación. Se inicia con la planeación de la tarea y se termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **1. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.1. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga. Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas) el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador, es inyectado a las cámaras de combustión a través de

un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas. En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla mediante la chispa de una bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo de ignición o el magneto.

La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de dos tiempos:** El motor de dos tiempos efectúa una carrera de impulsión por cada vuelta del cigüeñal. Los tiempos de compresión, encendido, expansión, escape y barrido, por este orden, al ejecutarlos en dos carreras del pistón originan la denominación de dos tiempos. El pistón al avanzar hacia la culata, cierra primero las lumbreras de admisión y, a continuación las de escape e impide la salida de cierto volumen de aire exterior. En este momento penetra en el cilindro un volumen inyectado de gas combustible y el pistón comprime la mezcla que enciende una chispa al acercarse al punto muerto del extremo de la culata. La combustión produce un aumento de la presión que impulsa el pistón hacia el cigüeñal en su carrera de impulsión. La dilatación de los gases continúa hasta que el pistón destapa las lumbreras del escape que dejan salir los gases quemados.

**3.3. Compresor:** Máquina que usa pistón, aletas y otros mecanismos de bombeo para tomar aire de la atmósfera o gas, comprimiéndolo y descargándolo hacia un colector o sistema receptor.

**3.4. Compresor reciprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.5. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.6. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos.

**3.7. PMS:** Punto Muerto Superior.

**3.8. PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

**3.9. Ft/lb:** Libras pie.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos para Generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el formato de análisis de riesgos aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.
- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.

- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

#### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Permiso de Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

#### **4.3. Mecánico**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.
- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

#### **4.4. Ayudante Mecánico**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

## 5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Usar la siguiente herramienta adecuada para la labor:

- ✓ Juego de Copas, cuadrante de 1", 3/4" y 1/2"
- ✓ Ratche, volvedor y extensores de cuadrante de 1/2"
- ✓ Llave para tubo de 18", 24" y 36"
- ✓ Copa de bujía 15/16"
- ✓ Diferencial, eslinga
- ✓ Torquímetro, cuadrante de 1/2".
- ✓ Torquímetro cuadrante 3/8"
- ✓ Llave 1-1/16", 15/16", 1", 1-5/8", 1-13/16"
- ✓ Porra de 20 Lbs.
- ✓ Multiplicador de 1-4
- ✓ Torquímetro, copa 1-7/16", llave aguantadora de 1-7/16"
- ✓ Llave 1-7/16", copa 1-7/16",
- ✓ Extensión, volvedor, cuadrante 3/4, 1" y 1/2"
- ✓ Llave 3/4" 9/16"
- ✓ Llave 5/8", 1/2"
- ✓ Llave 7/8",
- ✓ Llave 1-1/4"
- ✓ Llave 3/8"
- ✓ Llave de golpe de 3-1/2"
- ✓ Torque 3.200lbs/ft
- ✓ Copa 3/4"
- ✓ Copa 1-13/16"
- ✓ Copa 1-5/16",
- ✓ Copa 1-1/16",
- ✓ Copa larga de 1-1/8"
- ✓ Copa 7/8"
- ✓ Copa 1"

- ✓ Copa 1-5/8
- ✓ Copa 1-1/8"
- ✓ Copa 15/16"
- ✓ Copa 9/16"
- ✓ Porra de bronce
- ✓ Manguito protector rosca
- ✓ Llave golpe 2

## **6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.
- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.
- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.

- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.
- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.
- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalizado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.
- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.

Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:

- ✓ Guantes cortos de vaqueta.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
- ✓ Ropa de Dotación.

## 6.1. Análisis de Riesgo de la Actividad

Tabla No. 1

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECÁNICO:</b> Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	Inspeccionar las herramientas, el diferencial y eslingas antes de usar el puente grúa.
		No trabajar con herramienta en condiciones subestándar
		Capacitar el personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
		Usar EPP's básicos en buen estado y permanentemente (Casco, guantes, gafas de seguridad, botas de seguridad, etc.)
		Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.
<b>MECÁNICO:</b> Manejo Mecánico y manual de cargas (culatas, cilindros y pistones)	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	Inspeccionar las eslingas, grilletes, cáncamos y argollas antes de realizar el levantamiento de las culatas y pistones
		No superar la capacidad del diferencial (5Ton)
		No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		El personal no se debe ubicar entre la plataforma y sistema de admisión de gas combustible en el momento del izaje de cargas
		Utilizar manila con el fin de guiar las cargas
<b>FÍSICO:</b> Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad
		Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 6 hrs de enfriamiento.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD</b>		
<b>LOCATIVOS:</b> Trabajos sobre plataforma y equipo (subir y bajar del compresor)	Caídas a desnivel, Golpes, lesiones, fracturas, esquince, luxación.	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-
		Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua
<b>QUÍMICO:</b> Aceite Pegasus 701 Hidráulico 68	Irritaciones, problemas respiratorios, quemaduras,	Divulgar y mantener en el sitio de trabajo la hoja de seguridad del producto (Aceite Pegasus 701 Hidráulico 68).
		Para realizar el cambio de aceite se debe cerrar la válvula de entrada del cárter, ubicar el recipiente para la disposición del aceite, se desacopla manguera del cárter y se ubica en el recipiente para su drenado, se retira una de las tapas superiores del cárter para verificar el completo drenado del mismo
		Diligenciar el respectivo certificado de apoyo para manejo de Productos químicos.
		Mantener rotulados los recipientes de los productos.
		Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.
<b>MECÁNICO:</b> Aplicación de SAS	Golpes, lesiones, atrapamientos.	Ubicar los puntos en los cuales se deben aplicar los ciegos
		Mantener rotulados los puntos.
		Colocar los candados con sus respectivas cadenas.

Fuente. Autores de este documento.

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la

tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.

- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.
- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.
- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## **8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **8.1. Actividades Generales**

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.
- ✓ Realizar la charla pre operacional
- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (charla de seguridad, permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo.

- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 6 hrs del motocompresor de gas
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible
  - ✓ Válvula Salida de Gas y TEA
  - ✓ Válvula de drenaje de los Scrubbers
  - ✓ Válvula de drenaje de agua refrigerante.
  - ✓ Válvula de gas de entrada
- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo. **Sistema de compresión (desmontaje y metrología de componentes)**

#### **TAREA - 1 Cilindros compresores**

- ✓ Soltar tornillos que ajustan la botellas de pulsación
- ✓ Bajar las botellas de pulsación.
- ✓ Cerrar válvula de entrada de agua al cooler
- ✓ Abrir válvula de drenaje principal y válvula auxiliares de los cilindros, hasta evacuar toda el agua del sistema
- ✓ Retirar líneas de tubing del sistema lubricación (Instrumentistas)
- ✓ Soltar tuercas que ajustan el bolsillo del cilindro
- ✓ Realizar desmonte del bolsillo con la ayuda del puente grúa, eslinga y grilletes
- ✓ Soltar tornillos de las ventanas de inspección de los cilindros compresores de 1ª y 2ª etapa y retirar
- ✓ Soltar contratuerca y prisionero que ajusta el eje del vástago del pistón a la cruceta

- ✓ Soltar chaveta que ajusta tuerca principal al eje del vástago
- ✓ Soltar tuerca principal que ajusta el eje del vástago del pistón a la cruceta
- ✓ Desenroscar pistón para realizar extracción y desmonte del pistón con la ayuda del diferencial y eslinga

NOTA: Al momento de realizar extracción del pistón soltar tapas válvulas y retirar válvulas de succión para ubicar una manila como nivel para evitar dañar la rosca del eje del pistón

- ✓ Soltar tornillos de las empacadoras de gas y aceite para realizar desmonte y de ser necesario cambiar con el kit de reparación de los empaques
- ✓ Realizar limpieza a los componentes cilindro, pistón y bolsillo
- ✓ Realizar metrología y pruebas de tintas a los cilindros y pistones por el Ingeniero QA/QC
- ✓ Instalar empacadoras de gas y aceite y ajustar su respectiva tornillería
- ✓ Realizar izaje del pistón con el puente grúa para realizar instalación del pistón
- ✓ NOTA: Instalar manguito protector de la rosca del eje del pistón
- ✓ Instalar anillos compresores referencia:
- ✓ Rider ring: BM-17012-B-32 (2 Anillos), pistón de primera etapa
- ✓ Ring Compresor : BM-17011-A-32 (2 Anillos), pistón de primera etapa
- ✓ Ring compresor: BM-17012-24 (2), pistón de segunda etapa
- ✓ rider ring: BM-17011-A-24 (2), pistón de segunda etapa
- ✓ Ring Compresor: BM-17012-9 (3), pistón de tercera etapa.
- ✓ Rider ring: BM-17011-A-9 (1), pistón de tercera etapa
- ✓ Roscar pistón en la cruceta
- ✓ Instalar el bolsillo con la ayuda del puente grúa y eslinga, proceder a Torquear tuercas con 320 Ft/lbs.
- ✓ Realizar calibración del recorrido del pistón girando la máquina y tomar la medida entre el bolsillo lado Carter y girar nuevamente hasta tomar la medida

lado bolsillo cabeza obteniendo como resultado 1/3 parte hacia el lado cárter y las 2/3 parte hacia el lado bolsillo cabeza

- ✓ Después de obtener el recorrido permitido del pistón realizar torque a la tuerca principal con 3200 ft/lbs.
- ✓ Torquear prisionero y contratuerca del eje del vástago del pistón con respecto al patín con 100 ft/lbs.
- ✓ Instalar chaveta a la tuerca principal y Torquear tornillo con 40 ft/lbs.
- ✓ Instalar ventanas de inspección y ajustar tornillería
- ✓ Instalar válvulas de succión y ajustar tapa válvulas de acuerdo a su respectivo torque (Ver procedimiento para válvulas compresoras)

#### **TAREA -2 Cambio de válvulas compresoras de 1ª, 2ª y 3ª etapa.**

- ✓ Soltar contratuerca y tornillo centro
- ✓ Soltar tuercas que ajustan las tapas válvulas para realizar desmonte
- ✓ Soltar tornillo de fijación de la jaula o soporte de la válvula para realizar extracción
- ✓ Realizar extracción de la válvulas
- ✓ Realizar inspección de los anillos metálicos y cambiar si se encuentran en malas condiciones
- ✓ Realizar inspección de las válvulas y realizar cambio de acuerdo a las recomendaciones CBM
- ✓ Instalar válvulas en su respectiva jaula o soporte y ajustar tornillo de fijación
- ✓ Instalar anillos metálicos
- ✓ Instalar tapa válvulas y Torquear tuercas en cruz con 230 ft/lbs.
- ✓ Torquear tornillo centro y contratuerca con 320 ft/lbs.

NOTA: El cilindro de primera etapa consta de 12 válvulas 6 de succión y 6 de descarga

- ✓ El cilindro de segunda etapa consta de 2 válvulas de succión y 4 válvulas de descarga

- ✓ El cilindro de Tercera etapa consta de 2 válvulas de succión y 2 válvulas de descarga
- ✓ Como identificar una válvula ejemplo: 1CS3
  - 1 Indica si es de primera, segunda o tercera etapa (1-2-3)
  - C indica si es lado Carter o H si es lado cabeza Head
  - S indica si es succión o D si es descarga
  - 3 indica la posición de si es de izquierda a derecha mirando de frente al cilindro (1-2-3)
- ✓ Desairar sistema de refrigeración
- ✓ Cierre válvula de drenaje principal y válvulas auxiliares en cilindros
- ✓ Abrir válvula de entrada de agua
- ✓ Retire la aplicación de SAS
- ✓ Realice limpieza general del equipo y área de trabajo
- ✓ Ponga en funcionamiento el equipo en presencia del operador verificando fugas, vibraciones y ruidos extraños
- ✓ Realice entrega del equipo al operador de planta
- ✓ Cierre el permiso de trabajo
- ✓ Elabore informe de trabajo.

## **ANEXO Q. Procedimiento del Sistema de Control e Instrumentación**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las tareas de instrucciones para realizar el Overhaul de los compresores AJAX DPC 600. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza el mantenimiento mecánico al Sistema de ignición y sistema motriz de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. En este mantenimiento se cambiarán Termocuplas, switch de vibraciones, manómetros, líneas de tubing, válvulas, se cambiaran bujías, bobinas cables secundario y primarios, se realizaran pruebas de lazo y funcionales. Este procedimiento se elabora para conocimiento del supervisor de la unidad y el técnico que ejecutará la operación. Se inicia con la planeación de la tarea y se termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.1. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga.

Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas), el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador,

es inyectado a las cámaras de combustión a través de un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas.

En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla, mediante la chispa de una bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo de ignición o el magneto.

La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de Cuatro Tiempos:** Se denomina motor de cuatro tiempos, al motor de combustión interna alternativo, tanto de ciclo Otto, como ciclo del diésel, que precisa cuatro, o en ocasiones cinco, carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión.

**3.3. Compresor:** Máquina que usa pistón, aletas y otros mecanismos de bombeo para tomar aire de la atmósfera o gas, comprimiéndolo y descargándolo hacia un colector o sistema receptor.

**3.4. Compresor reciprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.5. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.6. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos.

**3.7. PMS:** Punto Muerto Superior.

**3.8. PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

**3.9. Ft/lb:** Libras pies.

**3.10. OVERHAUL:** Procedimiento que se realiza a los equipos durante el cual se les hacen mantenimiento total de todas sus partes y elementos, incluida lubricación, reparación de elementos dañados y reemplazo de las piezas que ya cumplieron su ciclo de funcionamiento, con el fin de garantizar su máxima confiabilidad y disponibilidad.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos, para generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el formato de análisis de riesgos aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.
- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.
- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

#### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Permiso de Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

#### **4.3. Instrumentista**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.

- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.
- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

#### **4.4. Ayudante instrumentista**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

### **5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

Usar la siguiente herramienta adecuada para la labor:

- ✓ Juego de Copas, cuadrante de 1", 3/4" y 1/2"

- ✓ Ratche, volvedor y extensores de cuadrante de  $\frac{1}{2}$ "
- ✓ Llave para tubo de 18", 24" y 36"
- ✓ Copa de bujía  $\frac{15}{16}$ "
- ✓ Diferencial, eslinga
- ✓ Torquímetro, cuadrante de  $\frac{1}{2}$ ".
- ✓ Torquímetro cuadrante  $\frac{3}{8}$ "
- ✓ Llave  $1\text{-}\frac{1}{16}$ ",  $\frac{15}{16}$ ", 1",  $1\text{-}\frac{5}{8}$ ",  $1\text{-}\frac{13}{16}$ "
- ✓ Porra de 20 Lbs.
- ✓ Multiplicador de 1-4
- ✓ Torquímetro, copa  $1\text{-}\frac{7}{16}$ ", llave aguantadora de  $1\text{-}\frac{7}{16}$ "
- ✓ Llave  $1\text{-}\frac{7}{16}$ ", copa  $1\text{-}\frac{7}{16}$ ",
- ✓ Extensión, volvedor, cuadrante  $\frac{3}{4}$ , 1" y  $\frac{1}{2}$ "
- ✓ Llave  $\frac{3}{4}$ "  $\frac{9}{16}$ "
- ✓ Llave  $\frac{5}{8}$ ",  $\frac{1}{2}$ "
- ✓ Llave  $\frac{7}{8}$ ",
- ✓ Llave  $1\text{-}\frac{1}{4}$ "
- ✓ Llave  $\frac{3}{8}$ "
- ✓ Llave de golpe de  $3\text{-}\frac{1}{2}$ "
- ✓ Torque 3.200lbs/ft
- ✓ Copa  $\frac{3}{4}$ "
- ✓ Copa  $1\text{-}\frac{13}{16}$ "
- ✓ Copa  $1\text{-}\frac{5}{16}$ ",
- ✓ Copa  $1\text{-}\frac{1}{16}$ ",
- ✓ Copa larga de  $1\text{-}\frac{1}{8}$ "
- ✓ Copa  $\frac{7}{8}$ "
- ✓ Copa 1"
- ✓ Copa  $1\text{-}\frac{5}{8}$
- ✓ Copa  $1\text{-}\frac{1}{8}$ "
- ✓ Copa  $\frac{15}{16}$ "
- ✓ Copa  $\frac{9}{16}$ "

## 6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.
- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.
- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.
- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.
- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.

- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalizado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.
- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.

Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:

- ✓ Guantes cortos de vaqueta.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
- ✓ Ropa de Dotación.

### 6.1. Análisis de Riesgo de la Actividad

La tabla contiene riesgos, efectos y controles preventivos.

**Tabla No. 1**

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECANICO:</b> Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	Inspeccionar las herramientas, el diferencial y eslingas antes de usar el puente grúa.
		No trabajar con herramienta en condiciones subestandar
		Capacitar el personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
		Usar EPP's básicos en buen estado y permanentemente (Casco, guantes, gafas de seguridad, botas de seguridad, etc.)
Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.		

ANALISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECANICO:</b> Manejo Mecánico y manual de cargas (culatas, cilindros y pistones)	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	Inspeccionar las eslingas, grilletes, cáncamos y argollas antes de realizar el levantamiento de las culatas y pistones
		No superar la capacidad del diferencial (5Ton)
		No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		El personal no se debe ubicar entre la plataforma y sistema de admisión de gas combustible en el momento del izaje de cargas
		Utilizar manila con el fin de guiar las cargas
<b>FISICO:</b> Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad  Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 6 hrs de enfriamiento.
<b>LOCATIVOS:</b> Trabajos sobre plataforma y equipo (subir y bajar del motocompresor)	Caídas a desnivel, Golpes, lesiones, fracturas, esquinco, luxación.	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-  Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua
<b>QUIMICO:</b> Aceite Shell móvil 15w40	Irritaciones, problemas respiratorios, quemaduras,	Divulgar y mantener en el sitio de trabajo la hoja de seguridad del producto (Aceite Shell móvil 15w40).  Para realizar el cambio de aceite se debe cerrar la válvula de entrada del cárter, ubicar el recipiente para la disposición del aceite, se desacopla manguera del cárter y se ubica en el recipiente para su drenado, se retira una de las tapas superiores del cárter para verificar el completo drenado del mismo  Diligenciar el respectivo certificado de apoyo para manejo de Productos químicos.  Mantener rotulados los recipientes de los productos.  Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.

Fuente: Autores de este documento.

## **7. ASPECTOS AMBIENTALES**

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.
- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.
- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## **8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **8.1. Actividades Generales**

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.

- ✓ Realizar la charla pre operacional.
- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (charla de seguridad, permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo.
- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 6 hrs del motocompresor de gas.
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible
  - ✓ Válvula Salida de Gas y TEA
  - ✓ Válvula de drenaje de los Scrubbers
  - ✓ Válvula de drenaje de agua refrigerante.
  - ✓ Válvula de gas de entrada
- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo. **Desmontaje/montaje y mantenimiento de las válvulas de seguridad psv inter-etapas**

#### **TAREA - 1**

- ✓ Desmontaje de válvula de seguridad primera, segunda y tercera etapa
- ✓ Despiece de la válvula
- ✓ Limpieza interna y partes de la válvula
- ✓ Arme de la válvula
- ✓ Prueba funcional y disparo para verificación funcional del setting
- ✓ Montaje de las válvulas de seguridad

## **Desmontaje / montaje y mantenimiento a instrumentación de gas combustible y válvulas de corte**

### **TAREA - 2**

- ✓ Desmontaje de las válvulas PCV
- ✓ Despiece de la válvula reguladora de gas combustible y de corte
- ✓ Verificación de los interiores
- ✓ Cambio de interiores en caso de ser necesario
- ✓ Limpieza de partes y lubricación
- ✓ Arme de la válvula
- ✓ Prueba funcional y disparo para verificar funcionalidad
- ✓ Montaje de las válvulas de corte gas

## **Desmontaje / montaje de instrumentación y accesorios de los scrubbers inter-etapa**

### **TAREA - 3**

- ✓ Verificación de presión en las líneas de drenaje
- ✓ Suspender el suministro de aire de instrumentos
- ✓ Desmontaje de instrumentación y accesorios de tubería, LSH y LSL
- ✓ Desmontaje de los vidrio nivel inter-etapas
- ✓ Desmontaje de las válvulas de drenaje inter-etapas
- ✓ Mantenimiento de las switch de nivel LSH y LSL de los Scrubbers inter etapas
- ✓ Mantenimiento de los vidrio nivel inter-etapas
- ✓ Mantenimiento a válvulas de drenajes Fisher control
- ✓ Montaje de instrumentación de los Scrubbers inter-etapas y accesorios de tubería

## **Desmontaje / montaje de isométricos de tubing líneas de presión y lubricación**

### **TAREA - 4**

- ✓ Desmonte de tubing
- ✓ Cambio de todos los tubing
- ✓ Montaje y fabricación de isométricos de líneas de presión y lubricación en motor, panel y Scrubbers inter-etapa

## **Desmontaje / montaje mantenimiento a instrumentación neumática del motor y compresor**

### **TAREA - 4**

- ✓ Desmontaje instrumentación del motor y compresor
- ✓ Prueba funcional
- ✓ Desarme de instrumentación limpieza interna
- ✓ Prueba funciona y puesta a punto
- ✓ Montaje de instrumentación del motor y compresor

## **Mantenimiento general panel de control y seguridades**

### **TAREA - 5**

- ✓ Revisión líneas del sistema neumático de seguridad.
- ✓ Corrección de fugas de líneas averiadas.
- ✓ Revisión de cada una de las señales de parada de la máquina.
- ✓ Revisión del temporizador que controla el arranque de la máquina.
- ✓ Revisión conexiones del sistema neumático de las señales visuales de la parada de la máquina.
- ✓ Reparación de las líneas o las señales que se encuentren averiadas.
- ✓ Pruebas de cada señal de paradas de la máquina.
- ✓ Arranque de la máquina.

## **Revisión, calibración y/o cambio switch de seguridad del motor**

### **TAREA - 6**

- ✓ Desmontaje del switch de seguridad a revisar
- ✓ Inspección del switch
- ✓ Calibración o reparación o cambio del switch
- ✓ Montaje del switch de seguridad
- ✓ Pruebas del switch con la maquina en servicio.

## **Calibración de switch de temperatura de cilindro compresor**

### **TAREA - 7**

- ✓ Soltar switch de temperatura.
- ✓ Probar en banco switch de temperatura.
- ✓ Calibrar switch de temperatura.
- ✓ Colocación de switch de temperatura en equipo.

## **Revisión y corrección de fallas sistema eléctrico, cambio de bobinas y bujías**

### **TAREA - 7**

- ✓ Retirar cable de bujías y bujías
- ✓ Retirar bobinas
- ✓ Determinar y corregir falla del sistema
- ✓ Cambio de bobinas y bujías, cableado o terminales.

## **Cambio de cableado del sistema de ignición**

### **TAREA - 8**

- ✓ Desmontar cada cable y sus terminales del sistema de ignición.
- ✓ Corregir fallas en el sistema de ignición
- ✓ Cambio de los cables por deterioro

## **ANEXO R. Procedimiento del Sistema de Ignición y Fuerza**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las actividades necesarias para ejecutar el mantenimiento mayor al sistema de ignición y sistema motriz del motocompresor de gas AJAX DPC-600. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza el mantenimiento mecánico al Sistema de ignición y sistema motriz de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. El procedimiento consiste en desmontar los pistones y cambio de los mismos, soltar las tuercas de ajuste del vástago con las crucetas, cambio de anillos, cambio de culata, cambio de los cilindro, desmonte de bielas, Cambio de casquete de biela, bujes y cambio de empaquetadura en general. Este procedimiento se elabora para conocimiento del supervisor de la unidad y el técnico que ejecutará la operación. Se inicia con la planeación de la tarea y se termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.2. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga.

Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas) el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador, es inyectado a las cámaras de combustión a través de un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas.

En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla mediante la chispa de una bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo de ignición o el magneto. La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de dos tiempos:** El motor de dos tiempos efectúa una carrera de impulsión por cada vuelta del cigüeñal. Los tiempos de compresión, encendido, expansión, escape y barrido, por este orden, al ejecutarlos en dos carreras del pistón originan la denominación de dos tiempos. El pistón al avanzar hacia la culata, cierra primero las lumbreras de admisión y, a continuación las de escape e impide la salida de cierto volumen de aire exterior. En este momento penetra en el cilindro un volumen inyectado de gas combustible y el pistón comprime la mezcla que enciende una chispa al acercarse al punto muerto del extremo de la culata. La combustión produce un aumento de la presión que impulsa el pistón hacia el cigüeñal en su carrera de impulsión. La dilatación de los gases continúa hasta que el pistón destapa las lumbreras del escape que dejan salir los gases quemados.

**3.3. Compresor:** Máquina que usa pistón, aletas y otros mecanismos de bombeo para tomar aire de la atmósfera o gas, comprimiéndolo y descargándolo hacia un colector o sistema receptor.

**3.4. Compresor reciprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.5. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.6. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos.

**3.7. PMS:** Punto Muerto Superior.

**3.8. PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

**3.9. Ft/lb:** Libras pie.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos para Generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el formato de análisis de riesgos aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que

pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.

- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.
- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

#### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Permiso de Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

### **4.3. Mecánico**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.
- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

### **4.4. Ayudante Mecánico**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

## 5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Usar la siguiente herramienta adecuadas para la labor:

- ✓ Juego de Copas, cuadrante de 1", 3/4" y 1/2"
- ✓ Ratche, volvedor y extensores de cuadrante de 1/2"
- ✓ Llave para tubo de 18", 24" y 36"
- ✓ Copa de bujía 15/16"
- ✓ Diferencial, eslinga
- ✓ Torquímetro, cuadrante de 1/2".
- ✓ Torquímetro cuadrante 3/8"
- ✓ Llave 1-1/16", 15/16", 1", 1-5/8", 1-13/16"
- ✓ Porra de 20 Lbs.
- ✓ Multiplicador de 1-4
- ✓ Torquímetro, copa 1-7/16", llave aguantadora de 1-7/16"
- ✓ Llave 1-7/16", copa 1-7/16",
- ✓ Extensión, volvedor, cuadrante 3/4, 1" y 1/2"
- ✓ Llave 3/4" 9/16"
- ✓ Llave 5/8", 1/2"
- ✓ Llave 7/8",
- ✓ Llave 1-1/4"
- ✓ Llave 3/8"
- ✓ Llave de golpe de 3-1/2"
- ✓ Torque 3.200lbs/ft
- ✓ Copa 3/4"
- ✓ Copa 1-13/16"
- ✓ Copa 1-5/16",
- ✓ Copa 1-1/16",
- ✓ Copa larga de 1-1/8"
- ✓ Copa 7/8"
- ✓ Copa 1"

- ✓ Copa 1-5/8
- ✓ Copa 1-1/8"
- ✓ Copa 15/16"
- ✓ Copa 9/16"

## **6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.
- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.
- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.
- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.

- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.
- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalizado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.
- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.

Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:

- ✓ Guantes cortos de vaqueta.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
- ✓ Ropa de Dotación.

## 6.1. Análisis de Riesgo de la Actividad

En esta tabla están los riesgos, efectos y controles preventivos.

**Tabla No. 1**

ANALISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECANICO:</b> Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	Inspeccionar las herramientas, el diferencial y eslingas antes de usar el puente grúa.
		No trabajar con herramienta en condiciones subestándar
		Capacitar el personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
		Usar EPP's básicos en buen estado y permanentemente (Casco, guantes, gafas de seguridad, botas de seguridad, etc.)
Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.		
<b>MECÁNICO:</b> Manejo Mecánico y manual de cargas (culatas, cilindros y pistones)	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	Inspeccionar las eslingas, grilletes, cáncamos y argollas antes de realizar el levantamiento de las culatas y pistones
		No superar la capacidad del diferencial (5Ton)
		No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		El personal no se debe ubicar entre la plataforma y sistema de admisión de gas combustible en el momento del izaje de cargas
Utilizar manila con el fin de guiar las cargas		
<b>FÍSICO:</b> Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad
		Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 6 hrs de enfriamiento.
<b>LOCATIVOS:</b> Trabajos sobre plataforma y	Caídas a desnivel, Golpes, lesiones,	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
equipo (subir y bajar del motocompresor)	fracturas, esquinces, luxación.	Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua
<b>QUÍMICO:</b> Aceite Pegasus 701 Hidráulico 68	Irritaciones, problemas respiratorios, quemaduras,	Divulgar y mantener en el sitio de trabajo la hoja de seguridad del producto gas combustible
		Para realizar el cambio de aceite se debe cerrar la válvula de entrada del cárter, ubicar el recipiente para la disposición del aceite, se desacopla manguera del cárter y se ubica en el recipiente para su drenado, se retira una de las tapas superiores del cárter para verificar el completo drenado del mismo.
		Diligenciar el respectivo certificado de apoyo para manejo de Productos químicos.
		Mantener rotulados los recipientes de los productos.
		Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.
<b>MECÁNICO:</b> Aplicación de SAS	Golpes, lesiones, atrapamientos.	Ubicar los puntos en los cuales se deben aplicar los ciegos
		Mantener rotulados los puntos.
		Colocar los candados con sus respectivas cadenas.

Fuente: Autores de este documento.

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el

ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.

- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.
- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## **8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **8.1. Actividades Generales**

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.
- ✓ Realizar la charla pre operacional
- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (charla de seguridad, permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo.
- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 6 hrs del motocompresor de gas
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible
  - ✓ Válvula Salida de Gas y TEA

- ✓ Válvula de drenaje de los Scrubbers
- ✓ Válvula de drenaje de agua refrigerante.
- ✓ Válvula de gas de entrada
- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo.

### **Sistema de Ignición y Sistema Motriz (desmontaje y metrología de componentes)**

#### **TAREA - 1**

- ✓ Cerrar válvula de entrada de agua al cooler
- ✓ Abrir válvula de drenaje principal y válvula auxiliares de los cilindros
- ✓ Despresurizar sistema de lubricación por válvula inyectora (llave 5/8")
- ✓ Espere que el frente de instrumentos retire los tubing del sistema de lubricación
- ✓ Soltar cableado del sistema de ignición que va de las bobinas a las bujías (llave 7/8")
- ✓ Soltar bujías (copa bujía 15/16", extensión y rache)
- ✓ Soltar para retirar universales del Manifold de gas combustible que va hacia las válvulas rebecas (llave para tuvo de 24", 18")
- ✓ Soltar tornillos de anclaje de la tubería de entrada y salida del sistema de refrigeración y universal de 3" (llave 3/4" ,copa 3/4", extensión, rache, llave para tuvo de 36")
- ✓ Soltar tornillería que ajusta la válvula inyectora y la válvula rebeca a la culata para retirarlas (copa 3/4", llave 3/4", extensión, volvedor y rache)
- ✓ Soltar tuercas de las culatas (copa 1-13/16" cuadrante de 1", multiplicador de 1-4, volvedor cuadrante 3/4", torque cuadrante 3/4")
- ✓ Realice izaje a las culatas con ayuda del diferencial, eslinga, grilletes, argolla.
- ✓ Soltar espárragos utilizando doble tuerca para desenroscarlos (llave 1-13/16", copa 1-13/16", rache)

- ✓ Soltar tornillería de los múltiples (copa 1-5/16", extensión, volvedor, rache)
- ✓ Soltar tornillo para retirar la tapa de inspección de la cruceta motriz 1,3 y retirar (llave 3/4")
- ✓ Soltar tornillos de la tapa superior de la cruceta #2 y retirar (llave 9/16")
- ✓ Soltar tornillos del patín de la cruceta motriz #2 (copa 1-1/16", extensión, rache) realizar izaje con ayuda del diferencial, eslinga, grilletes y argolla
- ✓ Soltar contra tuerca que ajusta el prisionero del vástago del pistón motriz (copa larga de 1-1/8", prisionero 15/16"), nota: aplica para los tres pistones.
- ✓ Soltar tornillos de la chaveta que ajusta la tuerca del vástago del pistón motriz al patín (llave 3/4"), aplica para los tres pistones.
- ✓ Soltar tuerca que ajusta el vástago del pistón motriz al patín (llave de golpe de 3-1/2". nota cuando se requiera soltar los siguientes pistones se debe girar la maquina desde la volante con ayuda de la barra (aplica para los tres pistones)
- ✓ Desenroscar pistón apoyándose en la cabeza del mismo con una llave en forma de T y realizar izaje con ayuda del diferencial y eslinga (aplica para los tres pistones)
- ✓ Soltar tuercas y tornillos que ajustan los tres cilindros de fuerza al bloque (llave 1-5/8", llave 1") nota: se deben dejar dos tornillos de agarre para realizar izaje a los cilindros después de sujetarlo se pueden soltar tornillos restantes (diferencial, eslinga grilletes, argollas)
- ✓ Soltar tornillería que ajusta las empacadoras al bloque con llave 7/8" para desmontarlas nota: en caso de que se requiera cambiar el oring (ref. bm-1328-L1) se debe soltar la tapa de la empacadora e instalar oring nuevo (9/16")
- ✓ Realizar limpieza de carbonillas y realizar lavado a los cilindros, pistones y culatas (desengrasante, guantes de nitrilo)
- ✓ Esperar Ing. QA/QC para que realice metrología a cilindros, pistones y prueba de tintas a las culatas

## **Desmonte y Montaje del cigüeñal**

### **TAREA 2**

- ✓ Retiro de volante
- ✓ Retiro de polea
- ✓ Soltar tornillería que soporta las bielas motrices y compresoras
- ✓ Retiro de bielas
- ✓ Soltar tornillería que soporta los casquetes
- ✓ Retirar casquetes
- ✓ Retiro de tapas laterales
- ✓ Amarrar con las eslingas de capacidad de 36000lbs o 90000lbs con longitud de 3 mts (Ref-EE4) el cigüeñal.
- ✓ Colocar el cigüeñal sobre el los polines (uno en cada moñón)
- ✓ Asegurar las eslingas con las cadenas del puente grúa
- ✓ Retirar el cigüeñal del bloque
- ✓ Soportar el cigüeñal de tal forma que no sufra elongación
- ✓ Metrología del cigüeñal
- ✓ Prueba de tinta al cigüeñal
- ✓ Run out al cigüeñal

### **Montaje del cigüeñal**

- ✓ Alinear bancadas del cigüeñal
- ✓ Colocar casquetería asegurándoles la lubricación.
- ✓ La holgura entre cojinetes y eje en todos los cojinetes lisos principales 0,0046-0,0076 pulgadas.
- ✓ La holgura lateral (axial)del cojinete de empuje 0,008-0,016 pulgadas
- ✓ Izar el cigüeñal
- ✓ Alinear cigüeñal
- ✓ Colocar casquetería superior
- ✓ Colocar tapas de la casquetería aplicando un torque de 360 lbs/pies a los tornillos.
- ✓ Colocar casquetería de biela

- ✓ Colocar biela y asegurar que los niples de lubricación de la biela quede en la posición correspondiente
- ✓ Asegurar por medio de los tornillos la biela con un ajuste de 650 a 700 ft-lbs.
- ✓ Colocar los puentes asegurándolos con un torque de apriete de 260 lbs-ft.
- ✓ Colocar tapas laterales.
- ✓ Colocar volanta.
- ✓ Colocar polea principal.

### **Sistema de Ignición y Sistema Motriz (montaje y cambio de componentes)**

#### **TAREA -3**

- ✓ Instalar las tres emparadoras de aceite y ajustar tornillería a un torque de 40lbs/ft (torque, cuadrante de 1/2", copa 7/8")
- ✓ Realizar izaje del cilindro (diferencial, eslinga grilletes y argollas) para instalarlo en el bloque con su respectiva empaquetadora. Torque de los tornillos y tuercas que ajustan el cilindro con el bloque a 300lbs/ft (torque, copa 1", copa 1-5/8") aplica para los tres cilindros. Nota: aplica para los tres cilindros.
- ✓ Instalar manguito protector en la rosca del pistón para evitar dañar los oring de la empaquetadura de aceite
- ✓ Realizar izaje del pistón e instalar anillos en sus respectivas ranuras ref. anillos A4509-E (cuatro anillos 3 de compresión y 1 raspador) nota: posicione los anillos en diferentes puntos con sentido a las manecillas del reloj a las 12-5 y 9.
- ✓ Identificar anillo raspador e instalarlo en la parte inferior del pistón
- ✓ Introducir pistón y con ayuda del destornillador de pala se cierran los anillos para que facilite la entrada del pistón (aplica para los tres pistones)
- ✓ Para calibrar recorrido de los pistones se debe llevar el pistón al P.M.S (punto muerto superior) enroscarlo y la superficie bombeada del pistón debe quedar a ras con el cilindro, luego tomar un punto de referencia al pistón y darle una vuelta en sentido de las manecillas del reloj (para disminuir compresión y mejorar temperaturas), aplica para los tres pistones.

- ✓ Torquear prisioneros y contratuerca que ajustan el vástago del pistón al patín a un torque de 100lbs/ft. (torque, copa 1-1/8",copa 15/16")
- ✓ Torquear tuerca que ajusta el vástago del pistón al patín (torque 3.200lbs/ft) (llave 3-1/2")
- ✓ Ajustar tuerca con chaveta y su respectivo tornillo que ajusta al patín torque 40lbs/ft (torque, copa 3/4",extensión,rache) aplica para los tres pistones
- ✓ Instalar espárragos en los cilindros y torquear a 250lbs/ft (torque, copa 1-13/16")
- ✓ Realizar izaje de las culatas e instalarlas en los espárragos de los cilindros con su respectiva empaquetadura ref. empaque A-4513-B (diferencial, eslinga, grilletes ,argollas )
- ✓ Torquear tuerca de las culatas con un torque 185lbs/ft utilizando el multiplicador de 1-4 dando un torque final de 740lbs/ft nota: realice torque en cruz para dar mejor ajuste a las culatas (torque, multiplicador, copa 1-13/16", policia)
- ✓ Levantar múltiples de escape con ayuda del diferencial para instalarlos con su respectivos empaque y tornillos torque 200lbs/ft (torque, extensiones, copa 1-5/16")
- ✓ Realizar izaje del patín e instalarlo en la cruceta motriz #2 al instalar el patín tener en cuenta la posición de las guías y torquear tornillos a 100lbs/ft (torque, copa 1-1/16",extensione)
- ✓ Instalar tapa superior de la cruceta motriz #2 con su empaque y torquear tornillos a 40 lbs./ft (torque, copa 9/16",extensión)
- ✓ Instalar y ajustar tapa de inspección de la cruceta motriz 1-3, con su empaque (copa 3/4",rache,extensión)
- ✓ Instalar tubería de entrada y salida del sistema de refrigeración con su respectiva empaquetadura y torquear tornillos que ajusta la tubería a la culata a un torque de 40lbs/ft (torque, extensión, copa 3/4" )
- ✓ Ajustar universales de 3" con llave para tuvo de 36"

- ✓ Instalar bujías en cada una de las culatas (nota: limpiarlas y calibrarlas- electrodo 0.025" ) ajustarlas a un torque de 20lbs/ft (torque, extensión, copa bujía 15/16")
- ✓ Instalar válvula Rebbeca y válvula inyectoras en las tres culatas y ajustar tornillería a un torque de 40lbs/ft (copa 3/4", extensión, rache)
- ✓ Instalar bobinas y ajustar tornillería torque 40lbs/ft (copa 3/4", extensión, rache)
- ✓ Instalar cableado que va de la bobina a la bujía ajustarlo (llave 7/8")
- ✓ Instalar Manifold de gas combustible y ajustar universales que va hacia la válvula Rebbeca (llave para tuvo de 18" a 24")
- ✓ Esperar frente instrumentista para la instalación de los tubing del sistema de lubricación forzado
- ✓ Desairar sistema de lubricación que va hacia las válvulas inyectoras (llave 3/8")
- ✓ Desairar sistema de refrigeración
- ✓ Cierre válvula de drenaje principal y válvulas auxiliares en cilindros
- ✓ Abrir válvula de entrada de agua
- ✓ Retire la aplicación de SAS
- ✓ Realice limpieza general del equipo y área de trabajo
- ✓ Ponga en funcionamiento el equipo en presencia del operador verificando fugas, vibraciones y ruidos extraños
- ✓ Realice entrega del equipo al operador de planta
- ✓ Cierre el permiso de trabajo
- ✓ Elabore informe de trabajo.

## **ANEXO S. Procedimiento del Sistema de Intercambiador de Calor**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las actividades necesarias para ejecutar el mantenimiento al intercambiador de calor de los motocompresores de gas AJAX DPC-600. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza el mantenimiento intercambiador de calor de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. En el Overhaul al cooler se le realizara cambio de tapones por condición y limpieza externamente e internamente los tubos se sondeando y se utilizara una hidrolavadora para dichos proceso de limpieza. Este procedimiento se elabora para conocimiento del supervisor de la unidad y el técnico que ejecutará la operación. Se inicia con la planeación de la tarea y se termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.1. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga. Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas) el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador, es inyectado a las cámaras de combustión a través de un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas.

En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla mediante la chispa de una bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo de ignición o el magneto. La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de dos tiempos:** El motor de dos tiempos efectúa una carrera de impulsión por cada vuelta del cigüeñal. Los tiempos de compresión, encendido, expansión, escape y barrido, por este orden, al ejecutarlos en dos carreras del pistón originan la denominación de dos tiempos. El pistón al avanzar hacia la culata, cierra primero las lumbreras de admisión y, a continuación las de escape e impide la salida de cierto volumen de aire exterior. En este momento penetra en el cilindro un volumen inyectado de gas combustible y el pistón comprime la mezcla que enciende una chispa al acercarse al punto muerto del extremo de la culata. La combustión produce un aumento de la presión que impulsa el pistón hacia el cigüeñal en su carrera de impulsión. La dilatación de los gases continúa hasta que el pistón destapa las lumbreras del escape que dejan salir los gases quemados.

**3.3. Compresor:** Máquina que usa pistón, aletas y otros mecanismos de bombeo para tomar aire de la atmósfera o gas, comprimiéndolo y descargándolo hacia un colector o sistema receptor.

**3.4. Compresor reciprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.5. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.6. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos.

**3.7. Pistola neumática:** Mecanismo de impacto de doble maza de alto rendimiento para soltar rápidamente uniones fuertemente atornilladas. Cuya fuente de energía es aire comprimido regulado a la presión establecida por el equipo.

**3.8. Intercambiador de calor:** Es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración. En el que el fluido refrigerante, calentado por la acción del motor, se refrigera por la corriente de aire que fluye sobre él y, a su vez, reduce la temperatura del motor volviendo a circular en el interior del mismo.

**3.9. PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos para Generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el ATS aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.

- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.
- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

#### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Charla de Seguridad, Permiso de Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

#### **4.3. Mecánico**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.
- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

#### **4.4. Ayudante Mecánico**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

## 5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Usar la siguiente herramienta adecuada para la labor:

- ✓ Juego de Copas
- ✓ Rathe, volvedor y extensores de cuadrante de  $\frac{1}{2}$ "
- ✓ Destornilladores de pala
- ✓ Destornilladores de estrella
- ✓ Llave 1-1/16", 15/16"
- ✓ Llave 1-7/16", copa 1-7/16", extensión, volvedor, cuadrante  $\frac{3}{4}$
- ✓ Llave  $\frac{3}{4}$ " 9/16"
- ✓ Llave 5/8", 1/2"
- ✓ Llave 7/8",
- ✓ Llave 1-1/4"
- ✓ Llave Allen 3/16"
- ✓ Pistola neumática
- ✓ Andamios.
- ✓ arnés de seguridad
- ✓ sonda.

## 6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.
- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.

- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.
- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.
- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.
- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalizado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.
- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.

Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:

- ✓ Guantes cortos de vaqueta.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
- ✓ Ropa de Dotación.

### 6.1. Análisis de Riesgo de la Actividad

Esta tabla contiene los riesgos, afectaciones y controles.

**Tabla No. 1**

ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA ACTIVIDAD		
MECÁNICO: Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	No trabajar con herramienta en condiciones sub-estandar
		Capacitar el personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
MECÁNICO: Manejo Mecánico y manual de cargas	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		Utilizar manila con el fin de guiar las cargas
FÍSICO: Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad
		Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 6 hrs de enfriamiento.
LOCATIVOS: Trabajos sobre plataforma y equipo (subir y bajar del motocompresor	Caídas a desnivel, Golpes, lesiones, fracturas, esquinche, luxación.	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-
		Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en

ANALISIS DE RIESGOS DE LA ACTIVIDAD		
		el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua
<b>MECÁNICO:</b> Ascenso y descenso por escalera al cooler (Trabajo en altura)	Caídas en altura, caída de objetos, golpes, atrapamiento, lesiones en cualquier parte del cuerpo.	El personal debe ser físicamente apto para realizar la actividad.
		Ascender con precaución al ascender por la escalera de acceso sujetado con la eslinga
		Inspeccionar el sistema de restricción contra caída (línea de vida, línea de seguridad y un arnés, eslinga). Verificar que todo se encuentre en buen estado.
		Las manos y las botas deben estar libres de barro, grasa o cualquier sustancia que dificulte subir o bajar una escalera.
		El trabajador deberá agarrarse con ambas manos cuando suba o baje de la escalera. Se debe utilizar una línea de mano para subir o bajar herramientas u otros equipos.
		Punto de anclaje se realizará en la argolla ubicada en la parte superior del cooler la cual se encuentra a ambos lados.
		Cumplir con lo establecido en el Instructivo para trabajo en alturas ECP-DHS-I-005
		Utilizar de forma adecuada y permanente el sistema de restricción contra caída (línea de vida, línea de seguridad y un arnés, eslinga)
<b>MECÁNICO:</b> Objetos y herramientas a niveles superiores.	Golpes, fractura en cabeza u hombros trauma severo incapacidad temporal	Demarcar y señalizar el área de riesgo de caída de objetos.
		Retirar al personal que no se requiera para la actividad. nadie puede estar por debajo o en el radio de caída de objetos
		Uso de guantes limpios de grasa o hidrocarburo para evitar que se resbalen las herramientas y caigan. Asegurar las herramientas para evitar su caída (porta herramientas, amarradas) y demás EPP necesarios para realizar la actividad
<b>MECÁNICO:</b> Transporte y Manipulación manual de la Torre Luminaria Móvil para conectar la hidrolavadora	Daño del equipo, golpes, lesiones, machucones	Tener precaución en el momento de trasladar la torre hasta los compresores y en especial al bajarlo por la rampla de la bodega de ubicación del equipo.
		Realizar una inspección visual antes de manipular ya que se pueden presentar animales (Serpientes, insectos entre otros) y además verificar condiciones seguras del equipo.
		Antes de encender la torre se deben izar y asegurar bien las tapas

ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA ACTIVIDAD		
		laterales con el fin de evitar caída de las mismas
<b>ELÉCTRICO:</b> Contacto directo o indirecto con electricidad de baja tensión	Electrocución, Quemaduras, shock, fibrilación ventricular, Daño en Equipos, conatos de incendio	Inspeccionar el estado de los cables y conexiones eléctricas de los equipos (certificados de las herramientas eléctricas)
		Instalar puesta a tierra de los equipos
		Disponer de Extintor de incendios ABC multipropósito
<b>MECÁNICO:</b> Manipulación de la hidrolavadora	Lesiones, golpes	El trabajador debe tener conocimiento del uso seguro de la hidrolavadora
		El área debe estar libre para realizar el lavado
		No proyectar el flujo de agua hacia el cuerpo ya que puede ocasionar lesiones
		Al usar la hidrolavadora no se debe accionar el enclavamiento
<b>MECÁNICO:</b> Manipulación de la Pistola neumática	Lesiones, golpes, machucones	Mantener una distancia de seguridad con las partes en movimiento de la herramienta
		El trabajador debe tener conocimiento del uso seguro de la pistola neumática
		comprobar periódicamente que las mangueras y/o los enchufes no estén flojos y/o no hayan sufrido ningún tipo de daño
		Después de terminar el trabajo con la pistola, cerrar el sistema de aire comprimido, dejar salir toda la presión residual de la manguera y desconectar la herramienta cuando ya no esté funcionando
		No superar la presión máxima indicado en la placa colocada sobre la herramienta
		Conectar la herramienta a la instalación de alimentación mediante los accesorios de las dimensiones requeridas para el equipo
<b>MECÁNICO:</b> Armado de andamio	Caída a diferente nivel, machucones	El personal que realiza esta tarea debe estar certificado en trabajo seguro en altura
		Tener conocimiento en el armado y desarme de andamio
		Mantener completo el equipo y EPP para el trabajo seguro de en altura (Arnés, Eslinga en Y, eslinga de posicionamiento)
		Después de tres secciones de andamios se requiere tener en sitio y conocer el plan de rescate para emergencia por caída de un trabajador

ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA ACTIVIDAD		
MECÁNICO: Desmonte del ventilador	Espacio confinado	Tener certificado médico de aptitud para trabajo en espacio confinado
		Mantener en sitio y conocer el plan de rescate para trabajo en espacio confinado

Fuente: Autores de este documento.

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.
- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.
- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## 8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

## 8.1. Actividades Generales

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.
- ✓ Divulgar el formato de análisis de riesgos, al personal ejecutor
- ✓ Realizar la charla pre operacional
- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo).
- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 6 hrs del motocompresor de gas
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible
  - ✓ Válvula Salida de Gas TEA
  - ✓ Válvula de drenaje de los Scrubber
  - ✓ Válvula de drenaje de agua refrigerante.
- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo. **Sistema de refrigeración Intercambiador de calor**

### TAREA. 1. Intercambiador de calor (cooler)

- ✓ Cerrar válvula de 1" de entrada de agua de reposición al cooler

- ✓ Abrir válvula de drenaje principal, válvula de rebose del cooler y válvulas auxiliares de los cilindros de fuerza y compresión, hasta evacuar toda el agua del sistema.
- ✓ Realizar la actividades de armado y a condicionamiento de andamios:
- ✓ Armar las secciones de andamios y ubicarlas frente a la entrada y salida de agua del cooler (referirse al instructivo para el armado de andamios).
- ✓ El personal se debe posicionar sobre los andamios.
- ✓ Con la llave neumática de ¾" y la copa de 7/8", retirar todos los tapones de ½" ubicados en las tapas laterales del panel de circulación de agua, en el intercambiador de calor (cooler).
- ✓ Introducir la sonda o una varilla de 3/8", para realizar limpieza interna de cada uno de los tubos que componen el serpentín en el sistema de refrigeración del agua del cooler.
- ✓ Hacer uso de la hidrolavadora ubicándola de frente, de cada uno de los tubos que componen el serpentín en el sistema de refrigeración del agua del cooler, para realizar el lavado interno. (tener Precaución con el uso de la hidrolavadora).
- ✓ Instale los tapones en cada uno de los orificios que comunican los tubos del panel de circulación de agua, en el intercambiador de calor (cooler).
- ✓ Realice el ajuste de los tapones con la pistola neumática.
- ✓ Abra la válvula de 1" de entrada de agua de reposición al cooler
- ✓ Cierre la válvula de drenaje principal
- ✓ Desaire el sistema a través de la válvula de rebose del cooler y válvulas auxiliares de los cilindros de fuerza y compresión.
- ✓ Después de desairar el sistema cierre las válvulas de rebose del cooler y válvulas auxiliares de los cilindros de fuerza y compresión.

**TAREA. 2 Lavado tanque de reposición de agua del cooler.**

- ✓ Cerrar válvula de 1" de entrada de agua al tanque de reposición del cooler

- ✓ Abrir válvula de drenaje principal, válvula de rebose del cooler y válvulas auxiliares de los cilindros de fuerza y compresión, hasta evacuar toda el agua del sistema.
- ✓ Soltar universal de 1" ubicada aguas debajo de la válvula en la de entrada de agua al tanque de reposición al cooler.
- ✓ Conectar manguera de hidrolavadora a la universal de 1" en la tubería de entrada de agua al tanque de reposición de reposición al cooler.
- ✓ Soltar universal de 1" en la salida de agua del tanque de reposición del cooler.
- ✓ Efectuar lavado del tanque de reposición de agua del cooler.
- ✓ ajustar universal de 1" a la válvula en la de entrada de agua al tanque de reposición del cooler.
- ✓ Ajustar universal de 1" en la salida de agua del tanque de reposición del cooler
- ✓ Abra la válvula de 1" de entrada de agua de reposición al cooler
- ✓ Cierre la válvula de drenaje principal
- ✓ Desaire el sistema a través de la, válvula de rebose del cooler y válvulas auxiliares de los cilindros de fuerza y compresión.
- ✓ Después de desairar el sistema cierre las válvulas de rebose del cooler y válvulas auxiliares de los cilindros de fuerza y compresión.

**TAREA. 3 Desmonte del sistema de enfriamiento.**

- ✓ Desmontar Correas
- ✓ Desmontar Polea y Tensor
- ✓ Desmontar Tanque de Expansión
- ✓ Desmontar Aspas
- ✓ Desmontar Chumaceras y Eje
- ✓ Desmontaje guardas cooler de gas
- ✓ Desmontaje de polea y eje ventilador del cooler



## **ANEXO T. Procedimiento de Lubricación**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las actividades necesarias para ejecutar el mantenimiento preventivo al sistema de lubricación de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza el mantenimiento mecánico al Sistema de lubricación de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. En este mantenimiento se realizara el desarme de la caja de lubricación, a la cual se cambiaran los bombines, empaquetadura, acople, switch. De igual forma se le realizara mantenimiento interno a la caja. Este procedimiento se elabora para conocimiento del supervisor de la unidad y el técnico que ejecutará la operación. Se inicia con la planeación de la tarea y se termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.1. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga. Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas) el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador, es inyectado a las cámaras de combustión a través de un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas. En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla mediante la chispa de una

bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo de ignición o el magneto. La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de cuatro tiempos:** Se denomina motor de cuatro tiempos al motor de combustión interna alternativo tanto de ciclo Otto como ciclo del diésel, que precisa cuatro, o en ocasiones cinco, carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión.

**3.3. Compresor:** Máquina que usa pistón, aletas y otros mecanismos de bombeo para tomar aire de la atmósfera o gas, comprimiéndolo y descargándolo hacia un colector o sistema receptor.

**3.4. Compresor recíprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.5. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.6. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos.

**3.7. PMS:** Punto Muerto Superior.

**3.8. PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

**3.9. Ft/lb:** Libras pie.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos para Generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el formato de análisis de riesgos aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.
- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.
- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Permiso de

Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.

- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

#### **4.3. Mecánico**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.

- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

#### **4.4. Ayudante Mecánico**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

### **5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

Usar la siguiente herramienta adecuada para la labor:

- ✓ Juego de Copas, cuadrante de 1", 3/4" y 1/2"
- ✓ Ratche, volvedor y extensores de cuadrante de 1/2"
- ✓ Llave para tubo de 18", 24" y 36"
- ✓ Copa de bujía 15/16"
- ✓ Diferencial, eslinga
- ✓ Torquímetro, cuadrante de 1/2".
- ✓ Torquímetro cuadrante 3/8"
- ✓ Llave 1-1/16", 15/16", 1", 1-5/8", 1-13/16"
- ✓ Porra de 20 Lbs.
- ✓ Multiplicador de 1-4
- ✓ Torquímetro, copa 1-7/16", llave aguantadora de 1-7/16"

- ✓ Llave 1-7/16", copa 1-7/16",
- ✓ Extensión, volvedor, cuadrante ¾, 1" y ½"
- ✓ Llave ¾" 9/16"
- ✓ Llave 5/8", 1/2"
- ✓ Llave 7/8",
- ✓ Llave 1-1/4"
- ✓ Llave 3/8"
- ✓ Llave de golpe de 3-1/2"
- ✓ Torque 3.200lbs/ft
- ✓ Copa 3/4"
- ✓ Copa 1-13/16"
- ✓ Copa 1-5/16",
- ✓ Copa 1-1/16",
- ✓ Copa larga de 1-1/8"
- ✓ Copa 7/8"
- ✓ Copa 1"
- ✓ Copa 1-5/8
- ✓ Copa 1-1/8"
- ✓ Copa 15/16"
- ✓ Copa 9/16"
- ✓ Calibrador de galgas de hoja corta
- ✓ Calibrador de galgas de hoja larga

## **6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.

- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.
- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.
- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.
- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.
- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalizado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.

- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.

Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:

- ✓ Guantes cortos de vaqueta.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
- ✓ Ropa de Dotación.

### 6.1. Análisis de Riesgo de la Actividad

La siguiente tabla contiene los riesgos, afectaciones y controles preventivos

**Tabla No. 1**

ANALISIS DE RIESGOS DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECÁNICO:</b> Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	Inspeccionar las herramientas, el diferencial y eslingas antes de usar el puente grúa.
		No trabajar con herramienta en condiciones subestándar
		Capacitar el personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
		Usar EPP's básicos en buen estado y permanentemente (Casco, guantes, gafas de seguridad, botas de seguridad, protectores auditivos de inserción y tipo copa)
		Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.
<b>MECÁNICO:</b> Manejo Mecánico y manual de cargas (culatas, cilindros y pistones)	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	Inspeccionar las eslingas, grilletes, cáncamos y argollas antes de realizar el levantamiento de las culatas y pistones
		No superar la capacidad del diferencial (5Ton)
		No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto

ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA ACTIVIDAD		
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		El personal no se debe ubicar entre la plataforma y sistema de admisión de gas combustible en el momento del izaje de cargas
		Utilizar manila con el fin de guiar las cargas
<b>FÍSICO:</b> Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad
		Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 3 hrs de enfriamiento.
<b>LOCATIVOS:</b> Trabajos sobre plataforma y equipo (subir y bajar del motocompresor)	Caidas a desnivel, Golpes, lesiones, fracturas, esquinces, luxación.	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-
		Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua
<b>QUÍMICO:</b> Aceite Pegasus 701, Hidráulico 68	Irritaciones, problemas respiratorios, quemaduras,	Divulgar y mantener en el sitio de trabajo la hoja de seguridad del producto (Aceite Pegasus 701, Hidráulico 68).
		Para realizar el cambio de aceite se debe cerrar la válvula de entrada del cárter, ubicar el recipiente para la disposición del aceite, se desacopla manguera del cárter y se ubica en el recipiente para su drenado, se retira una de las tapas superiores del cárter para verificar el completo drenado del mismo
		Diligenciar el respectivo certificado de apoyo para manejo de Productos químicos.
		Mantener rotulados los recipientes de los productos.
		Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.

Fuente: Autores de este documento.

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.
- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.
- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## **8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **8.1. Actividades Generales**

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.
- ✓ Realizar la charla pre operacional

- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (charla de seguridad, permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo.
- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 3 hrs del motocompresor de gas
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible
  - ✓ Válvula Salida de Gas y TEA
  - ✓ Válvula de drenaje de los Scrubber
  - ✓ Válvula de drenaje de agua refrigerante.
  - ✓ Válvula de gas de entrada
- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo.

### **Sistema de lubricación (desmontaje y metrología de componentes)**

#### **TAREA - 1 Caja Lubricadora**

- ✓ Cerrar válvula de entrada de aceite a la caja lubricadora de los cilindros de fuerza y compresión
- ✓ Drenar el aceite, de la caja lubricadora de los cilindros de fuerza y compresión, utilizando un recipiente para evitar derrames
- ✓ Desmontar las cinco bombas de lubricación P-55U tres de los cilindros de fuerza y dos de los cilindros compresores y posteriormente se cambian por nuevas

- ✓ retirar y realizar lavado de la caja lubricadora de los cilindros de fuerza y compresión.
- ✓ Instalar la caja nuevamente en su base, utilice un nivel de gota para alinear la caja con respecto al acople.
- ✓ Instale las cinco bombas lubricadoras en su posición en la caja.
- ✓ Abra nuevamente la válvula de entrada de aceite a la caja de lubricación de los cilindros de fuerza y compresión

### **TAREA. 2. Bombas de inyección de Hidráulico.**

- ✓ Desmontar cada una de las 3 bombas de aceite hidráulico,
- ✓ Cambiar eje, levas, separadores y empaquetadura de aceite
- ✓ Inspeccionar el estado del acople de la caja lubricadora y cambiarlos

### **TAREA 3. Cambio de Aceite.**

- ✓ Cerrar las válvulas de reposición de aceite.
- ✓ soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el switch de nivel de aceite, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 58 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Remover las tapas superiores del cárter.
- ✓ Una vez retirado el aceite limpiar el cárter evitando material particulado y/o en su defecto lodos
- ✓ Inspeccionar los rincones del cárter.
- ✓ Realizar pruebas de tintas penetrantes en las partes críticas del bloque.
- ✓ Llenar el cárter con un aceite Pegasus 701 o equivalente. 55 galones aproximadamente verificar la medida de 28" la cual se toma desde el borde superior del cárter con respecto al nivel dado de aceite en el cárter.
- ✓ Fluir con aceite alrededor y dentro de los cojinetes del cigüeñal y muñón del cigüeñal
- ✓ Lavar las tapas con un disolvente
- ✓ Secar las tapas con un chorro de aire seco

- ✓ Colocar las tapas superiores del cárter.

#### **TAREA 4. Cambio de casquetes de bancada**

- ✓ Cerrar las válvulas de reposición de aceite.
- ✓ soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el switch de nivel de aceite de, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 55 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Quitar tapas superiores del bloque del cárter.
- ✓ Quitar tubería de lubricación del casquete de bancada
- ✓ Afloje los pernos en cruz y retírelos totalmente
- ✓ Retirar la tapa de bancada
- ✓ Remover casquete superior
- ✓ Introducir la herramienta para extracción de casquetes inferior en el orificio de lubricación del cigüeñal, girar el motor suavemente para retirar el casquete.
- ✓ Revisar los casquetes y efectuar metrología, Holgura entre cojinete y eje se encuentra entre 0.0046" y 0.0076", holgura lateral (axial) del cojinete de empuje se encuentra entre 0.006" y 0.016"
- ✓ Independientemente de los resultados de la inspección hechas se cambiara.
- ✓ Para la instalación, aplique lubricante a la cara del casquete que hace contacto con el cigüeñal
- ✓ Introduzca el casquete inferior y luego coloque la herramienta en el orificio del cigüeñal.
- ✓ Gire suavemente el motor para introducir el casquete en su alojamiento.
- ✓ Instalar los pines guía
- ✓ Aplique aceite al muñón y al casquete superior, coloque el casquete en la tapa de bancada
- ✓ Instale la tapa de bancada y torquear 360 ft-lbs.
- ✓ Verificar depósitos del cárter posible presencia de materiales como lodos o residuos metálicos.
- ✓ Inspeccionar los rincones del cárter.

- ✓ Efectuar limpieza al cárter.
- ✓ Llenar el cárter con un aceite Pegasus 701 o equivalente. 58 galones aproximadamente verificar la medida de 28" la cual se toma desde el borde superior del cárter con respecto al nivel dado de aceite en el cárter.
- ✓ Cambio de empaques, instalación y torqueado de las tapas superior del cárter, los tornillos de ajuste deben torquarse instalándoles arandelas planas de 1/2" a cada tornillo.

#### **TAREA 5. Cambio casquete de bielas**

- ✓ Cerrar las válvulas de reposición de aceite.
- ✓ soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el switch de nivel de aceite de, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 55 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Quitar tapas superiores del bloque del cárter.
- ✓ Retirar el alambre utilizado para pinar los tornillos de sujeción de la tapa de la biela al cigüeñal.
- ✓ Afloje los pernos y retírelos totalmente.
- ✓ Remover casquetes
- ✓ Los casquetes se le efectuara metrología, la holgura entre cojinete y muñequilla del cigüeñal se encuentra entre 0.003" y 0.006"
- ✓ De acuerdo a las verificaciones hechas se cambiaran los cojinetes
- ✓ Para la instalación, aplique lubricante a la cara del casquete que hace contacto con el cigüeñal
- ✓ Instale la tapa utilice alambre para pinar y Torquear de 650-700 ft-lbs.
- ✓ Verificar depósitos del cárter posible presencia de materiales como lodos o residuos metálicos.
- ✓ Inspeccionar los rincones del cárter.
- ✓ Efectuar limpieza al cárter.

- ✓ Llenar el cárter con un aceite Pegasus 701 o equivalente. 58 galones aproximadamente verificar la medida de 28" la cual se toma desde el borde superior del cárter con respecto al nivel dado de aceite en el cárter.
- ✓ cambio de empaques, instalación y torquedo de las tapas superior del cárter, los tornillos de ajuste deben torquearse instalándoles arandelas planas de 1/2" a cada tornillo

#### **TAREA 6. Cambio de cruceta**

- ✓ Soltar tornillo para retirar la tapa laterales de inspección de las cruceta motriz 1,3 y cruceta compresora 1 y 3 (llave 3/4")
- ✓ Para la cruceta motriz #2, Soltar tornillos de la tapa superior de la cruceta y retirar (llave 9/16")
- ✓ Soltar tornillos del patín de la cruceta motriz #2 (copa 1-1/16", extensión, rache) realizar izaje con ayuda del diferencial, eslinga, grilletes y argolla
- ✓ La crucetas desmontada se le medirá la tolerancias entre el bulón y los bujes de la cruceta (0,0035" – 0,0055") para enviarlas a taller.
- ✓ Soltar contra tuerca que ajusta el prisionero del vástago del pistón (copa larga de 1-1/8", prisionero 15/16").
- ✓ Soltar tornillos de la chaveta que ajusta la tuerca del vástago del pistón al patín (llave 3/4").
- ✓ Soltar tuerca que ajusta el vástago del pistón al patín (llave de golpe de 3-1/2").
- ✓ proceder a darle vueltas al pistón hasta desenroscar de la cruceta.
- ✓ Colocar la cruceta en el extremo máximo derecho para sacar el vástago y la tuerca girando la volante con la ayuda de la barra
- ✓ Mover ligeramente la biela para así poder sacar el bulón de la cruceta.
- ✓ Con una palanca dejar caer suavemente la biela
- ✓ Dar vuelta al volante para correr la biela hacia atrás
- ✓ Dar vuelta a la cruceta y sacarlo de sus bases de soporte.
- ✓ Si existe alguna anomalía con la cruceta se procede a sacar con el diferencial y realizar su cambio.

- ✓ Para posicionar la cruceta nueva realice lo siguiente:
- ✓ Ubique la cruceta nueva o reparada sobre el patín con la ayuda del diferencial.
- ✓ Con la ayuda de la volante gire el cigüeñal hasta centrar el orificio de la biela con el orificio de la cruceta.
- ✓ Posicionar el bulón entre la biela y la cruceta, ajustar tornillos prisioneros del bulón.
- ✓ Colocar la cruceta en el extremo máximo izquierdo para acercar el vástago y la tuerca del pistón esto se hace girando la volante del cigüeñal con la ayuda de la barra.
- ✓ proceder a darle vueltas al pistón hasta enroscarlo en la cruceta.
- ✓ Ajustar tuerca del vástago del pistón al patín (llave de golpe de 3-1/2").
- ✓ Torquear prisioneros y contratuerca que ajustan el vástago del pistón a la cruceta a un torque de 100lbs/ft. (torque, copa 1-1/8", copa 15/16")
- ✓ Torquear tuerca que ajusta el vástago del pistón al patín (torque 3.200lbs/ft) (llave de golpe 3-1/2", .
- ✓ Ajustar tuerca con chaveta y su respectivo tornillo que ajusta al patín torque 40lbs/ft (torque, copa 3/4", extensión, rache).
- ✓ Calibrar recorrido de los pistones tanto motrices como compresores.
- ✓ Para la cruceta motriz # 2 Realizar izaje del patín e instalarlo, tener en cuenta la posición de las guías y torquear tornillos a 100lbs/ft (torque, copa 1-1/16", extensión)
- ✓ Instalar tapa superior de la cruceta motriz #2 con su empaque y torquear tornillos a 40 lbs./ft (torque, copa 9/16", extensión)
- ✓ Instalar y ajustar tapa de inspección de la cruceta motriz 1-3 y la cruceta compresoras de 1ª y 2ª etapa, con su empaque (copa 3/4", rache, extensión).

## **TAREA 7. Revisión prisionero de ajuste del buje en las bielas.**

- ✓ Soltar tornillo para retirar la tapa laterales de inspección de las cruceta motriz 1,3 y cruceta compresora de 1ª y 3ª etapa (llave 3/4")
- ✓ Para la cruceta motriz #2, Soltar tornillos de la tapa superior de la cruceta y retirar (llave 9/16")
- ✓ Soltar tornillos del patín de la cruceta motriz #2 (copa 1-1/16", extensión, rache) realizar izaje con ayuda del diferencial, eslinga, grilletes y argolla
- ✓ Medir tolerancias entre el bulón y los bujes de la cruceta (0,0035" – 0,0055").
- ✓ Para revisar el prisionero de ajuste del buje de la biela se procede de la siguiente manera:
- ✓ Soltar y retirar las dos tuercas y los dos tornillos de ajuste del bulón a la cruceta.
- ✓ Mover ligeramente la biela para así poder sacar el bulón de la cruceta.
- ✓ Con una palanca dejar caer suavemente la biela.
- ✓ Dar vuelta al volante del cigüeñal con la barra para correr la biela hacia atrás.
- ✓ Verificar el torque del prisionero 10 lbs.-pie.
- ✓ Si no se presentan anomalías en el buje y prisionero. Se posiciona nuevamente la biela en la cruceta con la ayuda del diferencial alineando los dos orificios para realizar la instalación del bulón.
- ✓ Instalar y torquear a 50 lbs.-pie las dos tuercas y los dos tornillos de ajuste del bulón a la cruceta.
- ✓ Si existe alguna anomalía en la Holgura entre bulón y buje de biela (0.0044" a 0.0074"), se procede a sacar la biela.
- ✓ Soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el swiche de nivel de aceite de, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 55 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Retirar el alambre utilizado para pinar los tornillos de sujeción de la tapa de la biela al cigüeñal.
- ✓ Afloje los pernos y retírelos totalmente.
- ✓ Remover casquetes.
- ✓ Retirar la biela con la ayuda del diferencial.

NOTA: Se debe trasladar la biela al taller y retirar el buje con la herramienta especial extraer bujes de bronce, hacer uso de la prensa hidráulica

- ✓ Realice la siguiente operación para el montaje de la biela.
- ✓ Aplique lubricante a la cara del casquete que hace contacto con el cigüeñal
- ✓ Con la ayuda del diferencial sosteniendo la biela instale la tapa utilice alambre para pinar los espárragos y torquear de 650-700 ft-lbs.
- ✓ Gire nuevamente la volanta del cigüeñal hacia el punto muerto superior
- ✓ Posicione la biela en la cruceta con la ayuda del diferencial alineando los dos orificios para realizar la instalación del bulón.
- ✓ Instalar y torquear a 50 lbs.-pie las dos tuercas y los dos tornillos de ajuste del bulón a la cruceta.
- ✓ cambiar empaques si se requiere, instalación y torqueado de las tapas superior del cárter, los tornillos de ajuste deben torquearse instalándoles arandelas planas de 1/2" a cada tornillo.
- ✓ Para la cruceta motriz # 2 Realizar izaje del patín e instalarlo, tener en cuenta la posición de las guías y torquear tornillos a 100lbs/ft (torque, copa 1-1/16",extensión)
- ✓ Instalar tapa superior de la cruceta motriz #2 con su empaque y torquear tornillos a 40 lbs./ft (torque, copa 9/16",extensión)
- ✓ Instalar y ajustar tapa de inspección de la cruceta motriz 1-3 y la cruceta compresoras de 1ª y 2ª etapa, con su empaque (copa 3/4", rache, extensión).

#### **TAREA 6. Sistema de Arranque**

- ✓ Inspeccionar y lubricar mecanismo de accionamiento del Bendix, retirando tapón y adicionando aceite.
- ✓ Para realizar el retiro del motor de arranque se debe:
  1. Cerrar válvula alimentadora de aire.
  2. Soltar los cuatro tornillos de anclaje de la base del motor.

3. Soltar con una llave para tubo de 24" las universales ubicadas en la tubería de entrada y salida de aire.
  4. Soltar tubing que conduce el aire desde la válvula de corte al accionamiento del bendix.
  5. Soltar tubing de retorno del aire a la válvula de corte.
- ✓ Instalación del motor de arranque:
1. Ubicar el motor de arranque en la base
  2. ajustar los cuatro tornillos de anclaje de la base del motor.
  3. Ajustar con una llave para tubo de 24" las universales ubicadas en la tubería de entrada y salida de aire.
  4. Instalar tubing que conduce el aire desde la válvula de corte al accionamiento del bendix.
  5. Instalar tubing de retorno del aire a la válvula de corte
  6. El rotor del motor debe girar libremente
  7. Abrir válvula alimentadora de aire.

#### **TAREA 7. Desmontaje y montaje de la volante y cremallera.**

- ✓ Para el desmontaje de la volante se requiere:
- ✓ Retirar la guarda de seguridad con la ayuda del diferencial, o con el apoyo de dos personas.
- ✓ Soltar esparrago de ajuste de la volante con el eje del cigüeñal.
- ✓ Introducir la cuña dentro de la ranura empleando un mazo, verificar que la cuña penetre perpendicularmente en la ranura e introducirla solos hasta que abra el agujero del cubo de la volante de modo que se pueda deslizar fácilmente la volante con la ayuda del diferencial.
- ✓ Con un martillo de bronce retirar la cremallera de la volante dando golpes suaves.
- ✓ Para la instalación de la cremallera en la volante se ubicándola sobre la volante y utilizando un oxicorte se calentara de forma uniforme para que se expanda y

luego se procederá dándole golpes suavemente con un mazo de goma hasta llevarla al tope de la volante.

- ✓ Para el montaje de la volante se debe realizar lo siguiente:
- ✓ Revisar el extremo del eje del cigüeñal y el interior del agujero del volante si es necesario limar las rebabas de la superficie interior del agujero y eje.
- ✓ Introducir la cuña dentro de la ranura empleando un mazo, verificar que la cuña penetre perpendicularmente en la ranura e introducirla solos hasta que abra el agujero del cubo de la volante de modo que se pueda deslizar fácilmente.
- ✓ Con la ayuda del diferencial izar el volante y deslizarlo sobre el eje girando en una dirección y otra y empujándolo a brazo hasta que el extremo del eje quede a ras con la superficie frontal de la volante.

NOTA: no utilizar un mazo ni ningún tipo de herramienta para empujar la volante sobre el eje.

- ✓ Antes de retirar la cuña introducir la chaveta (cuña) sin apretar hasta la mitad de su longitud aproximadamente colocar la chaveta de modo que la superficie trapezoidal (que lleva estampado el número de serie) mire hacia el volante. Dejar cierto espacio entre la parte superior del chavetero del volante y la chaveta.
- ✓ Retirar la cuña y apretar debidamente el perno del volante.
- ✓ Introducir la chaveta a fondo, hasta dejarla sentada de modo que el extremo quede a ras con la superficie frontal del eje o sobresaliendo hasta 3/16".
- ✓ Montar la guarda de seguridad.

## **ANEXO U. Procedimiento de Pre-arranque y Arranque**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las acciones a realizar para el pre-arranque y arranque de las maquinas AJAX DPC 600. Este procedimiento se debe contemplar cada vez que se efectuó cualquier tipo de mantenimiento u OVERHAUL a estos equipos. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza la puesta en marcha de la maquina después de ejecutar un mantenimiento a los motocompesores de gas AJAX DPC 600. Este procedimiento se elabora para conocimiento del equipo ejecutor del mantenimiento y operadores de la planta, este proceso termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.1. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga. Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas) el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador, es inyectado a las cámaras de combustión a través de un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas. En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla mediante la chispa de una bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo

de ignición o el magneto. La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de cuatro tiempos:** Se denomina motor de cuatro tiempos, al motor de combustión interna alternativo tanto de ciclo Otto como ciclo del diésel, que precisa cuatro, o en ocasiones cinco, carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión.

**3.3. Compresor recíprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.4. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.5. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos

**3.6. PMS:** Punto Muerto Superior.

**3.7. Análisis de Riesgo (AR):** Documento cuyo fin es disminuir al máximo los riesgos y peligros que conllevan el desarrollo de cualquier actividad; a través de la descripción de los pasos a realizar, la identificación de los riesgos y peligros que puedan ocasionar accidentes y los procedimientos de control necesarios para disminuir dichos riesgos.

**3.8. Biela:** Elemento que realiza el ensamble del pistón con el cigüeñal.

**3.9. Cámara de Combustión:** Compartimento donde se lleva a cabo la explosión de la mezcla aire-gas que proporciona la energía y el movimiento para todo el equipo.

**3.10. Cámara de Compresión:** Compartimento donde se lleva a cabo la compresión del gas, el cual ingresa con un valor de presión y sale con una presión mayor, debido a la acción de los pistones.

**3.11. Cigüeñal:** Elemento giratorio diseñado para permitir que los pistones suban y bajen alternativamente dentro de los cilindros, mientras unos bajan otros suben.

**3.12. Compresor:** Máquina que permite elevar la presión de un gas para poder enviarlo de un lugar a otro a través de tuberías sin alterar sus propiedades.

**3.13. HP:** Unidad de potencia del sistema inglés de medidas. Las siglas significan "horse power" o caballo de fuerza.

**3.14. OVERHAUL:** Procedimiento que se realiza a los equipos durante el cual se les hacen mantenimiento total de todas sus partes y elementos, incluida lubricación, reparación de elementos dañados y reemplazo de las piezas que ya cumplieron su ciclo de funcionamiento, con el fin de garantizar su máxima confiabilidad y disponibilidad.

**3.15. Pistón:** Dispositivo que se desplaza alternativamente de arriba hacia abajo dentro de un cilindro, comprimiendo el gas que se encuentra en dicho cilindro.

**3.16. PSI:** Unidad de presión del sistema inglés de medidas. Las siglas significan "pounds square inches" o libras sobre pulgadas cuadradas.

**3.17. Radiador o Cooler:** Aeroenfriador que permite refrigerar el agua que mantiene la temperatura del equipo dentro de los límites permisibles.

**3.18. Válvulas:** Dispositivos ubicados en la parte superior de los cilindros para permitir la succión y la descarga del gas a comprimir.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos para Generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el formato de análisis de riesgos aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.
- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.
- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.

- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Permiso de Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

#### **4.3. Mecánico**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.

- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.
- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

#### **4.4. Ayudante Mecánico**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

### **5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

Usar la siguiente herramienta adecuada para la labor:

- ✓ Juego de Copas, cuadrante de 1", 3/4" y 1/2"
- ✓ Ratche, volvedor y extensores de cuadrante de 1/2"
- ✓ Llave para tubo de 18", 24" y 36"
- ✓ Copa de bujía 15/16"
- ✓ Diferencial, eslinga
- ✓ Torquímetro, cuadrante de 1/2".

- ✓ Torquímetro cuadrante 3/8"
- ✓ Llave 1-1/16", 15/16", 1", 1-5/8", 1-13/16"
- ✓ Porra de 20 Lbs.
- ✓ Multiplicador de 1-4
- ✓ Torquímetro, copa 1-7/16", llave aguantadora de 1-7/16"
- ✓ Llave 1-7/16", copa 1-7/16",
- ✓ Extensión, volvedor, cuadrante 3/4, 1" y 1/2"
- ✓ Llave 3/4" 9/16"
- ✓ Llave 5/8", 1/2"
- ✓ Llave 7/8",
- ✓ Llave 1-1/4"
- ✓ Llave 3/8"
- ✓ Llave de golpe de 3-1/2"
- ✓ Torque 3.200lbs/ft
- ✓ Copa 3/4"
- ✓ Copa 1-13/16"
- ✓ Copa 1-5/16",
- ✓ Copa 1-1/16",
- ✓ Copa larga de 1-1/8"
- ✓ Copa 7/8"
- ✓ Copa 1"
- ✓ Copa 1-5/8
- ✓ Copa 1-1/8"
- ✓ Copa 15/16"
- ✓ Copa 9/16"
- ✓ Porra de bronce
- ✓ Manguito protector rosca
- ✓ Llave golpe 2

## 6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.
- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.
- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.
- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.
- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.

- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalizado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.
- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.
- ✓ Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:
  - ✓ Guantes cortos de vaqueta.
  - ✓ Casco de seguridad.
  - ✓ Gafas de seguridad.
  - ✓ Botas de seguridad.
  - ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
  - ✓ Ropa de Dotación.

### 6.1. Análisis de Riesgo de la Actividad

La siguiente tabla muestra los riesgos, efectos y controles preventivos.

**Tabla No. 1**

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECÁNICO:</b> Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	Inspeccionar las herramientas, el diferencial y eslingas antes de usar el puente grúa.
		No trabajar con herramienta en condiciones subestandar
		Capacitar el personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
		Usar EPP's básicos en buen estado y permanentemente (Casco, guantes, gafas de seguridad, botas de seguridad, etc.)
Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.		

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECÁNICO:</b> Manejo Mecánico y manual de cargas (culatas, cilindros y pistones)	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	Inspeccionar las eslingas, grilletes, cáncamos y argollas antes de realizar el levantamiento de las culatas y pistones
		No superar la capacidad del diferencial (5Ton)
		No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		El personal no se debe ubicar entre la plataforma y sistema de admisión de gas combustible en el momento del izaje de cargas
		Utilizar manila con el fin de guiar las cargas
<b>FÍSICO:</b> Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad  Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 6 horas de enfriamiento.
<b>LOCATIVOS:</b> Trabajos sobre plataforma y equipo (subir y bajar del motocompresor)	Caídas a desnivel, Golpes, lesiones, fracturas, esquinche, luxación.	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-  Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua
<b>QUÍMICO:</b> Aceite Pegasus 701 Hidráulico 68	Irritaciones, problemas respiratorios, quemaduras,	Divulgar y mantener en el sitio de trabajo la hoja de seguridad del producto (Aceite Pegasus 701 Hidráulico 68).  Para realizar el cambio de aceite se debe cerrar la válvula de entrada del cárter, ubicar el recipiente para la disposición del aceite, se desacopla manguera del cárter y se ubica en el recipiente para su drenado, se retira una de las tapas superiores del cárter para verificar el completo drenado del mismo  Diligenciar el respectivo certificado de apoyo para manejo de Productos químicos.  Mantener rotulados los recipientes de los productos.  Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.
<b>MECÁNICO:</b>	Golpes, lesiones,	Ubicar los puntos en los cuales se deben aplicar los ciegos

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
Aplicación de SAS	atrapamientos.	Mantener rotulados los puntos.
		Colocar los candados con sus respectivas cadenas.

Fuente: Autores de este documento.

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.
- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.
- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## **8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **8.1. Actividades Generales**

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.
- ✓ Realizar la charla pre operacional
- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (charla de seguridad, permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo.
- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 6 horas del motocompresor de gas
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible, Válvula Salida de Gas y TEA
  - ✓ Válvula de drenaje de los Scrubbers, Válvula de drenaje de agua refrigerante.
  - ✓ Válvula de gas de entrada
- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo.

**Sistema de compresión (desmontaje y metrología de componentes)**

**TAREA · 1 Cilindros compresores**

- ✓ Soltar tornillos que ajustan la botellas de pulsación
- ✓ Bajar las botellas de pulsación.
- ✓ Cerrar válvula de entrada de agua al cooler
- ✓ Abrir válvula de drenaje principal y válvula auxiliares de los cilindros, hasta evacuar toda el agua del sistema
- ✓ Retirar líneas de tubing del sistema lubricación (Instrumentistas)
- ✓ Soltar tuercas que ajustan el bolsillo del cilindro
- ✓ Realizar desmonte del bolsillo con la ayuda del puente grúa, eslinga y grilletes
- ✓ Soltar tornillos de las ventanas de inspección de los cilindros compresores de 1ª y 2ª etapa y retirar
- ✓ Soltar contratuerca y prisionero que ajusta el eje del vástago del pistón a la cruceta
- ✓ Soltar chaveta que ajusta tuerca principal al eje del vástago
- ✓ Soltar tuerca principal que ajusta el eje del vástago del pistón a la cruceta
- ✓ Desenroscar pistón para realizar extracción y desmonte del pistón con la ayuda del diferencial y eslinga.

NOTA: Al momento de realizar extracción del pistón soltar tapas válvulas y retirar válvulas de succión para ubicar una manila como nivel para evitar dañar la rosca del eje del pistón.

- ✓ Soltar tornillos de las empacadoras de gas y aceite para realizar desmonte y de ser necesario cambiar con el kit de reparación de los empaques
- ✓ Realizar limpieza a los componentes cilindro, pistón y bolsillo
- ✓ Realizar metrología y pruebas de tintas a los cilindros y pistones por el Ingeniero QA/QC
- ✓ Instalar empacadoras de gas y aceite y ajustar su respectiva tornillería
- ✓ Realizar izaje del pistón con el puente grúa para realizar instalación del pistón.

NOTA: Instalar manguito protector de la rosca del eje del pistón.

- ✓ Instalar anillos compresores referencia:
- ✓ Rider ring: BM-17012-B-32 (2 Anillos), pistón de primera etapa
- ✓ Ring Compresor : BM-17011-A-32 (2 Anillos), pistón de primera etapa
- ✓ Ring compresor: BM-17012-24 (2), pistón de segunda etapa
- ✓ Rider ring: BM-17011-A-24 (2), pistón de segunda etapa
- ✓ Ring Compresor: BM-17012-9 (3), pistón de tercera etapa.
- ✓ Rider ring: BM-17011-A-9 (1), pistón de tercera etapa
- ✓ Roscar pistón en la cruceta
- ✓ Instalar el bolsillo con la ayuda del puente grúa y eslinga, proceder a Torquear tuercas con 320 Ft/lbs
- ✓ Realizar calibración del recorrido del pistón girando la máquina y tomar la medida entre el bolsillo lado Carter y girar nuevamente hasta tomar la medida lado bolsillo cabeza obteniendo como resultado 1/3 parte hacia el lado cárter y las 2/3 parte hacia el lado bolsillo cabeza
- ✓ Después de obtener el recorrido permitido del pistón realizar torque a la tuerca principal con 3200 ft/lbs.
- ✓ Torquear prisionero y contratuerca del eje del vástago del pistón con respecto al patín con 100 ft/lbs.
- ✓ Instalar chaveta a la tuerca principal y Torquear tornillo con 40 ft/lbs.
- ✓ Instalar ventanas de inspección y ajustar tornillería
- ✓ Instalar válvulas de succión y ajustar tapa válvulas de acuerdo a su respectivo torque (Ver procedimiento para válvulas compresoras)

**TAREA -2 Cambio de válvulas compresoras de 1ª, 2ª y 3ª etapa.**

- ✓ Soltar contratuerca y tornillo centro
- ✓ Soltar tuercas que ajustan las tapas válvulas para realizar desmonte
- ✓ Soltar tornillo de fijación de la jaula o soporte de la válvula para realizar extracción
- ✓ Realizar extracción de la válvulas

- ✓ Realizar inspección de los anillos metálicos y cambiar si se encuentran en malas condiciones
- ✓ Realizar inspección de las válvulas y realizar cambio de acuerdo a las recomendaciones CBM
- ✓ Instalar válvulas en su respectiva jaula o soporte y ajustar tornillo de fijación
- ✓ Instalar anillos metálicos
- ✓ Instalar tapa válvulas y Torquear tuercas en cruz con 230 ft/lbs.
- ✓ Torquear tornillo centro y contratuerca con 320 ft/lbs.
- ✓ El cilindro de primera etapa consta de 12 válvulas 6 de succión y 6 de descarga.
- ✓ El cilindro de segunda etapa consta de 2 válvulas de succión y 4 válvulas de descarga
- ✓ El cilindro de Tercera etapa consta de 2 válvulas de succión y 2 válvulas de descarga
- ✓ Como identificar una válvula ejemplo: 1CS3
  - 1 Indica si es de primera, segunda o tercera etapa (1-2-3)
  - C indica si es lado Carter o H si es lado cabeza Head
  - S indica si es succión o D si es descarga
  - 3 indica la posición de si es de izquierda a derecha mirando de frente al cilindro (1-2-3)
- ✓ Desairar sistema de refrigeración
- ✓ Cierre válvula de drenaje principal y válvulas auxiliares en cilindros
- ✓ Abrir válvula de entrada de agua
- ✓ Retire la aplicación de SAS
- ✓ Realice limpieza general del equipo y área de trabajo
- ✓ Ponga en funcionamiento el equipo en presencia del operador verificando fugas, vibraciones y ruidos extraños
- ✓ Realice entrega del equipo al operador de planta
- ✓ Cierre el permiso de trabajo
- ✓ Elabore informe de trabajo.



## **ANEXO V. Procedimiento del Sistema de Vasijas y Tuberías**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las actividades necesarias para ejecutar el mantenimiento preventivo al sistema de lubricación de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza el mantenimiento mecánico al Sistema de lubricación de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. En este mantenimiento se realizara el desarme de la caja de lubricación, a la cual se cambiaran los bombines, empaquetadura, acople, switch. De igual forma se le realizara mantenimiento interno a la caja. Este procedimiento se elabora para conocimiento del supervisor de la unidad y el técnico que ejecutará la operación. Se inicia con la planeación de la tarea y se termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.1. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga. Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas) el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador, es inyectado a las cámaras de combustión a través de un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas. En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla mediante la chispa de una

bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo de ignición o el magneto. La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de cuatro tiempos:** Se denomina motor de cuatro tiempos al motor de combustión interna alternativo tanto de ciclo Otto como ciclo del diésel, que precisa cuatro, o en ocasiones cinco, carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión.

**3.3. Compresor:** Máquina que usa pistón, aletas y otros mecanismos de bombeo para tomar aire de la atmósfera o gas, comprimiéndolo y descargándolo hacia un colector o sistema receptor.

**3.4. Compresor recíprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.5. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.6. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos.

**3.7. PMS:** Punto Muerto Superior.

**3.8. PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

**3.9. Ft/lb:** Libras pie.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos para Generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el formato de análisis de riesgos aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.
- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.
- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Permiso de

Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.

- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

#### **4.3. Mecánico**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.

- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

#### **4.4. Ayudante Mecánico**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

### **5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

Usar la siguiente herramienta adecuada para la labor:

- ✓ Juego de Copas, cuadrante de 1", 3/4" y 1/2"
- ✓ Ratche, volvedor y extensores de cuadrante de 1/2"
- ✓ Llave para tubo de 18", 24" y 36"
- ✓ Copa de bujía 15/16"
- ✓ Diferencial, eslinga
- ✓ Torquímetro, cuadrante de 1/2".
- ✓ Torquímetro cuadrante 3/8"
- ✓ Llave 1-1/16", 15/16", 1", 1-5/8", 1-13/16"
- ✓ Porra de 20 Lbs.
- ✓ Multiplicador de 1-4
- ✓ Torquímetro, copa 1-7/16", llave aguantadora de 1-7/16"

- ✓ Llave 1-7/16", copa 1-7/16",
- ✓ Extensión, volvedor, cuadrante ¾, 1" y ½"
- ✓ Llave ¾" 9/16"
- ✓ Llave 5/8", 1/2"
- ✓ Llave 7/8",
- ✓ Llave 1-1/4"
- ✓ Llave 3/8"
- ✓ Llave de golpe de 3-1/2"
- ✓ Torque 3.200lbs/ft
- ✓ Copa 3/4"
- ✓ Copa 1-13/16"
- ✓ Copa 1-5/16",
- ✓ Copa 1-1/16",
- ✓ Copa larga de 1-1/8"
- ✓ Copa 7/8"
- ✓ Copa 1"
- ✓ Copa 1-5/8
- ✓ Copa 1-1/8"
- ✓ Copa 15/16"
- ✓ Copa 9/16"
- ✓ Calibrador de galgas de hoja corta
- ✓ Calibrador de galgas de hoja larga

## **6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.

- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.
- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.
- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.
- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.
- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalizado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.

- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.

Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:

- ✓ Guantes cortos de vaqueta.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
- ✓ Ropa de Dotación.

### 6.1. Análisis de Riesgo de la Actividad

La tabla muestra en detalle los riesgos, efectos y controles preventivos.

**Tabla No. 1**

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECÁNICO:</b> Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	Inspeccionar las herramientas, el diferencial y eslingas antes de usar el puente grúa.
		No trabajar con herramienta en condiciones subestándar
		Capacitar al personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
		Usar EPP's básicos en buen estado y permanentemente (Casco, guantes, gafas de seguridad, botas de seguridad, protectores auditivos de inserción y tipo copa)
		Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.
<b>MECÁNICO:</b> Manejo Mecánico y manual de	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	Inspeccionar las eslingas, grilletes, cáncamos y argollas antes de realizar el levantamiento de las culatas y pistones
		No superar la capacidad del diferencial (5Ton)

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
cargas (culatas, cilindros y pistones)		No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		El personal no se debe ubicar entre la plataforma y sistema de admisión de gas combustible en el momento del izaje de cargas
		Utilizar manila con el fin de guiar las cargas
<b>FÍSICO:</b> Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad  Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 3 hrs de enfriamiento.
<b>LOCATIVOS:</b> Trabajos sobre plataforma y equipo (subir y bajar del motocompresor)	Caídas a desnivel, Golpes, lesiones, fracturas, esquinca, luxación.	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-  Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua
<b>QUÍMICO:</b> Aceite Pegasus 701, Hidráulico 68	Irritaciones, problemas respiratorios, quemaduras,	Divulgar y mantener en el sitio de trabajo la hoja de seguridad del producto (Aceite Pegasus 701, Hidráulico 68). Para realizar el cambio de aceite se debe cerrar la válvula de entrada del cárter, ubicar el recipiente para la disposición del aceite, se desacopla manguera del cárter y se ubica en el recipiente para su drenado, se retira una de las tapas superiores del cárter para verificar el completo drenado del mismo Diligenciar el respectivo certificado de apoyo para manejo de Productos químicos. Mantener rotulados los recipientes de los productos. Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.

Fuente: Autores de este documento.

## **7. ASPECTOS AMBIENTALES**

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.
- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.
- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## **8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **8.1. Actividades Generales**

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.
- ✓ Realizar la charla pre operacional
- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (charla de seguridad, permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo.
- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 3 hrs del motocompresor de gas
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible
  - ✓ Válvula Salida de Gas y TEA
  - ✓ Válvula de drenaje de los Scrubber
  - ✓ Válvula de drenaje de agua refrigerante.
  - ✓ Válvula de gas de entrada
- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo.

### **Sistema de lubricación (desmontaje y metrología de componentes)**

#### **TAREA - 1 Caja Lubricadora**

- ✓ Cerrar válvula de entrada de aceite a la caja lubricadora de los cilindros de fuerza y compresión

- ✓ Drenar el aceite, de la caja lubricadora de los cilindros de fuerza y compresión, utilizando un recipiente para evitar derrames
- ✓ Desmontar las cinco bombas de lubricación P-55U tres de los cilindros de fuerza y dos de los cilindros compresores y posteriormente se cambian por nuevas
- ✓ retirar y realizar lavado de la caja lubricadora de los cilindros de fuerza y compresión.
- ✓ Instalar la caja nuevamente en su base, utilice un nivel de gota para alinear la caja con respecto al acople.
- ✓ Instale las cinco bombas lubricadoras en su posición en la caja.
- ✓ Abra nuevamente la válvula de entrada de aceite a la caja de lubricación de los cilindros de fuerza y compresión

#### **TAREA. 2. Bombas de inyección de Hidráulico.**

- ✓ Desmontar cada una de las 3 bombas de aceite hidráulico
- ✓ Cambiar eje, levas, separadores y empaquetadura de aceite
- ✓ Inspeccionar el estado del acople de la caja lubricadora y cambiarlos

#### **TAREA 3. Cambio de Aceite**

- ✓ Cerrar las válvulas de reposición de aceite.
- ✓ soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el switch de nivel de aceite, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 58 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Remover las tapas superiores del cárter.
- ✓ Una vez retirado el aceite limpiar el cárter evitando material particulado y/o en su defecto lodos
- ✓ Inspeccionar los rincones del cárter.
- ✓ Realizar pruebas de tintas penetrantes en las partes críticas del bloque.

- ✓ Llenar el cárter con un aceite Pegasus 701 o equivalente. 55 galones aproximadamente verificar la medida de 28" la cual se toma desde el borde superior del cárter con respecto al nivel dado de aceite en el cárter.
- ✓ Fluir con aceite alrededor y dentro de los cojinetes del cigüeñal y muñón del cigüeñal
- ✓ Lavar las tapas con un disolvente
- ✓ Secar las tapas con un chorro de aire seco
- ✓ Colocar las tapas superiores del cárter.

#### **TAREA 4. Cambio de casquetes de bancada**

- ✓ Cerrar las válvulas de reposición de aceite.
- ✓ soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el switch de nivel de aceite de, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 55 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Quitar tapas superiores del bloque del cárter.
- ✓ Quitar tubería de lubricación del casquete de bancada
- ✓ Afloje los pernos en cruz y retírelos totalmente
- ✓ Retirar la tapa de bancada
- ✓ Remover casquete superior
- ✓ Introducir la herramienta para extracción de casquetes inferior en el orificio de lubricación del cigüeñal, girar el motor suavemente para retirar el casquete.
- ✓ Revisar los casquetes y efectuar metrología, Holgura entre cojinete y eje se encuentra entre 0.0046" y 0.0076", holgura lateral (axial) del cojinete de empuje se encuentra entre 0.006" y 0.016"
- ✓ Independientemente de los resultados de la inspección hechas se cambiara.
- ✓ Para la instalación, aplique lubricante a la cara del casquete que hace contacto con el cigüeñal
- ✓ Introduzca el casquete inferior y luego coloque la herramienta en el orificio del cigüeñal.
- ✓ Gire suavemente el motor para introducir el casquete en su alojamiento.

- ✓ Instalar los pines guía
- ✓ Aplique aceite al muñón y al casquete superior, coloque el casquete en la tapa de bancada
- ✓ Instale la tapa de bancada y torquear 360 ft-lbs.
- ✓ Verificar depósitos del cárter posible presencia de materiales como lodos o residuos metálicos.
- ✓ Inspeccionar los rincones del cárter.
- ✓ Efectuar limpieza al cárter.
- ✓ Llenar el cárter con un aceite Pegasus 701 o equivalente. 58 galones aproximadamente verificar la medida de 28" la cual se toma desde el borde superior del cárter con respecto al nivel dado de aceite en el cárter.
- ✓ cambio de empaques, instalación y torquedo de las tapas superior del cárter, los tornillos de ajuste deben torquearse instalándoles arandelas planas de 1/2" a cada tornillo.

#### **TAREA 5. Cambio casquete de bielas**

- ✓ Cerrar las válvulas de reposición de aceite.
- ✓ Soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el switch de nivel de aceite de, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 55 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Quitar tapas superiores del bloque del cárter.
- ✓ Retirar el alambre utilizado para pinar los tornillos de sujeción de la tapa de la biela al cigüeñal.
- ✓ Afloje los pernos y retírelos totalmente.
- ✓ Remover casquetes
- ✓ Los casquetes se le efectuara metrología, la holgura entre cojinete y muñequilla del cigüeñal se encuentra entre 0.003" y 0.006"
- ✓ De acuerdo a las verificaciones hechas se cambiaran los cojinetes
- ✓ Para la instalación, aplique lubricante a la cara del casquete que hace contacto con el cigüeñal

- ✓ Instale la tapa utilice alambre para pinar y Torquear de 650-700 ft-lbs.
- ✓ Verificar depósitos del cárter posible presencia de materiales como lodos o residuos metálicos.
- ✓ Inspeccionar los rincones del cárter.
- ✓ Efectuar limpieza al cárter.
- ✓ Llenar el cárter con un aceite Pegasus 701 o equivalente. 58 galones aproximadamente verificar la medida de 28" la cual se toma desde el borde superior del cárter con respecto al nivel dado de aceite en el cárter.
- ✓ cambio de empaques, instalación y torqueado de las tapas superior del cárter, los tornillos de ajuste deben torquearse instalándoles arandelas planas de 1/2" a cada tornillo

#### **TAREA 6. Cambio de cruceta**

- ✓ Soltar tornillo para retirar la tapa laterales de inspección de las cruceta motriz 1,3 y cruceta compresora 1 y 3 (llave 3/4")
- ✓ Para la cruceta motriz #2, Soltar tornillos de la tapa superior de la cruceta y retirar (llave 9/16")
- ✓ Soltar tornillos del patín de la cruceta motriz #2 (copa 1-1/16", extensión, rache) realizar izaje con ayuda del diferencial, eslinga, grilletes y argolla
- ✓ La crucetas desmontada se le medirá la tolerancias entre el bulón y los bujes de la cruceta (0,0035" – 0,0055") para enviarlas a taller.
- ✓ Soltar contra tuerca que ajusta el prisionero del vástago del pistón (copa larga de 1-1/8", prisionero 15/16").
- ✓ Soltar tornillos de la chaveta que ajusta la tuerca del vástago del pistón al patín (llave 3/4").
- ✓ Soltar tuerca que ajusta el vástago del pistón al patín (llave de golpe de 3-1/2".
- ✓ proceder a darle vueltas al pistón hasta desenroscar de la cruceta.
- ✓ Colocar la cruceta en el extremo máximo derecho para sacar el vástago y la tuerca girando la volante con la ayuda de la barra
- ✓ Mover ligeramente la biela para así poder sacar el bulón de la cruceta.

- ✓ Con una palanca dejar caer suavemente la biela
- ✓ Dar vuelta al volante para correr la biela hacia atrás
- ✓ Dar vuelta a la cruceta y sacarlo de sus bases de soporte.
- ✓ Si existe alguna anomalía con la cruceta se procede a sacar con el diferencial y realizar su cambio.
- ✓ Para posicionar la cruceta nueva realice lo siguiente:
- ✓ Ubique la cruceta nueva o reparada sobre el patín con la ayuda del diferencial.
- ✓ Con la ayuda de la volanta gire el cigüeñal hasta centrar el orificio de la biela con el orificio de la cruceta.
- ✓ Posicionar el bulón entre la biela y la cruceta, ajustar tornillos prisioneros del bulón.
- ✓ Colocar la cruceta en el extremo máximo izquierdo para acercar el vástago y la tuerca del pistón esto se hace girando la volanta del cigüeñal con la ayuda de la barra.
- ✓ proceder a darle vueltas al pistón hasta enroscarlo en la cruceta.
- ✓ Ajustar tuerca del vástago del pistón al patín (llave de golpe de 3-1/2".
- ✓ Torquear prisioneros y contratuerca que ajustan el vástago del pistón a la cruceta a un torque de 100lbs/ft. (torque, copa 1-1/8", copa 15/16")
- ✓ Torquear tuerca que ajusta el vástago del pistón al patín (torque 3.200lbs/ft) (llave de golpe 3-1/2",.
- ✓ Ajustar tuerca con chaveta y su respectivo tornillo que ajusta al patín torque 40lbs/ft (torque, copa 3/4", extensión, rache).
- ✓ Calibrar recorrido de los pistones tanto motrices como compresores.
- ✓ Para la cruceta motriz # 2 Realizar izaje del patín e instalarlo, tener en cuenta la posición de las guías y torquear tornillos a 100lbs/ft (torque, copa 1-1/16", extensión)
- ✓ Instalar tapa superior de la cruceta motriz #2 con su empaque y torquear tornillos a 40 lbs./ft (torque, copa 9/16", extensión)
- ✓ Instalar y ajustar tapa de inspección de la cruceta motriz 1-3 y la cruceta compresoras de 1ª y 2ª etapa, con su empaque (copa 3/4", rache, extensión).

### **TAREA 7. Revisión prisionero de ajuste del buje en las bielas.**

- ✓ Soltar tornillo para retirar la tapa laterales de inspección de las cruceta motriz 1,3 y cruceta compresora de 1ª y 3ª etapa (llave 3/4")
- ✓ Para la cruceta motriz #2, Soltar tornillos de la tapa superior de la cruceta y retirar (llave 9/16")
- ✓ Soltar tornillos del patín de la cruceta motriz #2 (copa 1-1/16", extensión, rache) realizar izaje con ayuda del diferencial, eslinga, grilletes y argolla
- ✓ Medir tolerancias entre el bulón y los bujes de la cruceta (0,0035" – 0,0055").
- ✓ Para revisar el prisionero de ajuste del buje de la biela se procede de la siguiente manera:
- ✓ Soltar y retirar las dos tuercas y los dos tornillos de ajuste del bulón a la cruceta.
- ✓ Mover ligeramente la biela para así poder sacar el bulón de la cruceta.
- ✓ Con una palanca dejar caer suavemente la biela.
- ✓ Dar vuelta al volante del cigüeñal con la barra para correr la biela hacia atrás.
- ✓ Verificara el torque del prisionero 10 lbs.-pie.
- ✓ Si no se presentan anomalías en el buje y prisionero. Se posiciona nuevamente la biela en la cruceta con la ayuda del diferencial alineando los dos orificios para realizar la instalación del bulón.
- ✓ Instalar y torqupear a 50 lbs.-pie las dos tuercas y los dos tornillos de ajuste del bulón a la cruceta.
- ✓ Si existe alguna anomalía en la Holgura entre bulón y buje de biela (0.0044" a 0.0074"), se procede a sacar la biela.
- ✓ Soltar el extremo de la manguera que comunica al cárter con el swiche de nivel de aceite de, ubicar un recipiente con capacidad de aproximadamente 55 galones y drenar el aceite, disponer adecuadamente del mismo.
- ✓ Retirar el alambre utilizado para pinar los tornillos de sujeción de la tapa de la biela al cigüeñal.
- ✓ Afloje los pernos y retírelos totalmente.

- ✓ Remover casquetes.
- ✓ Retirar la biela con la ayuda del diferencial.

NOTA: Se debe trasladar la biela al taller y retirar el buje con la herramienta especial extraer bujes de bronce, hacer uso de la prensa hidráulica.

- ✓ Realice la siguiente operación para el montaje de la biela.
- ✓ Aplique lubricante a la cara del casquete que hace contacto con el cigüeñal
- ✓ Con la ayuda del diferencial sosteniendo la biela instale la tapa utilice alambre para pinar los espárragos y torquear de 650-700 ft-lbs.
- ✓ Gire nuevamente la volante del cigüeñal hacia el punto muerto superior
- ✓ Posicione la biela en la cruceta con la ayuda del diferencial alineando los dos orificios para realizar la instalación del bulón.
- ✓ Instalar y torquear a 50 lbs.-pie las dos tuercas y los dos tornillos de ajuste del bulón a la cruceta.
- ✓ Cambiar empaques si se requiere, instalación y torqueado de las tapas superior del cárter, los tornillos de ajuste deben torquarse instalándoles arandelas planas de 1/2" a cada tornillo.
- ✓ Para la cruceta motriz # 2 Realizar izaje del patín e instalarlo, tener en cuenta la posición de las guías y torquear tornillos a 100lbs/ft (torque, copa 1-1/16",extensión)
- ✓ Instalar tapa superior de la cruceta motriz #2 con su empaque y torquear tornillos a 40 lbs./ft (torque, copa 9/16",extensión)
- ✓ Instalar y ajustar tapa de inspección de la cruceta motriz 1-3 y la cruceta compresoras de 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> etapa, con su empaque (copa 3/4", rache, extensión).

#### **TAREA 8. Sistema de Arranque**

- ✓ Inspeccionar y lubricar mecanismo de accionamiento del Bendix, retirando tapón y adicionando aceite
- ✓ Para realizar el retiro del motor de arranque se debe:

1. Cerrar válvula alimentadora de aire.
  2. Soltar los cuatro tornillos de anclaje de la base del motor.
  3. Soltar con una llave para tubo de 24" las universales ubicadas en la tubería de entrada y salida de aire.
  4. Soltar tubing que conduce el aire desde la válvula de corte al accionamiento del bendix.
  5. Soltar tubing de retorno del aire a la válvula de corte.
- ✓ Instalación del motor de arranque:
1. Ubicar el motor de arranque en la base
  2. Ajustar los cuatro tornillos de anclaje de la base del motor.
  3. Ajustar con una llave para tubo de 24" las universales ubicadas en la tubería de entrada y salida de aire.
  4. Instalar tubing que conduce el aire desde la válvula de corte al accionamiento del bendix.
  5. Instalar tubing de retorno del aire a la válvula de corte
  6. El rotor del motor debe girar libremente
  7. Abrir válvula alimentadora de aire.

#### **TAREA 9. Desmontaje y montaje de la volanta y cremallera.**

- ✓ Para el desmontaje de la volanta se requiere
- ✓ Retirar la guarda de seguridad con la ayuda del diferencial, o con el apoyo de dos personas.
- ✓ Soltar esparrago de ajuste de la volanta con el eje del cigüeñal.
- ✓ Introducir la cuña dentro de la ranura empleando un mazo, verificar que la cuña penetre perpendicularmente en la ranura e introducirla solos hasta que abra el agujero del cubo de la volanta de modo que se pueda deslizar fácilmente la volanta con la ayuda del diferencial.
- ✓ Con un martillo de bronce retirar la cremallera de la volanta dando golpes suaves.

- ✓ Para la instalación de la cremallera en la volante se ubicándola sobre la volante y utilizando un oxicorte se calentara de forma uniforme para que se expanda y luego se procederá dándole golpes suavemente con un mazo de goma hasta llevarla al tope de la volante.
- ✓ Para el montaje de la volante se debe realizar lo siguiente:
- ✓ Revisar el extremo del eje del cigüeñal y el interior del agujero del volante si es necesario limar las rebabas de la superficie interior del agujero y eje.
- ✓ Introducir la cuña dentro de la ranura empleando un mazo, verificar que la cuña penetre perpendicularmente en la ranura e introducirla solos hasta que abra el agujero del cubo de la volante de modo que se pueda deslizar fácilmente.
- ✓ Con la ayuda del diferencial izar el volante y deslizarlo sobre el eje girando en una dirección y otra y empujándolo a brazo hasta que el extremo del eje quede a ras con la superficie frontal de la volante.

NOTA: no utilizar un mazo ni ningún tipo de herramienta para empujar la volante sobre el eje.

- ✓ Antes de retirar la cuña introducir la chaveta (cuña) sin apretar hasta la mitad de su longitud aproximadamente colocar la chaveta de modo que la superficie trapezoidal (que lleva estampado el número de serie) mire hacia el volante. Dejar cierto espacio entre la parte superior del chavetero del volante y la chaveta.
- ✓ Retirar la cuña y apretar debidamente el perno del volante.
- ✓ Introducir la chaveta a fondo, hasta dejarla sentada de modo que el extremo quede a ras con la superficie frontal del eje o sobresaliendo hasta 3/16".
- ✓ Montar la guarda de seguridad.

## ANEXO W. Procedimiento de Metrología Dimensional

### 1. OBJETIVO

Establecer las actividades necesarias para la toma de mediciones metroológicas de los equipos, elementos o piezas del campo, para su respectivo análisis.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los equipos Ajax DPC600 al cual se pretende intervenir los cuales se le realiza la toma de mediciones metroológicas.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**Metrología:** Ciencia de la medición

**Medir:** Es comparar un objeto o magnitud, contra otro de referencia.

**Exactitud:** es la capacidad de un instrumento de acercarse a la magnitud física real. Si realizamos varias mediciones, mide lo cercana que está la media de las mediciones al valor real (lo calibrado que está el aparato de medición).

**Precisión:** es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes, realizadas en las mismas condiciones. No tienen nada que ver con la relación con un valor real.

**Magnitud:** Característica de un cuerpo que puede ser medida, como la longitud, la superficie, la temperatura o el peso.

**Sistema de unidades:** Un sistema de unidades es un conjunto consistente de unidades de medida

**Unidad de medida:** es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud.

**m:** Metros

**cm:** Centímetros

**mm:** Milímetros

**In o pul:** Pulgadas

**Ft:** Pies

**Instrumentos de medición:** Es un aparato que se usa para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición.

**Calibrador o pie de rey:** Sirve para medir con precisión elementos pequeños (tornillos, orificios, pequeños objetos, etc.). La precisión de esta herramienta llega a la media décima de milímetro.

**Micrómetro:** es un instrumento que sirve para medir con alta precisión (del orden de una micra) las dimensiones de un objeto.

**Cinta métrica:** Es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada, puede medir líneas y superficies curvas.

**Reloj comparador (comparador de caratulas):** Es un instrumento que permite realizar comparaciones de medición entre dos objetos.

**Galgas:** láminas de diferente espesor que se utilizan para medir tolerancias estrechas entre elementos,

**Goniómetro:** Es un instrumento que mide el ángulo formado por dos visuales, cifrando el resultado.

#### 4. RESPONSABILIDADES

Ingeniero de calidad: Realiza las actividades propias del proceso de metrología de los equipos, elementos y piezas del campo.

#### 5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Para llevar a cabo la toma metrológicas se requiere el uso de las siguientes herramientas:

- ✓ Calibrador o pie de rey
- ✓ Micrómetro de interiores
- ✓ Micrómetro de exteriores

- ✓ Galgas
- ✓ Reloj comparador
- ✓ Goniómetro
- ✓ Cinta métrica

## **6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**

- ✓ Permiso de trabajo para realizar las actividades.
- ✓ Hacer uso de los elementos de Protección personal como:
  - ✓ Botas de seguridad,
  - ✓ Guantes de cuero,
  - ✓ Casco,
  - ✓ Gafas,
  - ✓ Protección auditiva,
  - ✓ Capa impermeable de ser necesaria.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas de seguridad estipuladas por el cliente y HSEQ.
- ✓ Antes de iniciar cualquier labor de metrología, el personal calificado deberá tener pleno conocimiento de la localización de los extintores más cercanos y de su utilización, así como de las estaciones de alarma y paradas de emergencia.

### **6.1. ASPECTOS HSE**

Esta tabla contiene algunos factores HSE, consecuencias y controles requeridos para realizar labores de manipulación de los equipos, elementos o piezas.

**Tabla No. 1**

ASPECTOS HSE		
PELIGRO (Fuente o Situación)	CONSECUENCIAS	CONTROLES REQUERIDOS (Preventivos y Projectivos)
Mecánico: Manipulación de los equipos, elementos o piezas	Golpes, machucones, lesiones, aplastamiento.	Aislar la pieza objeto de otras piezas que puedan interferir en la actividad (Distancia prudente entre +/- 1,5 m entre ellas)
		Al momento de levantar una pieza se debe tomar de los extremos evitar sobreesfuerzos
		Tener precaución cuando se mide los holguras de los anillos para evitar cortes
		Posicionar la pieza en superficie limpia y seca. Si esta es pesada se podrá tomar dimensiones en asegurando con cuñas en ambos lados con el fin de evitar desplazamientos del mismo.
		Antes de tomar metrología de los cilindros se debe esperar tiempo para que la temperatura baje a T° ambiente
		Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.
		Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.
		Reportar inmediatamente al supervisor del área.

Fuente: Autores de este documento.

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

- ✓ Manejo de residuos de acuerdo a su clasificación. Los aspectos ambientales significativos asociados con la tarea y los posibles impactos al medio ambiente que se puedan generar, son identificados, igualmente en el permiso de trabajo y el análisis riesgo que se incluye para la ejecución de las tareas.
- ✓ El permiso de trabajo debe ser leído y entendido por los ejecutantes antes de empezar la labor, con el fin de saber cuáles son los aspectos ambientales involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan

generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.

- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutante de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis de riesgo.

## **8. DESARROLLO**

- ✓ Planeación del trabajo (ubicación física del equipo y preparación del permiso de trabajo) de acuerdo a la programación del supervisor.
- ✓ Apertura del permiso de trabajo.
- ✓ Realizar inspección visual de los equipos, elementos o piezas
- ✓ Preparar los equipos para la toma de medidas (limpieza y calibración previa)
- ✓ Limpieza del equipo, elementos o piezas a medir
- ✓ Adquisición de datos de medición (toma de medidas)
- ✓ Limpiar y guardar los equipos de medición

## **9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- ✓ Las medidas deberán ser registradas en formato de metrología del equipo objeto. Las medidas obtenidas tendrán que estar en el margen de tolerancias dadas por los fabricantes de cada equipo, elemento o pieza.
- ✓ Cumplir a cabalidad con todos los pasos contenidos en este procedimiento.

## **10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

Manual de fabricante. En caso de no existir este manual se optará por información Técnica adquirida por experiencia de las tolerancias de cada equipo, elemento o pieza.

## **ANEXO X. Procedimiento de Pintura**

### **1. OBJETIVO**

Establecer las actividades necesarias para ejecutar el OVERHAUL al sistema de compresión del motocompresor de gas AJAX DPC-600. Teniendo como principio básico la integridad física de quienes realizan esta actividad al igual que la del equipo que se interviene; con procedimientos enfocados a preservar el medio ambiente.

### **2. ALCANCE**

Aplica a las actividades que deben desarrollarse cuando se realiza el mantenimiento mecánico al Sistema de compresión de los motocompresores de gas AJAX DPC 600. A las botellas de pulsación y Scrubbers se les realizara desmonte del sistema luego se procede a limpiarlas y retirarles la pintura para proceder a realizar las pruebas de espesor y tintas. Este procedimiento se elabora para conocimiento del supervisor de la unidad y el técnico que ejecutará la operación. Se inicia con la planeación de la tarea y se termina con la entrega del equipo trabajando en la eficiencia requerida, a condiciones normales de trabajo especificadas en el manual del fabricante.

### **3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**3.1. Motor:** El motor tiene como objeto desarrollar en su eje la suficiente potencia para impulsar el compresor a una velocidad constante a cualquier valor de carga entre vacío y plena carga. Para tal efecto el motor utiliza el combustible (Gas) el cual después de pasar por un proceso de filtrado, regulación de presión y mezcla con aire en el carburador, es inyectado a las cámaras de combustión a través de un sistema de válvulas de admisión, impulsado por un árbol de levas.

En los Motores a Gas se origina la explosión de la mezcla mediante la chispa de una bujía, la cual es activada por un sistema de ignición controlado por el módulo de ignición o el magneto. La fuerza de la explosión impulsa los pistones, transmitiendo esa potencia al cigüeñal a través de las bielas, obteniendo así una potencia disponible en el eje del motor.

**3.2. Motor de dos tiempos:** El motor de dos tiempos efectúa una carrera de impulsión por cada vuelta del cigüeñal. Los tiempos de compresión, encendido, expansión, escape y barrido, por este orden, al ejecutarlos en dos carreras del pistón originan la denominación de dos tiempos. El pistón al avanzar hacia la culata, cierra primero las lumbreras de admisión y, a continuación las de escape e impide la salida de cierto volumen de aire exterior. En este momento penetra en el cilindro un volumen inyectado de gas combustible y el pistón comprime la mezcla que enciende una chispa al acercarse al punto muerto del extremo de la culata. La combustión produce un aumento de la presión que impulsa el pistón hacia el cigüeñal en su carrera de impulsión. La dilatación de los gases continúa hasta que el pistón destapa las lumbreras del escape que dejan salir los gases quemados.

**3.3. Compresor:** Máquina que usa pistón, aletas y otros mecanismos de bombeo para tomar aire de la atmósfera o gas, comprimiéndolo y descargándolo hacia un colector o sistema receptor.

**3.4. Compresor reciprocante:** Máquina cuyo funcionamiento es aprovechar el desplazamiento alternativo impulsado por una biela, la cual genera el deslizamiento de un pistón dentro un cilindro. Se utilizan cuando se requiere manejar altas presiones.

**3.5. Compresión simple efecto:** Solo una de las caras del pistón entra en contacto con el gas a comprimir mientras que la otra permanece pasiva.

**3.6. Compresión doble efecto:** El cilindro admite y descarga gas por ambos extremos.

**3.7. PMS:** Punto Muerto Superior.

**3.8. PSI:** Libras por pulgada cuadrada.

**3.9. Ft/lb:** Libras pie.

## **4. RESPONSABILIDADES**

### **4.1. Personal HSEQ**

- ✓ Revisar el formato de análisis de riesgos para Generar recomendaciones que permitan controlar los riesgos identificados asegurando que la actividad se ejecute en condiciones seguras para cumplir la meta de Cero accidentes.
- ✓ Verificar en campo que se está ejecutando la actividad descrita en el formato de análisis de riesgos aplicando los controles establecidos para los riesgos identificados, además revisar el diligenciamiento del permiso de trabajo y los certificados de apoyo si se requiere.
- ✓ Divulgar y velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, anticipar los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y operación a los que pueden estar expuestos los participantes en este procedimiento y tomar acciones preventivas y de control para evitar incidentes y accidentes.
- ✓ Velar por que se usen correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esta labor.
- ✓ Divulgar el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Archivar el permiso de trabajo junto con los documentos de soporte involucrados en el mantenimiento aquí descrito.

#### **4.2. Supervisor**

- ✓ Participar en la elaboración del formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Asegurar y garantizar que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro aplicando todas las normas de HSE establecidas y dirigidas por el inspector de seguridad.
- ✓ Verificar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a las labores del día (Permiso de Trabajo, formato de análisis de riesgos, Certificado de Apoyo, Procedimiento Específico del Trabajo, carta de trabajo.) y que estos estén debidamente firmados por todas las personas involucradas en la ejecución de este procedimiento.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Asegurar y garantizar que los recursos requeridos para el mantenimiento aquí descrito estén completos y a tiempo, antes de iniciar labores.
- ✓ Asegurar y garantizar que el equipo quede trabajando dentro de los criterios de aceptación recomendados por el manual del fabricante.

#### **4.3. Mecánico**

- ✓ Realizar el formato de análisis de riesgos Correspondiente al desarrollo del trabajo descrito en este procedimiento.
- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Verificar que los recursos y herramientas requeridos para el mantenimiento aquí descrito se encuentren completas y a tiempo.
- ✓ Ser responsable de la ejecución del procedimiento de trabajo y garantizar que el equipo quede trabajando en óptimas condiciones operacionales según el fabricante.
- ✓ Elaborar el reporte de actividades de manera clara y completa donde se consigne el estado inicial y final del equipo a intervenir.
- ✓ Generar todos los respectivos soportes para la trazabilidad del equipo.

#### **4.4. Ayudante Mecánico**

- ✓ Cumplir con las normas de seguridad industrial y ambiente establecidas.
- ✓ Cumplir con las normas de la compañía y del procedimiento de trabajo.
- ✓ Usar correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- ✓ Conocer el plan de contingencia. (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- ✓ Mantener el área de trabajo en orden y aseo.
- ✓ Ejecutar y cumplir con el procedimiento de trabajo.
- ✓ Seguir las instrucciones de su superior siendo el apoyo de este en la ejecución del trabajo.

### **5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

Usar la siguiente herramienta adecuada para la labor:

- ✓ Sistema de aire comprimido
- ✓ Pistola de aplicación de pintura.
- ✓ Brocha

- ✓ Pulidora
- ✓ Lijas

## **6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**

Durante la realización de los trabajos se debe cumplir con las siguientes reglas mínimas de seguridad industrial:

- ✓ El permiso de trabajo y sus documentos anexos deben estar en un sitio visible por todos.
- ✓ Realizar charla donde se divulgue el formato de análisis de riesgos a todo el personal involucrado antes de iniciar las labores de mantenimiento; se debe tomar registro.
- ✓ Diligenciar los certificados de apoyo.
- ✓ El área de trabajo debe estar debidamente aislada y señalada como prevención de posibles accidentes.
- ✓ El Equipo, al que se le ejecutará el trabajo debe ser entregado fuera de servicio por el operador, incluyendo los respectivos aislamientos mecánicos.
- ✓ Verificar si en el área se ejecutan otras actividades, para determinar cuáles son los riesgos que se pueden generar entre los frentes ejecutores y así establecer las medidas de control adecuadas.
- ✓ Se debe verificar que todas las herramientas a utilizar en los trabajos se encuentren en perfecto estado.
- ✓ Disponer en el sitio de trabajo de los recursos requeridos, tales como materiales, herramientas, bancos de trabajo y los elementos necesarios para registros de las actividades que se ejecuten.
- ✓ Se debe verificar que todo el personal involucrado en el desarrollo de este procedimiento se encuentre capacitado para la ejecución de los trabajos encomendados.

- ✓ Debe estar definida y señalada la ruta de evacuación para todo el personal en caso de alguna emergencia que se llegara a presentar durante la ejecución de los trabajos.
- ✓ Disponer de un botiquín completo en la estación donde se va a intervenir el equipo.
- ✓ Se debe tener un listado de los radios de emergencia y los radios de los conductores de la empresa que sea necesario llamar para el evento de que se presente alguna emergencia.
- ✓ Se debe tener definido y señalado el punto de encuentro para todo el personal en caso de que se llegue a presentar alguna emergencia.
- ✓ Se deben tener en el área de trabajo extintores clase ABC multipropósito debidamente identificados, cargados y con fecha de vencimiento vigente.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas HSEQ estipuladas por la compañía y el cliente.

Durante la ejecución en campo de este procedimiento todo el personal involucrado debe tener en cuenta la utilización de los siguientes Elementos de Protección Personal:

- ✓ Guantes cortos de vaqueta.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Protectores auditivos (de Inserción y Tipo Copa).
- ✓ Ropa de Dotación.
- ✓ Mascarilla para vapor
- ✓ Traje tibe

## 6.1. Análisis de Riesgo de las Actividad

La siguiente tabla muestra los riesgos, efectos y controles.

**Tabla No. 1**

ANALISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>MECÁNICO:</b> Herramienta en mal estado y/o inadecuada manipulación.	Golpes, machucones, lesiones, atrapamientos, amputaciones.	Inspeccionar las herramientas, el diferencial y eslingas antes de usar el puente grúa.
		No trabajar con herramienta en condiciones subestandar
		Capacitar el personal en la manipulación de herramientas manuales.
		Realización de la actividad solo por personal capacitado y entrenado.
		Usar EPP's básicos en buen estado y permanentemente (Casco, guantes, gafas de seguridad, botas de seguridad, etc.)
		Activar MEDEVAC, prestar primeros auxilios.
<b>MECÁNICO:</b> Manejo Mecánico y manual de cargas (culatas, cilindros y pistones)	Golpes, lesiones múltiples, fracturas, atrapamientos	Inspeccionar las eslingas, grilletes, cáncamos y argollas antes de realizar el levantamiento de las culatas y pistones
		No superar la capacidad del diferencial (5Ton)
		No ubicarse bajo el radio de referencia de caída del objeto
		Disminuir el tiempo de levantamiento de la carga
		Al levantar la carga se debe mantener los pies separados, doblar las rodillas (columna y cabeza resta), agarrar firmemente la carga, brazos extendidos y pegados al cuerpo y realizar la fuerza solo con las piernas.
		El personal no se debe ubicar entre la plataforma y sistema de admisión de gas combustible en el momento del izaje de cargas
		Utilizar manila con el fin de guiar las cargas
<b>FÍSICO:</b> Exposición a las altas temperaturas del agua refrigerante y del equipo	Quemaduras de 1º, 2º y 3er grado piel	Tener precaución y estar alerta durante la ejecución de la actividad
		Antes de intervenir la maquina se debe esperar un tiempo de reposo aproximado de 6 horas de enfriamiento.
<b>LOCATIVOS:</b> Trabajos sobre plataforma y equipo (subir y bajar del motocompresor	Caídas a desnivel, Golpes, lesiones, fracturas, esquince, luxación.	Mantener el orden y aseo en la plataforma durante la ejecución de la actividad-
		Verificar que no exista la presencia de aceite sobre el equipo, el piso en el área de trabajo. Ante presencia se debe lavar con desengrasante y agua

ANÁLISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD		
<b>QUÍMICO:</b> Aceite Pintura epóxica de alta temperatura,	Irritaciones, problemas respiratorios, quemaduras,	Divulgar y mantener en el sitio de trabajo la hoja de seguridad del producto aplicar
		Para realizar el cambio de aceite se debe cerrar la válvula de entrada del cárter, ubicar el recipiente para la disposición del aceite, se desacopla manguera del cárter y se ubica en el recipiente para su drenado, se retira una de las tapas superiores del cárter para verificar el completo drenado del mismo
		Diligenciar el respectivo certificado de apoyo para manejo de Productos químicos.
		Mantener rotulados los recipientes de los productos.
		Utilizar guantes de nitrilo, gafas y demás EPP's en buen estado.

Fuente: Autores de este documento.

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

- ✓ El permiso de trabajo y el formato de análisis de riesgos debe ser leído y entendido por los ejecutores antes de empezar la labor, con el fin de identificar cuáles son los aspectos ambientales significativos o no involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Manejar los residuos de acuerdo a su clasificación y especificación según las necesidades del cliente. El material reciclable se debe disponer en bolsas verdes. Residuos peligrosos y/o contaminados con aceite se deben disponer en bolsa gris y aquellos residuos ordinarios en la bolsa negra.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el ejecutor de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis del permiso de trabajo.
- ✓ El ejecutor debe asegurar que se cuente con los elementos necesarios en el área de trabajo para controlar y evitar cualquier incidente ambiental.

- ✓ Verificar que el área de trabajo sea entregada en óptimas condiciones de orden, aseo.
- ✓ Para el manejo de sustancias químicas se debe contar con las hojas de seguridad correspondientes y la debida rotulación e identificación de los recipientes que contengan las sustancias.

## **8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **8.1 Actividades Generales**

Se deben realizar las siguientes actividades durante este mantenimiento:

- ✓ Recibir la Orden de trabajo.
- ✓ Diligenciar el permiso de trabajo.
- ✓ Realizar la charla pre operacional
- ✓ Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. (charla de seguridad, permiso de trabajo, formato de análisis de riesgos, certificado de apoyo, procedimientos específicos del trabajo, carta de trabajo.
- ✓ Antes de intervenir el equipo se debe esperar un tiempo aproximado de reposo de 6 horas del motocompresor de gas
- ✓ Recibir el equipo por parte del operador, con el sistema de aislamiento seguro (SAS). Según instructivo del cliente.
- ✓ Puntos de Aplicación del SAS Mecánico: (Instalación de tarjeta, cadena y candado verde)
  - ✓ Tablero de Control
  - ✓ Válvula Gas – Combustible
  - ✓ Válvula Salida de Gas y TEA
  - ✓ Válvula de drenaje de los Scrubbers
  - ✓ Válvula de drenaje de agua refrigerante.
  - ✓ Válvula de gas de entrada

- ✓ Asegurar que los repuestos y herramientas a utilizar estén en sitio de manera oportuna y completa haciendo una revisión minuciosa del estado de las herramientas.
- ✓ Demarcar el área de trabajo.

### **Pintura general de la maquina**

#### **TAREA - Limpieza y remover pintura.**

- ✓ Retirar la pintura con lija o pulidora si se requiere.
- ✓ Lijar la superficie con el número de lija adecuado.
- ✓ Limpiar con solución desengrasante o detergente para remover grasa y partículas.
- ✓ Secar la superficie con un trapo limpio y seco

#### **TAREA - Aplicar pintura.**

- ✓ Aplicar la base anticorrosiva dos aplicaciones para un buen anclaje y recubrimiento.
- ✓ Esperar que se seque la base.
- ✓ Aplicar la pintura de acabado final.
- ✓ Retocar con la brocha en los lugares de difícil acceso

## ANEXO Y. Procedimiento de Tintas Penetrantes

### 1. OBJETIVO

Establecer las actividades necesarias para la realización del análisis de tintas penetrantes de los equipos, elementos o piezas del campo, para su respectivo análisis.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todos los equipos sobre los cuales se pretende determinar si los componentes han sufrido algún tipo de agrietamiento, realiza el análisis de tintas penetrantes.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**Tensión superficial:** fenómeno por el cual la superficie de un líquido tiende a comportarse como si fuera una delgada película elástica.

**Cohesión:** fuerza de atracción relativa entre las moléculas que componen el líquido.

**Adhesión:** La adhesión es la fuerza de atracción entre moléculas de diferentes sustancias.

**Acción capilar:** El efecto más sobresaliente de la tensión superficial puede ser indicado por la columna del líquido que sube o cae dentro de un tubo estrecho

**Viscosidad:** Es la resistencia a fluir de un líquido debido a la fricción entre la moléculas de este.

**Emulsificador:** es un líquido que se combina con un penetrante basado en aceite para hacer que el exceso de penetrante sea removible con agua.

**Angulo de contacto:** es el ángulo conformado por la tangente al líquido en su punto de contacto con la superficie, y la superficie misma.

**Mojabilidad:** capacidad que tiene un líquido de extenderse y dejar una traza sobre un sólido.

**Tintas:** líquido que contiene varios pigmentos o colorantes utilizado para determinar el nivel en que se encuentra deteriorada la superficie.

**Limpiadores:** son esenciales para remover de la superficie y de las discontinuidades los contaminantes sólidos y líquidos

**Penetrantes:** es un líquido capaz de entrar en las discontinuidades abiertas a la superficie, e idealmente debe poseer características especiales de: Tensión superficial, acción capilar, cohesión, adhesión, mojabilidad y viscosidad.

**Reveladores:** es un material aplicado a la superficie a inspeccionar después de que se ha removido el exceso de penetrante.

**Interpretación:** Interpretar una indicación significa poder determinar qué está causando la formación de la indicación, como por ejemplo, grietas, poros, acabado superficial, mala aplicación de la técnica, etc.

**Evaluación:** La evaluación es la operación siguiente a la interpretación y consiste en determinar cómo afecta el desempeño de la pieza la presencia de una indicación una vez que se conoce su dimensión, ubicación, dirección y forma; como resultado de la evaluación se especifica si la pieza es aceptada, rechazada o puede ser reparada.

**Defecto:** discontinuidad localizada en una zona de altamente tensionada y que ocasiona el rechazo de la pieza

#### **4. RESPONSABILIDADES**

Ingeniero de calidad: Realizar las actividades propias del proceso de análisis de tintas penetrantes de los equipos, elementos y piezas del campo.

## 5. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Para llevar a cabo el análisis de tintas penetrantes se requiere el uso de las siguientes herramientas.

- Limpiador
- Tinta penetrante
- Revelador
- Trapos

## 6. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD

✓ Permiso de trabajo para realizar las actividades.

Hacer uso de los elementos de Protección personal como:

- ✓ Botas de seguridad,
- ✓ Guantes de cuero,
- ✓ Casco,
- ✓ Gafas,
- ✓ Protección auditiva, doble si es necesaria.
- ✓ mascarilla
- ✓ Capa impermeable de ser necesaria.
- ✓ Se debe cumplir con todas las normas de seguridad estipuladas por el cliente y HSEQ.
- ✓ Antes de iniciar cualquier labor de análisis de tintas penetrantes, el personal calificado deberá tener pleno conocimiento de la localización de los extintores más cercanos y de su utilización, así como de las estaciones de alarma y paradas de emergencia.
- ✓ Para cualquier químico que vaya a ser manipulado se deben tomar ciertas precauciones indicadas en las hojas de seguridad: material safety data sheets (MSDS).

- ✓ Antes de trabajar con un químico de cualquier tipo es recomendado que las MSDS sean revisadas para seguir las prácticas de manejo apropiadas.
- ✓ Es recomendado que las hojas de seguridad se encuentren disponibles en el área de trabajo.
- ✓ Algunos de los penetrantes son inflamables, deben ser usados y almacenados en pequeñas
- ✓ En caso de realizar una soldadura se debe asegurar que los componentes volátiles de los materiales penetrantes se han evaporado.
- ✓ El uso de reveladores secos y húmedos no acuosos puede causar daños al operador al ser inhalados, se debe adecuar un sistema de extracción.
- ✓ Siempre se debe utilizar protección para los ojos para prevenir contacto del químico con los ojos.
- ✓ Muchos de los químicos usados contienen detergentes y solventes que pueden causar dermatitis. Guantes y otras ropas protectoras deben ser usados para limitar el contacto con los químicos.

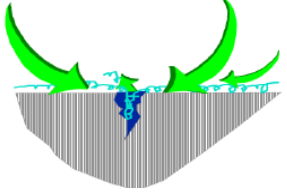
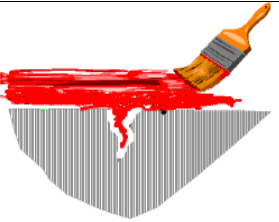
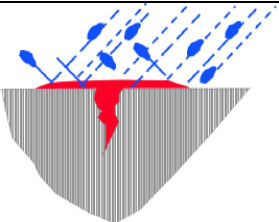
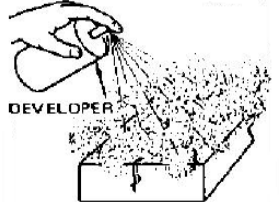
## **7. ASPECTOS AMBIENTALES**

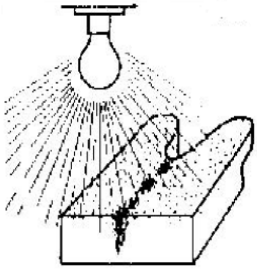
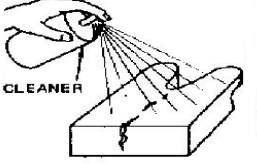
- ✓ Manejo de residuos de acuerdo a su clasificación. Los aspectos ambientales significativos asociados con la tarea y los posibles impactos al medio ambiente que se puedan generar, son identificados, igualmente en el permiso de trabajo y el análisis riesgo que se incluye para la ejecución de las tareas.
- ✓ El permiso de trabajo debe ser leído y entendido por los ejecutantes antes de empezar la labor, con el fin de saber cuáles son los aspectos ambientales involucrados en la tarea, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar los posibles impactos al medio ambiente por el no cumplimiento del procedimiento de trabajo.
- ✓ Los aspectos ambientales valorados en el permiso de trabajo y la forma de minimizar los impactos son de obligatorio conocimiento y aplicación, por el

ejecutante de la tarea antes de iniciar la actividad, así como de las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis de riesgo.

## 8. DESARROLLO

- ✓ Planeación del trabajo (ubicación física del equipo y preparación del permiso de trabajo) de acuerdo a la programación de monitoreo.
- ✓ Apertura del permiso de trabajo.
- ✓ Realizar inspección visual de los equipos, elementos o piezas.

APLICACIÓN DE TINTAS PENETRANTES	
<p>1. Preparación de la superficie: todas las superficies que vayan a ser inspeccionadas deben estar completamente limpias y secas antes de realizar la Inspección por líquidos penetrantes. Las discontinuidades deben estar libres de aceite, grasa, agua, polvo, o cualquier otro contaminante que pueda interferir con la realización de la prueba.</p>	
<p>2. Aplicación del penetrante: después de que la pieza ha sido limpiada se aplica el penetrante de manera que se forme una película sobre la superficie. Esta película debe permanecer sobre la superficie el tiempo suficiente para permitir la máxima Penetración del penetrante en las discontinuidades abiertas a la superficie.</p>	
<p>3. Remoción del exceso de penetrante: el método de remoción es determinado por el tipo de penetrante utilizado. Algunos penetrantes pueden ser simplemente lavados con agua, otros requieren el uso de emulsificadores (hidrofilicos y lipofílicos) o un removedor/solvente. Esta remoción del exceso de penetrante debe ser uniforme para garantizar la efectividad de la inspección y garantizar que el penetrante no ha sido sobre removido.</p>	
<p>4. Revelado: dependiendo de la forma del revelador a utilizar, la pieza debe estar seca antes o directamente después de la aplicación del revelador. El revelador forma una película sobre la superficie y actúa como un extractor del penetrante para sacarlo de las discontinuidades y esparcirlo sobre la Superficie generando una indicación.</p>	

<b>APLICACIÓN DE TINTAS PENETRANTES</b>	
<p>5. Inspección: después de transcurrido el tiempo de revelado, la superficie debe ser examinada visualmente para verificar presencia de indicaciones provenientes de la exudación del penetrante hacia la Superficie. Esta examinación debe ser realizada en un ambiente adecuado, cuando se utilizan penetrantes visibles se debe tener una buena iluminación con luz blanca, cuando se trabaja con penetrantes fluorescentes la inspección debe realizarse en un área oscurecida utilizando una Lámpara de luz ultravioleta.</p>	 <p>Un diagrama que muestra una lámpara colgando sobre una pieza metálica con una grieta. Rayos de luz se dirigen desde la lámpara hacia la grieta, iluminando el interior de la fisura para su inspección.</p>
<p>6. Limpieza final: una vez realizada la interpretación y evaluación de las discontinuidades se debe limpiar la pieza eliminando en su totalidad la presencia de revelador y penetrante, ya que sus restos pueden generar focos de corrosión en presencia de humedad.</p>	 <p>Un diagrama que muestra una mano aplicando un limpiador a una pieza metálica con una grieta. El limpiador está etiquetado como 'CLEANER'. El spray del limpiador cubre la grieta para eliminar cualquier residuo.</p>

Fuente: Autores de este documento.

## 9. CRITERIOS DE ACEPTACION

- ✓ Artículo 8 de la Sección VIII del Código ASME.
- ✓ Norma ASTM E 433

## 10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ✓ SNT-TC 1A
- ✓ ISO-9712
- ✓ ASME V, ASTM 1417, AMS 2644
- ✓ Norma ASTM E 1417
- ✓ Norma ASTM E 165
- ✓ Norma ASTM E 433
- ✓ Código ASME, Sección V, Artículo 6.
- ✓ Código ASME, Sección VIII, Artículo 8.
- ✓ ASM Handbook, Volumen 17.