

PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO PARA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE GAS SARDINATA SUR ECOPETROL TIBU

Autor: Omar Arévalo Pava Código: 235514967

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Programa Académico: Tecnología Electromecánica

Universidad Antonio Nariño

Cúcuta

e-mail institucional autor: oarevalo41@uan.edu.co

Director:

Phd. Ingeniero electricista ANTONIO GAN ACOSTA

e-mail institucional del director: antonio.gan@uan.edu.co

RESUMEN: El presente trabajo de grado tiene como finalidad realizar el diseño del protocolo para el entrenamiento del operador de la planta de gas Sardinata sur Ecopetrol, ubicada en el municipio de Tibú Norte de Santander. En la planta de gas se realiza la medición y monitoreo de variables que se presentan en los procesos industriales que tienen relación con el bombeo del gas, como lo son nivel, presión, flujo, temperatura entre otras. Estas señales son transmitidas a través de un lazo de control a la sala central donde son monitoreadas por el operador, el cual debe tomar decisiones con respecto a las consignas entregadas por la producción. Para tal fin, se requiere una serie de conocimientos en electrónica, instrumentación, neumática, electricidad, normas de SST y medio ambiente por parte del operador de planta que es el encargado de esta labor. De acuerdo a lo anterior, se necesita un plan de entrenamiento bastante riguroso que contenga todos los conocimientos de los diferentes procesos, por lo cual se presenta el diseño del protocolo de entrenamiento para el operador de planta de gas conformado por varios módulos que

contengan toda la información especificada de tal forma, que el entrenado pueda ser autodidacta y desarrolle su entrenamiento en la misma planta bajo la supervisión de una persona idónea para dirigir y evaluar el entrenamiento.

PALABRAS CLAVE: Protocolo, Planta, Entrenamiento, Operación.

ABSTRACT: The purpose of this degree work is to design the protocol for the training of the operator of the Sardinata sur Ecopetrol gas plant located in the municipality of Tibú Norte de Santander. In the gas plant, the measurement and monitoring of variables that occur in industrial processes that are related to gas pumping are carried out, such as level, pressure, flow, temperature, among others. These signals are transmitted through a control loop to the central room where they are monitored by the operator, who must make decisions regarding the orders delivered by the production. For this purpose, a series of knowledge in electronics, instrumentation, pneumatics, electricity, OSH standards and the environment is required by the plant

operator who is in charge of this work. According to the above, a fairly rigorous training plan is needed that contains all the knowledge of the different processes, for which the design of the training protocol for the gas plant operator is presented, consisting of several modules that contain all the information specified in such a way that the trainee can be self-taught and develop their training on the same floor under the supervision of a suitable person to direct and evaluate the training.

KEY WORDS: Protocol, Plant, Training, Operation.

INTRODUCCIÓN

En la industria petrolera la mayoría de las empresas entienden la necesidad de desarrollar programas de entrenamiento para las actividades relacionadas con la operación de planta en salas de control, debido a que a medida que llegan nuevas tecnologías en el área electrónica y control centralizado, éstas se van integrando, volviéndose si no más complejas si más técnicas y precisas en la ejecución de las maniobras que debe realizar el operador para cumplir con los diferentes procesos en la producción. En una planta de gas especializada en el bombeo del mismo, todas las actividades se tornan complejas por la seguridad en cuanto a riesgos de explosión y cuidado que se debe tener para cumplir las normas de SST y medio ambiente; esta situación demanda de personal especializado en el área debido a las habilidades específicas que debe tener el operador de sala en una planta de bombeo de gas; por esta razón se destaca la importancia de desarrollar un plan de entrenamiento siguiendo unos protocolos que conlleven a un entrenamiento integral donde se de un enfoque en el desarrollo de habilidades no solo en la parte técnica sino también en la parte de seguridad y salud en el trabajo, lo mismo que en el conocimiento y aplicación de las normas ambientales.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través del tiempo se ha venido desarrollando la industria petrolera y la producción de gas, innovando con nuevas tecnologías y nuevas políticas de seguridad industrial y seguridad ambiental. También a la par ha exigido un despliegue de nuevas habilidades por parte del personal profesional que ejerce funciones de liderazgo y supervisión en la operación y control de plantas de gas, siendo ésta la actividad principal de la industria del gas que está ubicada en los campos petroleros, puesto que es el medio por el cual se logra mantener la productividad del gas que llega a nuestros hogares para satisfacer las necesidades básicas y confort del usuario.

El operador es sobre quien pesa toda la responsabilidad operacional, en el transporte o bombeo del gas y por esto debe tener un conocimiento profundo de la operación y la planta, para el desarrollo de una operación segura y eficiente.

El problema principal de estos procesos radica en el alto conocimiento y la responsabilidad que debe tener el operador de planta para ejecutar cualquier tipo de maniobra.

A. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a la problemática planteada se formuló la pregunta: ¿Se requiere de un programa específico para el entrenamiento y óptimo desempeño del operador de planta de gas Sardinata Ecopetrol Tibú?

A. ANTECEDENTES

Se encontraron los siguientes trabajos, después de realizar un rastreo bibliográfico sobre el trabajo de grado que se adelanta. A continuación, se relacionan algunos, similares al tema en estudio.

A nivel internacional

A nivel internacional no se encontraron

proyectos en el área específica, pero se encuentran una cantidad de empresas especializadas en el entrenamiento de personal para instrumentación en zonas petroleras de acuerdo a la normativa internacional para este oficio.

Empresa: Elite training

Misión: Elite Training es una marca líder de formación especializada, con integridad y sentido humano. Creemos que un servicio honesto y responsable nos permite ofrecer una formación de alta calidad que contribuya al crecimiento social, económico y tecnológico de Latinoamérica.

A nivel nacional

Título: Manual de entrenamiento sistematizado para el personal operativo de una planta de producción de comestibles.

Resumen: El Trabajo está enfocado en el estudio de los requerimientos de entrenamiento del personal de operación dentro de la empresa cuyo objeto principal es la producción de alimentos. Basados en este estudio se desarrolló un instructivo para la formación y mejora en el desempeño de todos los empleados en la parte operativa. Esto se logró, identificando las necesidades de capacitación para los operarios y así mejorar las habilidades y competencias en las diferentes tareas.

Durante el análisis se diseñaron guías de entrenamiento de acuerdo con las necesidades de cada puesto de trabajo manejando elementos de producción, calidad, seguridad industrial y medio ambiente.

Palabras claves: Entrenamiento, Personal, capacitación, especialización.

Empresa: Centro de estudios petroleros CETPETROL

El CENTRO DE ESTUDIOS PETROLEROS CETPETROL. Esta empresa nacional está especializada en la formación de Técnicos

profesionales con un talento Humano, perfilado hacia la industria petrolera; tiene una alta experiencia en la capacitación de personal técnico calificado para el sector de los hidrocarburos.

Nivel local

No aparece ningún diseño de programas de entrenamiento o proyecto específico en el sector del gas; como tal solo se tiene las certificaciones por competencias laborales en el SENA donde se certifica la experiencia e idoneidad del operador.

B. OBJETO. Desarrollo del protocolo de entrenamiento para la operación de la planta de gas Sardinata sur Tibú Norte de Santander.

C. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el protocolo de entrenamiento para operación de la planta de gas, Sardinata sur Ecopetrol, Tibú Norte de Santander.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar los procesos de operación de la planta de gas mediante fuente documental de la empresa y manuales técnicos.

Consultar la experiencia del personal activo en el proceso de operación de la planta de gas.

Formular los protocolos y el programa de entrenamiento para el operador de la planta de gas.

D. ACOTACIONES

En el desarrollo de este trabajo integral de grado, la fuente de información está contenida en las librerías del paquete de tecnología de proceso de la Planta de Gas Sardinata Tibú Norte de Santander; para su utilización se contó con el permiso de la empresa.

A. ALCANCE

El alcance de este proyecto, es el inicio de un proceso de mejoramiento en el entrenamiento de los operadores de planta de gas Sardinata sur en la empresa.

B. LIMITACIONES

El trabajo de grado se desarrolló en la Universidad Antonio Nariño sede Cúcuta, en un término de 4 meses y es aplicado a la formación en el programa de Tecnología Electromecánica.

El desarrollo del trabajo de grado se limita al diseño del programa de entrenamiento para operador de la planta de gas, Sardinata sur, Ecopetrol, Tibú Norte de Santander.

E. JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje por medio de la experimentación y la autodidáctica se pueden definir como una forma de adquirir el conocimiento realizando procesos de observación y comparación de datos teóricos respecto a los prácticos. Para este tipo de aprendizaje autodidáctico propuesto se requiere disponer de elementos y equipos que están instalados en la planta y controlados desde una sala de control; de esta manera el entrenamiento del operador de planta se puede llevar a cabo en forma teórico – práctica de manera tal, que él pueda adquirir la teoría en forma autodidáctica y se le posibilite la manera de realizar prácticas reales como seguir la información que llega al centro de control y verificar las mediciones en tiempo real y observar los cambios de las variables que inciden en el proceso, permitiendo identificar las posibles respuestas ante diferentes cambios realizados por el operador y a su vez, realizar maniobras que requieran un cambio en el comportamiento del lazo control.

La implementación de un protocolo basado en módulos didácticos es una solución pedagógica que se puede llevar a cabo en la misma planta con la realización y el desarrollo

de diferentes prácticas que acerquen al operador de planta al ambiente de operación, tanto en la sala de control como en el campo, ya que él debe saber lo que está ocurriendo afuera en el proceso en tiempo real y verificarlo con los datos en pantalla; además de favorecer el marco teórico-conceptual para las diferentes actividades que tiene que desarrollar el operador de planta en la sala de control.

Con el desarrollo de este proyecto, se está dando cumplimiento al requisito para la obtención del título de Tecnólogo en Mantenimiento Electromecánico Industrial por parte del estudiante proponente del proyecto.

F. LEGISLACIÓN

Para el diseño de los protocolos de entrenamiento se tomaron las normas de competencias laborales de la mesa sectorial de hidrocarburos específicamente para operación de planta y transporte de gas.

- **Código NSCL:** 280202099.
- **Código NSCL:** 280202100

Estas normas de competencia laboral están soportadas por la Resolución 030 del 2018 de la Comisión de regulación de energía y Gas CREG (2018).

II. MARCO TEORICO

A. Planta de Gas Sardinata

La Estación Sardinata se encuentra localizada en el Municipio de Tibú Departamento de Norte de Santander, al suroccidente del casco urbano de Tibú en la vía que conduce a la ciudad de Cúcuta, en sentido Cúcuta - Tibú a una distancia aproximada de 66 km al noroccidente de Cúcuta, y se puede acceder por la vía pavimentada que conduce de Cúcuta a Campo Dos, pasando en su recorrido por los municipios de El Zulia, Astilleros, Aguásalas, La Florida y el corregimiento de Petrólea. El predio se localiza en el costado occidental de la vía

Campo Dos - Campo Giles, a aproximadamente 1 km de Campo Dos y se accede por vía destapada, pero en buenas condiciones de tránsito, dado que se tiene permanente mantenimiento para atender la producción petrolera que se da en esa región en la cual se encuentran los pozos que alimentarán el conjunto de equipos que forman la Estación y la Planta de Gas.

Esta estación pertenece a la Gerencia Regional Catatumbo Orinoquia-GCO de ECOPEPETROL S, A. Ver figura 1.



Figura 1. Planta de gas Sardinata
Fuente: Autor

Infraestructura General.

En el campo Sardinata se cuenta con las siguientes baterías y/o sistemas:

- Estación Sardinata Sur
- Estación Sardinata Norte
- Planta de Gas Sardinata Sur
- Línea Troncal Tibú - Sardinata

El gas que viene del campo llega a la batería y allí se realiza el proceso de separación de agua e hidrocarburos. El proceso inicia con gas saturado a una presión mínima de 30 psi y a 100°F, proveniente del separador general existente en la batería y es llevado a un scrubber para luego ser comprimido en el compresor booster para elevar la presión a 250- 300 psi. (Presión mínima requerida en la entrada de la planta).

Los hidrocarburos condensados se envían a

la línea de recolección de productos líquidos que se conectará a la piscina existente en la batería de Sardinata o a los tanques de almacenamiento, según sea el caso. El gas pasa al Skid de compresión de carga.

En la primera etapa se eleva la presión a 740 psi. Posteriormente, el gas pasa un aereo enfriador, con el fin de disminuir su temperatura a 120 grados F aproximadamente. Esta corriente enfriada pasa por el scrubber de succión de la segunda etapa donde se retiran los posibles líquidos formados y se comprime hasta 1300 psi, para llegar al Skid de JT (Joule Thomson) donde se realiza el proceso de deshidratación.



Figura 2. Planta de gas Sardinata, Infraestructura
Fuente: Autor

Después pasa a la etapa de endulzamiento el gas permeato (gas rico en CO₂) saliente del sistema de membranas, será utilizado en el sistema de Auto-Generación y se mezclará con el gas saliente del separador trifásico frío; el gas Residual es llevado al tren de compresión de ventas (compresores de venta) en donde se aumenta su presión desde 500 psi, presión a la salida del proceso de membranas, hasta 1250 psi para cumplir con los 1200 psi requeridos para el transporte por tubería hacia la ciudad de Cúcuta por medio del gasoducto Sardinata – Cúcuta (Norte de Santander). En la figura 2 se tiene la planta de gas.

III MARCO METODOLÓGICO

Para la ejecución del proyecto, se llevó a cabo una metodología de desarrollo que conllevó a la realización de los objetivos anteriormente

propuestos y fundamentados en el marco teórico, recolectando y analizando la información por medio de actividades propuestas para el desarrollo de cada uno de los objetivos enunciados.

Objetivo 1. Analizar los procesos de operación de la planta de gas mediante fuente documental de la empresa y manuales técnicos.

Para alcanzar este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Realizar un estudio de cada uno de los instructivos utilizados en los procesos de operación de la planta de gas.

Analizar los peligros, riesgos y controles de seguridad establecidos en la planta de gas para cualquier actividad de operación.

Consultar los procedimientos de primeros auxilios.

Realizar un análisis de peligros, aspectos e impactos ambientales.

Objetivo 2. Consultar la experiencia del personal activo en el proceso de operación de la planta de gas.

Para alcanzar este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Realizar una encuesta para determinar procesos donde la experiencia de los operadores determinen las tareas críticas donde se manejan altas presiones, hidrocarburos gaseosos y alta tensión, para lograr una operación de alta precisión.

Objetivo 3. Formular los protocolos y el programa de entrenamiento para el operador de la planta de gas.

Para alcanzar este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Realizar un diseño curricular por módulos basado en los protocolos establecidos para

cada proceso de operación en la planta de gas.

Establecer una competencia en cada uno de los procesos establecidos de acuerdo a las normas internacionales y de la empresa.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

A. Objetivo 1. Analizar los procesos de operación de la planta de gas mediante fuente documental de la empresa y manuales técnicos.

Para alcanzar este objetivo se realizó un estudio de los instructivos utilizados en los procesos de operación de la planta de gas.

El propósito de este estudio es establecer los protocolos y procesos que se emplean en el área operacional para el arranque y parada en forma manual de la Planta de Gas Sardinata Tibú, observando las condiciones óptimas de seguridad, cuidado del medio ambiente y la integridad de los equipos. Estos protocolos son la ruta para el protocolo de entrenamiento de operador de planta.

Peligros, riesgos y controles de seguridad

Antes de iniciar cualquier actividad en la planta tenga en cuenta la siguiente observación.

Realizar pruebas de medición de gases en el entorno con el medidor de atmósferas para descartar la presencia de éstos.

Peligros: sistemas presurizados con hidrocarburos gaseosos (aguas arriba y/o debajo de la planta), ruido, temperaturas media-alta, equipos eléctricos rotativos, descargas atmosféricas, radiación solar y manipulación de aceite lubricante.

Riesgos: explosión, incendio, electricidad, fugas de gas, derrame de aceites lubricantes, lesiones personales, daño al equipo y al medio ambiente.

Controles de seguridad: el buen uso de los elementos de protección personal; elementos

del sistema de control y protección del proceso como son las PSV; controles de nivel por alto y alto/alto; los respectivos lazos de control; equipo detector de atmósfera, el cual debe mantenerse en funcionamiento para verificación del área en cada ronda operacional; en la figura 4 se muestra la señalética específica para el tipo de riesgo eléctrico, explosión y riesgos atmosféricos.



Figura 3. Especificaciones técnicas del gasoducto

Fuente: http://Autor_es.vecteezy.com

Efectos adversos potenciales para la salud

Inhalación: La inhalación del vapor no es por lo general un problema a menos que se caliente o nebulice. La exposición a los vapores en un período largo de tiempo causa irritación de la garganta y dolor de cabeza. Puede causar náuseas, vómitos mareos y somnolencia. Puede también ocurrir edema pulmonar y depresión del sistema nervioso central. Cuando se calienta o nebuliza, produce movimientos rápidos e involuntarios de los ojos y retina.

Ingestión: Los síntomas iniciales de dosis masivas asemejan la intoxicación con alcohol, pasando a depresión del SNC, vómitos, dolor de cabeza, frecuencia respiratoria y cardíaca rápida, presión sanguínea disminuida, estupor, colapso e inconciencia con convulsiones. La muerte puede seguir por falla respiratoria o paro cardiovascular. La dosis letal en Humanos: 100 ml.

Piel: Puede ocurrir una ligera irritación y penetración en la piel.

Ojos: Las salpicaduras pueden causar

irritación, dolor y daño ocular.

Efectos crónicos: Voluntarios expuestos a aproximadamente 30 mg/m³ (12ppm) 22hr/día por 28 días experimentaron únicamente moderada irritación en la garganta, ligero dolor de cabeza y débil dolor de espalda. Trabajadores expuestos a neblinas y vapores de Etilenglicol calentado alrededor de 100°C experimentaron frecuentes ataques de inconciencia y disturbios visuales. En estudio con animales indicó que la ingestión repetida causa la formación de cálculos en la vejiga y daño en el riñón.

Procedimientos de primeros auxilios

Inhalación: Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la victima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

Ingestión: Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Buscar atención médica inmediatamente.

Piel: Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

Ojos: lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

Análisis de peligros, aspectos e impactos ambientales.

(Véase la Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de peligros, aspectos e

impactos ambientales

ANÁLISIS DE PELIGROS, ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES.		
ASPECTOS	IMPACTOS	CONTROLES
Generación de aguas aceitosas en actividades de operación y mantenimiento	Suelos, vegetación y sólidos impregnados con condensados	Recuperación de fluidos asociados. reincorporación a procesamiento (reciclo) de la producción en la batería
Generación de residuos sólidos en actividades de operación y mantenimiento	Contaminación del suelo	Realizar inspección en la operación y disponer los residuos en recipientes de acuerdo con el código de colores y separarlos para dar la disposición final establecida. -Garantizar el manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos (peligrosos y/u Ordinarios), de acuerdo con lo establecido en la normativa que aplique.
Generación de vapores a la atmósfera por actividades de operación y mantenimiento.	Contaminación del aire	Realizar monitoreo de aire para tomar acciones en caso de ser requerido
Fugas de gases explosivos	Afectación a equipos y/o personas.	Medición de atmósfera antes de iniciar la actividad (detectar fugas), verificación de sentido del viento (visual con manga veleta) en caso de presentarse una emergencia, buen uso de los elementos requeridos para la atención de emergencias al igual que la ubicación en lugares de fácil acceso.

Fuente: Instructivo operacional de arranque parada de planta. (Empresa Ecopetrol).

EPP (Elementos de Protección Personal).

Para el arranque de la planta de gas Sardinata, se debe tener en cuenta, que todas las personas que ingresen a las instalaciones deben contar obligatoriamente con los EPP (Elementos de Protección Personal).

La participación de personal que no interfiere directamente en la operación de la línea (Ecopetrol, Socios, Aliados y/o Contratistas) deben usar calzado de seguridad con puntera de acero el cual debe cumplir con la norma ASTM F 2413-05: especificación sobre requisitos de desempeño para calzado de protección.

Personal de contratación directa: Camisa manga larga en dril color caqui o de jean color azul índigo, cuya densidad de área sea igual o superior a 8 Oz/yd.

Pantalón: de jean color azul índigo, cuya densidad de área sea igual o superior a 12 Oz/yd 2.

Personal Aliado y/o Contratista: Camisa: manga larga en dril u otro material resistente, cuya densidad de área sea igual o superior a 8 Oz/yd 2, del color institucional de la empresa contratista. Pantalón: de jean color azul índigo, cuya densidad de área sea igual o superior a 12 Oz/yd 2. En caso de utilizar bragas, éstas deberán ser fabricadas con tela dril del color institucional de la empresa contratista y cuya densidad de área sea igual o superior a 8 Oz/yd 2.

Las personas que participen de manera constante en la operación deben usar ropa de material ignífugo. Utilizar casco de seguridad certificado según los parámetros establecidos en la norma ANSI Z89.1, guantes de vaqueta, gafas de seguridad, protección auditiva, bloqueador solar y monitor de atmosferas o explosímetro.

Personal brigada Contra incendios: Traje de acercamiento tipo bombero bajo norma NFPA 1971 Norma sobre vestimenta protectora para combate de incendios estructurales y combate de incendios de

proximidad en su última versión.

Se restringe totalmente el uso de celulares y todo equipo de comunicación que no sea intrínsecamente seguro.

Antes del ingreso a planta, todo el personal debe recibir la charla de seguridad realizada por el personal de HSE o de la operación que se encuentre a cargo.

Recursos materiales

1. Etilenglicol
2. Agua desmineralizada para mezclar con el glicol proporción (75 Glicol /25Agua)
3. Helio
4. Aceite Pegasus 805
5. Aceite Turbina 150
6. Cartuchos de membranas (en stock)
7. Extintores manuales
8. Filtros para el generador eléctrico de planta de gas Sardinata
9. Herramientas de mano
10. Medidor de gases
11. Radio de comunicación.

Sistemas de Protección

Cada proceso de la planta de gas Sardinata cuenta con una protección que permite tener un arranque seguro y confiable, teniendo en cuenta el paso a paso y los procedimientos elaborados para tal fin, las protecciones son:

Válvulas de Control

Las válvulas de control permiten regular las presiones que vienen de los compresores de entrada a la planta, alivian presiones de descarga y controlan la presión de entrada a los skid de pretratamiento. Se realizó un Listado de Válvulas de Control con su ubicación, tipo, destino de disparo y la acción a realizar. Ver Tabla 3. Anexo A

Extintores de la planta de gas Sardinata

El sistema contraincendios cuenta con un grupo de extintores dentro y fuera del cuarto de control; se realizó un listado de Extintores

Sistema Contra Incendio. En la tabla 4 se presenta su ubicación, tipo y capacidad. (Tabla 4). Anexo B

Sistema Contra incendios

Este sistema está ubicado en la batería Sardinata sur y está compuesto por un tanque CTK-1381 con una capacidad de 3900 bls, 8 monitores o hidrantes los cuales están ubicados 6 en planta de gas Sardinata (4 cuentan con Bull Drum de espuma) y 2 en la batería Sardinata (uno cuenta con Bull Drum de espuma).

Bombas del Sistema Contra incendios.

Las bombas del sistema contra incendio se encargan de mantener la presión cuando el sistema está en línea u operación. Ver Tabla 5. Anexo C.

Válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad se encargan de proteger los equipos por sobrepresiones todas de tipo balanceada, que permiten minimizar el efecto de contrapresión debido a la incorporación internamente de un resorte o fuelle. Se realizó un listado de las válvulas; en la Tabla 6 se puede ver su ubicación, tipo y presión de calibración. Ver Tabla 6 Anexo D.

Listado válvulas de seguridad-Compresores

Las válvulas de seguridad se encargan de proteger los compresores por sobrepresiones, todas son de tipo desbalanceada, que permite el control de la presión ejerciendo apertura con una presión alta (presión de calibración) y el cierre con una presión más baja. En la Tabla 7 se puede ver su ubicación, tipo, conexión, marca y presión de calibración. Ver Tabla 7. Anexo E.

Lazos de Control

En el arranque de la planta se deben tener en cuenta los lazos de control de nivel y presión

desde el PLC en el CCO (Cuarto de Control de Operaciones). A continuación, se presentan los lazos de control que se encuentran en las diferentes secciones de la Planta de Gas Sardinata.

Se realizó un listado de los lazos de control de las secciones de la planta de Gas Sardinata. En la tabla 8 se especifica el código del elemento en campo, la variable que mide, su ubicación, el valor en % de la señal de set o referencia y el detalle del disparo de alarma con la ubicación del equipo que la produce. Ver Tabla 8. Anexo F

Rango de Aplicación

- Operación normal.
- Paro/arranque programado.

Guías de Control y Ventanas Operativas

La guía de operación permite verificar los valores y rangos de operación de cada una de las variables del proceso; en la tabla 9 se puede observar el equipo a controlar, el rango de operación en estado normal y las consecuencias que se generan cuando se produce una desviación de la variable controlada. Ver tabla 9. Anexo G.

En caso de una desviación de las variables controladas la guía indica al operador las causas y de acuerdo a su entrenamiento él debe realizar las acciones y correctivos para regresar a la operación normal.

Diagramas y planos

La planta de Gas Sardinata cuenta con una carpeta de tecnología de procesos. La cual se puede consultar en los computadores de la planta y medio físico en los archivadores del CCO de la planta de gas Sardinata.

Ver diagrama general Anexo H.

B. Objetivo 2. Consultar la experiencia del personal activo en el proceso de operación de la planta de gas.

Para alcanzar este objetivo se realizó una

encuesta utilizando un formulario tipo FORMS de Outlook. El objetivo de esta encuesta fue establecer los conocimientos referentes a las competencias laborales y conocer de acuerdo a la experiencia de los operadores cuál sería su opinión sobre cómo debería estar enfocado el entrenamiento del operador de la Planta de Gas Sardinata.

En el Anexo I se encuentra el formulario con las preguntas hechas.

Tabla 3. Empleados consultados

Dependencia	Cargo
<input checked="" type="checkbox"/> Departamento de Producción Catatumbo.	<input checked="" type="checkbox"/> Operador
<input checked="" type="checkbox"/> GCT	<input checked="" type="checkbox"/> Operador de planta
<input checked="" type="checkbox"/> Producción	<input checked="" type="checkbox"/> Operador de planta mayor
<input checked="" type="checkbox"/> Producción Ecopetrol	<input checked="" type="checkbox"/> Operador de Planta Senior
<input checked="" type="checkbox"/> Producción Tibu	<input checked="" type="checkbox"/> Operador planta
<input checked="" type="checkbox"/> producción Tibú	<input checked="" type="checkbox"/> Tecnico operativo

Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

Consultados los 13 empleados, como se muestra en la tabla 10 donde se observa el cargo del personal, lo mismo que la dependencia a cual pertenece, como factor importante, se destaca que todos pertenecen al área de producción y un alto porcentaje son operadores de planta algunos con alta experiencia como el operador mayor y senior.

Resultados obtenidos

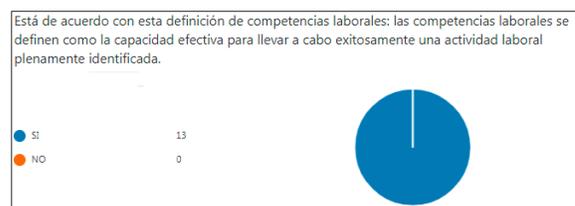


Figura 4. Pregunta 1

Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

En el gráfico se puede evidenciar que todo el personal consultado tiene claro el concepto de competencias laborales.

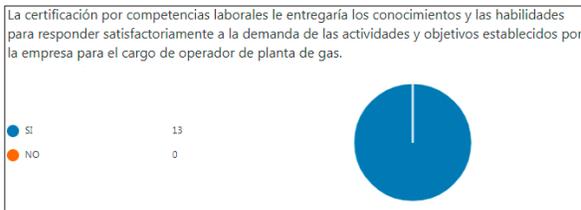


Figura 5. Pregunta 2
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

Los 13 empleados consultados están de acuerdo que la certificación por competencias laborales mejorará sus conocimientos y habilidades para responder satisfactoriamente en las actividades relacionadas con su trabajo en la operación de la planta de gas.

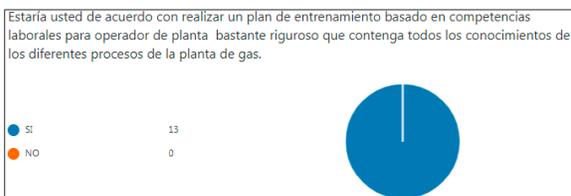


Figura 6. Pregunta 3
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

De acuerdo a la pregunta realizada, todos los participantes estarían dispuestos a efectuar un plan de entrenamiento basado en competencias laborales, siempre y cuando su contenido sea enfocado a todos los procesos que implican el funcionamiento de la planta incluyendo el factor de seguridad personal y ambiental.

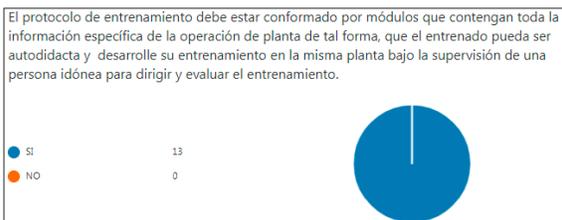


Figura 7. Pregunta 4
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

En esta pregunta todos los encuestados están de acuerdo que el protocolo debe estar formado por módulos con información específica de la planta y que el entrenamiento sea en forma autodidacta supervisado y evaluado por una persona idónea.

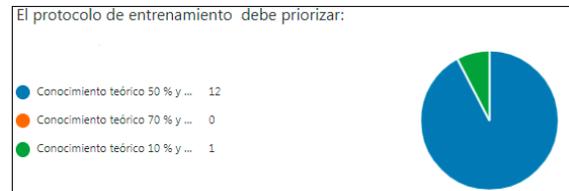


Figura 8. Pregunta 5
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

12 de los encuestados están de acuerdo en que el entrenamiento debe estar configurado en un 50% de contenido teórico y el otro 50% debe ser totalmente práctico, solo uno de los encuestados prefirió 10% teórico y 90% practico.

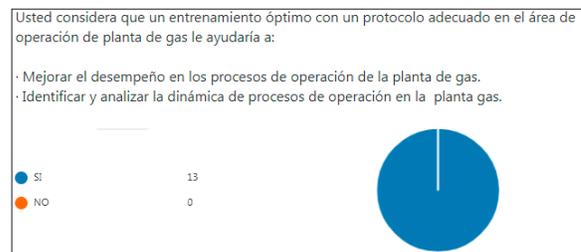


Figura 9. Pregunta 6
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

Los 13 encuestados consideran que el entrenamiento con un protocolo óptimo les ayudaría a mejorar su desempeño en el manejo de los procesos de la planta, identificando y analizando en forma dinámica cada uno de los procesos que intervienen en la operación de la planta de gas.

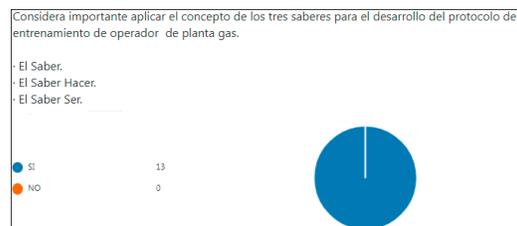


Figura 10. Pregunta 7
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

El 100% de los encuestados está de acuerdo con la aplicación del concepto de los tres saberes:

- El saber: que involucra el conocimiento, conceptos, teorías y la

estructura cognitiva del individuo.

- El saber hacer: que se refiere a las habilidades de procedimientos y técnicas.
- El saber ser: Actitudes y valores con los demás, el medio ambiente y la seguridad personal.

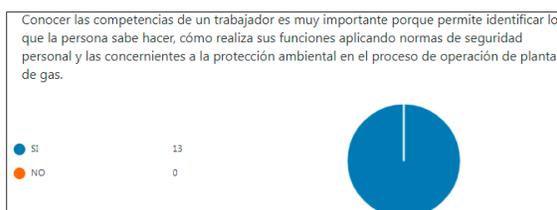


Figura 11. Pregunta 8

Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

La totalidad de los encuestados dicen tener conocimiento de la aplicación de las normas de seguridad personal y las referentes al cuidado y protección del medio ambiente en relación con los procesos de operación de la planta de gas.

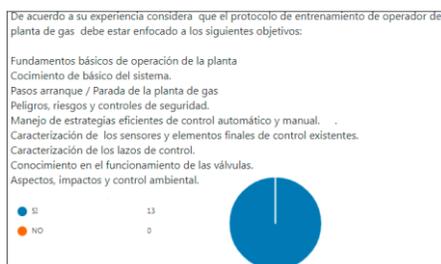


Figura 12. Pregunta 9

Fuente: Formulario de la encuesta realizada

Los 13 encuestados desde el punto de vista que les da su experiencia en la operación y manejo de procesos en la planta de gas Sardinata sur, están de acuerdo que el protocolo de entrenamiento debe estar enfocado en los siguientes ítems:

- Fundamentos básicos de operación de la planta.
- Cocimiento básico del sistema de operación.
- Pasos arranque / Parada de la planta de gas.
- Peligros, riesgos y controles de seguridad.
- Manejo de estrategias eficientes de

control automático y manual.

- Caracterización de los sensores y elementos finales de control existentes.
- Caracterización de los lazos de control.
- Conocimiento en el funcionamiento de las válvulas de seguridad y control.
- Aspectos, impactos y control ambiental.

Estos aspectos se tomaron en cuenta para el diseño del protocolo de entrenamiento.

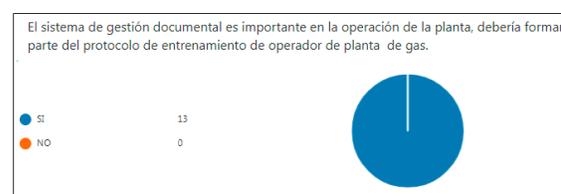


Figura 13. Pregunta 10

Fuente: Formulario de la encuesta realizada

Finalmente los 13 encuestados coinciden en afirmar que el sistema de gestión documental es de vital importancia en la fase de operación de la planta de gas y por lo tanto se debe incluir en protocolo de entrenamiento.

C. Objetivo 3. Formular los protocolos y el programa de entrenamiento para el operador de la planta de gas.

En el desarrollo de este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Diseño curricular por módulos basado en los protocolos establecidos para cada proceso de operación en la planta de gas.

Se estableció una competencia en cada uno de los procesos instaurados de acuerdo a las normas internacionales y de la empresa.

Para realizar el diseño curricular del protocolo de entrenamiento se tomaron como referencias dos normas de competencias laborales consultando la página <https://certificados.sena.edu.co/claborales/def>

ault.asp#resultado y se tomaron las siguientes normas de competencias:

Código NSCL: 280202099

Título de Norma sectorial: Manejar sistema de compresión de gas de acuerdo con procedimientos técnicos y normativa.

Código NSCL: 280202100

Título de Norma sectorial: Operar centros de control de gas de acuerdo con procedimientos técnicos y normativa.

Estas dos normas se tomaron del diseño del módulo general en el manejo de sistemas de gas comprimido, agregando los procesos que se manejan en la planta de gas Sardinata sur; se obtuvo como resultado el protocolo de entrenamiento basado en competencias laborales el cual se especifica en el Anexo J.

Análisis del impacto económico. Con el desarrollo de este protocolo de entrenamiento, la empresa obtiene una herramienta para el mejoramiento en el desarrollo de habilidades de operación del personal de cuarto de control; esto se evidencia en el mejoramiento de la producción y por ende la parte económica para la empresa mejora.

Análisis del impacto ambiental. En la operación de una planta de gas el aspecto ambiental es de suma importancia, ya que una buena operación en las actividades de operación y mantenimiento evita la generación de aguas aceitosas y residuos sólidos que impactan en el suelo y la vegetación. La empresa realiza procesos de recuperación y reciclaje de estos desechos como se explicó en el objetivo 1, tabla 2; esto hace parte del protocolo de entrenamiento para que el operador tome conciencia de que una buena operación favorece y cuida el medio ambiente.

Impacto social. La aplicación del protocolo de entrenamiento logra que el operador realice una operación óptima; esto impacta directamente a la comunidad aledaña a la planta o aguas abajo en las vertientes hidrológicas cuando se evitan derrames o

escapes de gases que causan problemas de salud en la comunidad y los mismos trabajadores de la planta.

Análisis del sistema SG-SST

En el desarrollo del objetivo 1 se realizó un amplio estudio y análisis del sistema de seguridad y salud en el trabajo con el que cuenta la planta tanto en logística, equipos contraincendios, equipos de protección personal y el talento humano especializado en esta área.

V. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo de grado se entrega a la Gerencia Regional Catatumbo Orinoquia-GCO de ECOPETROL S.A. un protocolo para el entrenamiento de los operadores de planta de gas altamente eficiente, debido a que se realizó un análisis detallado de los diferentes procesos de producción mediante la consulta directa en las fuentes documentales de la empresa, lo cual provee un alto grado de confiabilidad.

Otro ítem importante en el desarrollo del diseño fue la consulta indirecta y directa en campo realizada al personal que opera la planta, donde se encuentran personas de varios años de experiencia profesional como se puede verificar en el desarrollo de la etapa 2; de esta forma se fundamenta su veracidad a la hora de obtener resultados en el entrenamiento del personal.

La formulación de los protocolos se basó en el concepto de competencias laborales, lo cual da una importancia y relevancia al entrenamiento porque el entrenado puede identificar cuáles son sus saberes para poder realizar sus funciones de una forma óptima y eficaz en favor de la empresa.

VI. RECOMENDACIONES

El protocolo de entrenamiento está diseñado por módulos, de tal forma que allí se visualicen los resultados de aprendizaje que se deben manejar en el entrenamiento, de

acuerdo a esto se recomienda:

Que el entrenado siga las instrucciones de cada guía y las consultas las haga directamente en la biblioteca de la planta consultando los instructivos que existen para cada la manipulación de cada equipo y que lista en la bibliografía de cada módulo.

El personal que este en entrenamiento siga el proceso de certificación laboral ante la misma empresa si se cuenta con el certificador o evaluador de competencias laborales, de lo contrario solicitarlo al SENA Regional Norte de Santander.

VII. BIBLIOGRAFIA

Comisión de regulación de energía y Gas CREG (2018). Resolución 030 del 2018.

Información contenida en el paquete de tecnología de proceso de la Planta de Gas Sardinata Tibú Norte de Santander.

Implementación – Mejoramiento Continuo. S. /:Corporación Colombiana de Organización y Métodos “O & M COLOMBIA” 2004

<https://certificados.sena.edu.co/claborales/default.asp#resultado>

Normas de competencias laborales.
<https://www.sena.edu.co/es-co/Empresarios/Paginas/competenciasLaborales.aspx>

NTC 2050. Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE.

Martínez B, Rigoberto. Manual de procedimientos. Elaboración –.

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

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

VIII. TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Planta de gas Sardinata	5
Figura 2. Planta de gas Sardinata, Infraestructura	5
Figura 3. Especificaciones técnicas del gasoducto.....	10
Figura 4. Pregunta 1.....	11
Figura 5. Pregunta 2.....	11
Figura 6. Pregunta 3.....	11
Figura 7. Pregunta 4.....	11
Figura 8. Pregunta 5.....	11
Figura 9. Pregunta 6.....	11
Figura 10. Pregunta 7.....	11
Figura 11. Pregunta 8.....	12
Figura 12. Pregunta	12
Figura 12. Pregunta 10	12