

IMPLEMENTACION DE UN “PROGRAMA DE SEGURIDAD ELECTRICA PSE COMO APALANCADOR DEL SISTEMA DE GESTION OPERACIONEL SGO

Moya Sierra Carlos Alfonso
cmoya85@yahoo.com

Resumen

En la búsqueda de una operación energética más eficiente, se puede identificar la necesidad de someter a una compañía a evolucionar y migrar al uso final de la energía eléctrica, como parte de lograr un desempeño de clase mundial. Dichos cambios pueden obligar a las organizaciones a gestionar de manera sistémica y sistemática la seguridad eléctrica, tras aumentar las actividades operación/mantenimiento en la generación, distribución, control y uso final de sistemas eléctricos especializados. Permitiendo de esta forma, asegurar una operación seguridad y confiable, mediante el fortalecimiento del talento humano, las mejores prácticas de operación y mantenimiento, disponibilidad de los activos y la gestión integral de los riesgos implícitos en la manipulación de los equipos eléctricos.

Palabras Claves

Excelencia operacional, seguridad eléctrica, riesgos, controles, salvaguarda, evolución, normatividad legal, auditorías.

Introducción

Es común que las compañías respondan a los cambios que el entorno les impone, obligándolas a buscar formas de incrementar su productividad. Uno de los aspectos principales que comúnmente es considerado es ser más eficientes con los recursos que se tienen disponibles, permitiendo evaluar alternativas, soluciones y proyectos encaminados a reducir los costos del consumo energético manteniendo los mismos niveles de producción. Lo anterior respaldado desde un “Sistema de Gestión de Excelencia Operacional (SGEO)” donde una de sus áreas de enfoque es la eficiencia.

Para el caso particular en el sector de transporte de hidrocarburos por oleoductos, una forma de lograr optimizar el consumo energético es con la evolución al uso y manipulación de la energía eléctrica, mediante la migración de maquinaria reciprocante de crudo combustible a una combinación de motores eléctricos con sistemas de turbogeneración a gas; asociados a entregar la energía requerida por unidades de bombeo de crudo según lo puntos de operación del oleoducto.

En respuesta de esta evolución a la generación / uso final de la energía eléctrica y la gran cantidad/variedad de equipos eléctricos que pueden ser requeridos, se da la identificación de los riesgos en instalaciones/equipos/personas que intervienen en este tipo de energía, permitiendo generar en el SGEO un área de enfoque adicional como lo es la seguridad y salud de las personas durante las actividades de construcción, instalación, puesta en servicio, mantenimiento y operación de facilidades eléctricas.

El presente artículo tiene la intención de identificar los principales lineamientos y recomendaciones establecidos en un “Programa de Seguridad Eléctrica (PSE)” para garantizar una operación segura y confiable aplicando las mejores prácticas enmarcadas dentro del marco estratégico de un SGEO” y requerimientos legales.

Metodología

Evolución a Equipos Eléctricos

Un oleoducto tiene como función principal el transporte de petróleo por grandes distancias a través de tuberías instaladas de manera superficial o enterrada; que a través del uso de estaciones de bombeo estratégicamente ubicadas, permiten el movimiento continuo del petróleo a un flujo y presión determinadas desde los centros de producción / almacenamiento a puertos de exportación o refinerías.

En Colombia se encuentra la empresa Oleoducto Central S.A (OCENSA) con una longitud aproximada de 836 kms en tierra y 12 kms en mar que se extiende a lo largo del país desde el piedemonte llanero hasta el Terminal Marítimo de Coveñas. En su recorrido, el oleoducto atraviesa 45 municipios de los departamentos de Casanare, Boyacá, Santander, Antioquia, Córdoba y Sucre.

Desde su construcción y puesta en funcionamiento en el año de 1996, OCENSA ha sostenido su operación mayoritariamente con unidades de bombeo de motores recíprocos y minoritariamente con unidades bombeo eléctrico. Fue en el año 2016 donde se presenta un cambio significativo en la búsqueda de evolucionar al uso mayoritario de equipos eléctricos para sus equipos de bombeo principales. Si analizamos el comportamiento en el uso de la energía eléctrica en OCENSA entre el año 2014 al 2018 sacamos las siguientes conclusiones:

1. Aumento de un **313%** en la potencia instalada de sistema de generación eléctrica, pasando de 31 MW a 128 MW,
2. Aumento en las cantidades de cuartos eléctricos de media y baja tensión del **168%**, pasando de 22 a 59.
3. Aumento de una **153%** en la potencia instalada en motores eléctricos pasando de 78.000 HP a 197.500 HP.
4. Aumento en un **127%** en la potencia instalada en variadores de frecuencia (VFD's) pasando de 61.800 HP a 140.000 HP.
5. En el 2014 los motores eléctricos tenían una participación del **37%** de un total 210.000 HP. Mientras que el 2018 los motores eléctricos corresponden en un **66%** de la potencia total instalada por OCENSA (298.000 HP) para respaldar su operación principal de bombeo.

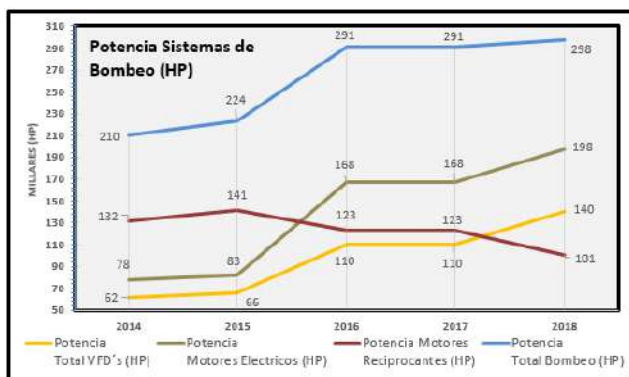


Figura No 1. Evolución en el comportamiento de potencia instalada en HP en unidades de Bombeo desde el año 2014 al 2018.

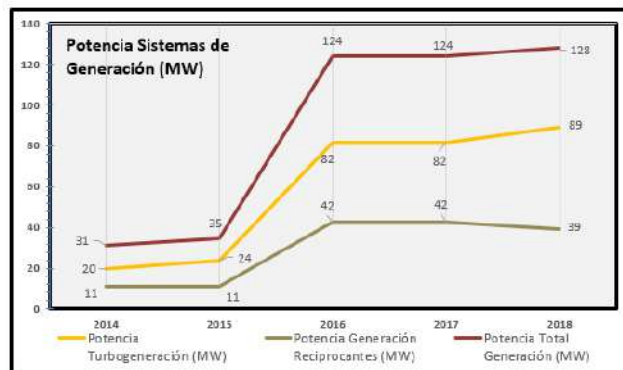


Figura No 2. Evolución en el comportamiento de potencia instalada en MW de los Sistemas de Generación desde el año 2014 al 2018.

Sistema de Gestión de Excelencia Operacional SGEO

Teniendo en cuenta la evolución de la compañía al uso de la energía eléctrica y que dentro de su planes para la implementación de un SGEO se logra identificar un área de enfoque como lo es la salud y seguridad de las personas específicamente en actividades eléctricas; fue posible darle un manejo estructurado y sistemático a la seguridad de las personas a través de un “Programa de Seguridad Eléctrica PSE”. Teniendo en cuenta lo anterior, dentro de los objetivos prioritarios en el SGEO se debe definir el eliminar fatalidades, lesiones y enfermedades graves en especial las asociadas a las actividades eléctricas.

El Sistema de Gestión de Excelencia Operacional (SGEO) es un sistema basado en riesgo y con enfoque sistémico para identificar, evaluar, priorizar y administrar riesgos, el cual busca mejorar el desempeño en las áreas de enfoque seleccionadas, crear y fomentar el compromiso de la gente para eliminar eventos de seguridad de alto impacto en personas / procesos y proporcionar una guía para diseñar, administrar y asegurar la presencia y efectividad de los controles ante los riesgos que se identifiquen en cada área de enfoque.

Una las metas que debemos lograr con el PSE, es el asegurar de forma ordenada y estructurada que tenemos los controles adecuados para el riesgo eléctrico y que funcionan de acuerdo lo requerido por la ley y por los lineamientos internos en la compañía (los cuales pueden exceder o no lo dispuesto por la ley).

Los controles a implementar pueden ser en componentes físico o acciones/comportamientos humanos diseñadas directamente para prevenir o mitigar incidentes o impactos. Típicamente los controles incluyen diseños de instalaciones, dispositivos mecánicos, sistemas de ingeniería, equipos de protección y ejecución/estandarización de procedimiento, es en este último donde identificamos la necesidad generar procedimientos para cada una de las actividades eléctricas que tenemos estandarizadas desde nuestra planeación de mantenimiento de actividades rutinarias.

Es interesante ver como los lineamientos/recomendaciones que se definen para poder implementar un modelo de excelencia operacional en una empresa pueden ser utilizados a menor escala para poner en marcha un programa de seguridad eléctrica y potencializar el cumplimiento de metas y objetivos en términos de la seguridad del personal.

Uno de los lineamientos que hacen parte de la implementación de un SGEO, es la implementación de un programa de aseguramiento de controles. Dicho programa es diseñado y concebido para que permita establecer y sostener controles en el manejo a los riesgos que se han identificado y es donde en las tareas de “sostener” vemos que aparece la pregunta ¿cómo estamos garantizando que los controles que en algún momento fueron establecidos, todavía estén cumpliendo su función ?. La anterior pregunta es relacionada al hecho que los controles dependiendo del cual sea es posible que se degraden (tal y como puede suceder con las barreras y bloqueos que se tiene en una celda de media tensión y que a través de rutinas de mantenimiento podemos garantizar su adecuada operación) o que sufran un daño debido a un error en su uso (como es el caso de los EPP's y herramientas de apoyo, en donde es importante que el personal se le capacite en la forma como se selecciona, mantiene y prueban dichos componentes). Teniendo en cuenta lo anterior es indispensable establecer una estructura sistemática que permita hacerle seguimiento/gestión a los controles de la siguiente forma:

- Garantizando el acceso y análisis de datos de desempeño de los controles
- Estableciendo claramente el desempeño esperado de cada uno de los controles, alineado a poder tener criterios preestablecidos de cuando un control está o no cumpliendo con su función.
- Establecer y ejecutar un programa de aseguramiento de controles que se sostenga en el tiempo que permita verificar y validar que los controles están en el lugar y cumpliendo la función.

- Monitorear los resultados del aseguramiento y cerrar las brechas que se identifiquen para garantizar su función. Esto va alineado a la validación de la efectividad y calidad de los controles.

Durante el proceso de identificación de riesgos es posible encontrarse que la magnitud de los riesgos asociados a las actividades eléctricas son considerables y variados, por lo que la necesidad de implementar un programa específico en seguridad eléctrica que estructure el cumplimiento legal, aborde los controles y permita el seguimiento del cumplimiento de los mismo en su implementación, funcionamiento se hace indispensable.

Programa de Seguridad Eléctrica PSE

Para poder estructurar el Programa de Seguridad Eléctrica PSE es necesario el desarrollo de un diagnóstico inicial que permita identificar desviaciones/brechas contra requerimientos legales actuales sobre las personas, instalaciones y equipos. El alcance antes mencionado deberá contemplar:

1. Reconocimiento en campo de las instalaciones y equipos eléctricos.
2. Levantamiento de información en sitio técnica/administrativa necesario para realizar un diagnóstico inicial de desviaciones/brechas contra requerimientos legales actuales colombianos y contra las recomendaciones de la NFPA.
3. Levantamiento en campo de desviaciones respecto a requerimientos legales actuales colombianos y contra las recomendaciones de la NFPA, sobre instalaciones, personas y equipos. Cada una de las desviaciones deberá ser debidamente explicada, sustentada y soportada junto con la descripción de su ubicación, instalación o equipos de referencia donde fue encontrada.
4. Revisión, validación y recopilación de la información técnica disponible de las instalaciones eléctricas y sus equipos que son susceptibles a ser inspeccionados y/o auditados para el cumplimiento de requerimientos legales y cumplimiento de recomendaciones de la NFPA.
5. Desarrollo de registros fotográficos necesarios para respaldar hallazgos asociados al cumplimiento de requerimientos legales actuales colombianos.
6. Desarrollo de entrevistas con el personal de campo responsable de las áreas de operación y mantenimiento de los equipos eléctricos. De igual forma se deberán desarrollar entrevistas con el personal responsable de seguridad y salud en el trabajo.

El Programa de Seguridad Eléctrica (PSE) debe ser estructurado para dar cumplimiento a los requerimientos legales actuales colombianos, teniendo en cuenta como mínimo la siguiente documentación:

- RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- RETILAP Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
- Resolución 1348 DE 2009. Por la cual se adopta el Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en las empresas del sector eléctrico
- Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo
- Resolución 1111 de 2017. Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para Empleadores y Contratantes.
- IEEE Std 3007.1 – 2010. Recomendaciones Prácticas para la Operación y Administración de Sistemas de Potencia Industriales y Comerciales.
- IEEE Std 3007.3 – 2012. Recomendaciones Prácticas para la Seguridad Eléctrica en Sistemas de Potencia Industriales y Comerciales.
- NFPA 70B. Practica Recomendada para el Mantenimiento de Equipos Eléctricos.
- NFPA 70E. Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo.

De igual forma, para el desarrollo documental del Programa de Seguridad Eléctrica (PSE) se deberá tener en cuenta los siguientes lineamientos:

- El programa debe incluir los peligros eléctricos y la forma en que los trabajadores son expuestos a estos.
- Se debe desarrollar un programa que esté enfocado en eliminar fatalidades y lesiones graves haciendo énfasis en los actos/condiciones inseguras.
- Desarrollar un programa en el cual se tenga en cuenta la infraestructura actual de los equipos eléctricos en las instalaciones y la experiencia con la que cuenta el personal.
- Todos los segmentos que componen el programa deberán estar debidamente entrelazados y direccionados. Deberá ser clara la manera en que cada uno de los segmentos que componen el programa se articulan.
- El alcance del programa deberá estar asociado con un presupuesto y explicado en detalle en cuanto a que pasos, procedimientos y políticas son requeridas para alcanzar las metas propuestas.
- Se deberá explicar detalladamente en un documento específico la filosofía de la gestión/administración del Programa de Seguridad Eléctrica.
- El programa y su alcance deberá estar alineado con la visión y misión de la compañía en materia de seguridad.
- El programa deberá ser desarrollado teniendo en cuenta un enfoque que permita que los trabajadores tomen conciencia del potencial riesgo asociado a choques eléctricos, arcos eléctricos o explosiones eléctricas y los riesgos asociados con estos peligros.
- El programa debe estar direccionado a inculcar en los trabajadores la observancia de los principios, autodisciplina y controles en materia de seguridad eléctrica.
- Para lo relacionado con el procedimiento de Evaluación de Peligros y Riesgos se deberá tener en cuenta la NFPA 70E.
- Establecer los lineamientos para el programa de auditorías del programa y de su implementación en campo.
- Definición de metas en seguridad eléctrica de la compañía.
- Definición de la filosofía en el mejoramiento de la seguridad del personal en los temas eléctricos.
- Definición de las prácticas de trabajo seguro que deberán ser implementadas junto con los apropiados equipos de protección personal.
- En el desarrollo de la documentación asociada a las prácticas de trabajo seguro se deberá contemplar los métodos, procedimientos y técnicas actualizadas.
- En la estructuración de los planes de capacitación, se debe tener en cuenta que los trabajadores deberán ser capacitados en la manera en la que deben utilizar y mantener los equipos de protección personal y aquellas herramientas de apoyo que utilizan para hacer trabajos de forma segura.
- El objetivo del programa también deberá estar enfocado a la reducción de los actos y condiciones, fortalecer las prácticas de trabajo seguro y el entendimiento del uso, manipulación y mantenimiento de los elementos de protección personal ante los riesgos y peligros inherentes en los sistemas eléctricos.
- Se deben dar lineamientos para Condiciones de Trabajo y Prácticas de Trabajo seguro.

El contenido mínimo que se propone debe contener el documento principal del Programa de Seguridad Eléctrica PSE es el siguiente:

1. Alcance, objetivos, metas indicadores, filosofías y políticas del PSE
2. Principios Personales y Corporativos del PSE
3. Requerimientos Generales del PSE
4. Cumplimientos legales, normativo y de estándares
5. Roles, Funciones y Responsabilidades del personal

6. Concientización, Sensibilización y Autodisciplina del personal
7. Comité de Seguridad Eléctrica
8. Requerimientos de Equipos de Protección Personal (EPP) y herramientas de apoyo.
9. Evaluación de las condiciones de trabajo seguro en sitio
10. Evaluación de las prácticas de trabajo seguro del personal en el desarrollo de las tareas y actividades en sitio.
11. Procedimientos y planes eléctricos para las condiciones del sitio
12. Establecimiento de controles en seguridad eléctrica.
13. Identificación de Peligros y Procedimiento para Evaluación del Riesgo Electrico.
14. Limites Peligrosos y Análisis de Peligros y Riesgos
15. Bloqueo y Etiquetado
16. Charlas del Trabajo / Sesión de información para el desarrollo de los trabajos Eléctricos.
17. Plan de capacitación/entrenamiento y aseguramiento de competencias del personal.
18. Gestión del PSE con terceros o contratistas.
19. Atención de emergencias eléctricas
20. Administración del PSE
21. Programa de Auditorías Internas/Externas y Almacenamiento de Registros
22. Presupuesto inicial de arranque del PSE.
23. Presupuesto para sostener el PSE.
24. Sistema de gestión para la mejora continua del PSE

La siguiente documentación corresponde a los mínimos documentos de soportes necesarios para la implementación del Programa de Seguridad Eléctrica:

1. Programa de Seguridad Eléctrica (PSE)
2. Generación de matriz y mapas de riesgo eléctrico.
3. Definición de controles y barreras antes los riesgos eléctricos identificados.
4. Procedimientos mínimos recomendados por la NFPA
5. Estándares, manuales, instructivos y formatos requeridos para la implementación del PSE asociados a la operación, mantenimiento e intervención de los sistemas eléctricos.
6. Definición de Matriz los Elementos de Protección Personal (EPP) de carácter eléctrico.
7. Definición de competencias, capacitación, entrenamiento, certificación y/o calificación del personal establecido en el organigrama de la empresa.
8. Plan de capacitación y entrenamiento para personal advertido, calificado y habilitado.
9. Descripción de roles, funciones y responsabilidades del personal.
10. Matriz de valoración de riesgo eléctrico para listado documental HSE
11. Matriz de herramientas de apoyo para tareas eléctricas.
12. Listado de requerimientos de instalaciones y equipos eléctricos
13. Listas de chequeo diligenciadas con preguntas referentes al programa de salud ocupacional.
14. Listas de chequeo diligenciadas con preguntas referentes a la seguridad de las personas expuestas al riesgo eléctrico.
15. Procedimiento para habilitación de trabajos con tensión
16. Elaboración del sistema de autorización de trabajos eléctricos y sus formatos de análisis de riesgo.
17. Manual de prácticas y procedimientos de trabajo seguro con riesgo eléctrico.
18. Plan de emergencias eléctricas
19. Plan de Acción de cierre de brechas (Soluciones y Priorización).
20. Anexo contractual de gestión de terceros con presencia de riesgo eléctrico
21. Formato de realización de auditorías externas e internas.
22. Falencias presentadas en la evaluación técnica realizada al personal que interviene sistemas o equipos eléctricos.

23. Presupuesto estimado.

El anterior listado de entregables deberá ser complementado con los siguientes procedimientos mínimos recomendados por la NFPA:

1. Uso y actualización de diagramas eléctricos
2. Creando una condición de trabajo eléctricamente segura
3. Desenergización de equipos eléctricos
4. Elaboración de planes de trabajo eléctricos
5. Bloqueo y tarjetado eléctrico
6. Sistemas de puesta a tierra portátiles para protección del personal
7. Uso y selección de multímetros y amperímetros
8. Compra y cuidados de los Equipos de Protección Personal (EPP) para el riesgo eléctrico
9. Etiquetado, señalización e identificación de equipos y circuitos eléctricos
10. Maniobras/Conmutación de circuitos eléctricos (Normal y Emergencia)
11. Equipos de pruebas eléctricas y herramientas especiales.
12. Permisos de trabajos eléctricos con equipos energizados.
13. Desarrollo de análisis de peligros y riesgos eléctricos
14. Desarrollo de análisis de peligro de arco eléctrico
15. Trabajo en o cerca de equipos eléctricos energizados
16. Trabajo en o cerca de conductores y partes de circuitos energizados
17. Inserción y extracción de cubiles/celdas de centros de control de motores y equipos similares energizados
18. Trabajo en centro de control de motores de media tensión energizados
19. Interruptores de circuitos de falla a tierra
20. Cableado temporales
21. Máquinas de soldadura y generadores portátiles eléctricos
22. Trabajo en bandejas de cables
23. Instalación de baterías estacionarias
24. Desmantelamiento y reordenamiento de instalaciones/equipos
25. Pruebas e inspecciones de equipos y cables eléctricos
26. Trabajo en equipos eléctricos energizados a 120/240 Volt
27. Trabajo en circuitos eléctricos sin conexión a tierra
28. Trabajo en equipos DC de alta capacidad
29. Trabajo en equipos de variación de velocidad
30. Equipos eléctricos portátiles
31. Uso de equipos móviles cerca de conductores aéreos
32. Distancias de aproximación segura
33. Entrenamiento y calificación del personal
34. Calificación eléctrica de contratistas
35. Cables subterráneos
36. Comprobaciones eléctricas y puesta en marcha
37. Respuesta a incidentes eléctricos
38. Gestion interna, limpieza y almacenamiento de equipos en cuartos eléctricos
39. Auditoria y mantenimiento/almacenamiento de registros
40. Pruebas de voltaje o presencia de tensión.
41. Materiales aislantes y herramientas involucradas

Recomendaciones

Cuando una empresa está buscando evolucionar y cambiar sus estrategias para volverse más eficientes debe identificar a tiempo los nuevos riesgos a los cuales estará expuesta ante esta evolución. Es necesario preparar a toda la organización para que en el momento en se implementen estos cambio no se presenten actos y eventos materializados en fatalidades o lesiones graves, mientras se implementan soluciones estructuradas para la gestión de los riesgos a través de programas seguridad (como respuesta para este caso específico de evolución a equipos eléctricos). Se tienen las siguientes recomendaciones generales:

1. Realizar la integración del PSE al Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) de la empresa.
2. Desarrollar un diagnóstico inicial en las personas, equipos e instalaciones de la empresa permite establecer un orden de prioridad en los riesgos que se deben gestionar para establecer direccionamiento de recursos.
3. Respaldo el programa de aseguramiento del PSE a través de las auditorías internas y externas para poder sostener y mantener todos y cada uno de los controles que se identifiquen durante el diagnóstico inicial.
4. Validación de las hojas de ruta de los equipos eléctricos para garantizar actividades de mantenimiento de controles en seguridad eléctrica que viene intrínsecos en el diseño de los equipos e instalaciones.
5. Desarrollar sobre la misma plataforma de mantenimiento de los equipos principales eléctricos, un árbol de equipos asociado a los equipos EPP's y herramientas de apoyo eléctrico que permita respaldar y garantizar su adecuado mantenimiento. Lo anterior también permitirá tener evidencia de la ejecución de los mantenimientos y pruebas que se le deben hacer a esta clase de equipos y que obedecen a requerimientos legales.
6. Hacer seguimiento continuo al cumplimiento legal en materia de seguridad eléctrica por parte de los contratistas en operación y mantenimiento. Se deben establecer al interior del PSE los mecanismos de seguimiento y aseguramiento necesarios con los contratistas y entrar en el detalle técnico de cada uno de los requerimientos legales que deben cumplirse.

Referencias

1. NFPA 70E. Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo.
2. The Electrical Safety Program Guide, Second Edition (NFPA_Ray A. Jones / Jane G. Jones).
3. The 2015 _ NFPA 70E_Standard for Electrical Safety in the Workplace
4. The 2015 _ NFPA 70E_Handbook for Electrical Safety in the Workplace.
5. An Overview for Chevron Leader and OE Practitioners "Operational Excellence Management System" 2018 Chevron Corporation.

Autor

Carlos Alfonso Moya Sierra, Ingeniero Electricista, de la Universidad del Norte, funcionario de Oleoducto Central S.A _Profesional Senior Confiabilidad Equipos Eléctricos_ Dirección de Operaciones_ Gerencia Planeación de Mantenimiento_ Jefatura Confiabilidad e Integridad.