

Mejora de la gestión de calidad en la distribución de gas: optimización de computadores de flujo en Sur Colombiana De Gas.

Edwin Cuellar Rojas

Tutor

Eduardo Caicedo Macias

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Industrial

2024

Dedicatoria

Quiero dedicar este proyecto, en primer lugar, a Dios, quien me ha dado la oportunidad de vivir y de adquirir los conocimientos necesarios para completar este desafío en la carrera de Ingeniería Industrial. Su guía divina ha sido fundamental en cada paso de este proceso, y este logro es un reflejo de su apoyo constante. A continuación, dedico este trabajo a mi esposa, Maria Cristina Torres Gómez, quien ha sido mi apoyo incondicional durante la realización de este proyecto. Su incansable fortaleza y su amor me han brindado fuerzas en cada momento, recordándome siempre que las metas, como esta, deben ser alcanzadas con dedicación y esfuerzo. También quiero dedicar este proyecto a mi hija, Juana Gabriela Cuéllar Calderón. Aunque se encuentre lejos, su presencia y el amor que me brinda son mi motor en cada objetivo que me propongo. Su apoyo, incluso a la distancia, ha sido vital para mantener mi entusiasmo y lograr culminar este proyecto con satisfacción. Finalmente, dedico este trabajo a mis padres, Blanca Flor Rojas y Adolfo Cuéllar, quienes siempre han sido fundamentales en mi vida. Su amor, orientación y respaldo durante todo este proceso han sido esenciales para que pudiera avanzar y lograr completar este proyecto.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por la oportunidad de seguir creciendo, tanto en lo personal como en lo profesional. Gracias a Él por brindarme sabiduría y conocimiento, permitiéndome aplicar todo lo aprendido para aportar valor en cada paso de este proceso y lograr la culminación de este proyecto. Realizar este proyecto ha sido una experiencia enriquecedora, y hay muchas personas a las que quisiera agradecer. Para alcanzar cualquier objetivo, es imprescindible contar con el apoyo de los demás; es imposible lograr grandes cosas si uno está solo. En primer lugar, agradezco profundamente a mi tutor, Eduardo Caicedo, por su orientación, apoyo y paciencia a lo largo de todo este proceso. Su guía fue fundamental para el desarrollo de este proyecto y me permitió seguir avanzando en cada etapa con confianza. Quiero extender mi agradecimiento a toda mi familia, quienes me acompañaron en cada fase del proyecto, apoyándome constantemente. En especial, a mis padres, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida, brindándome motivación y comprensión en cada etapa, y ofreciendo su apoyo emocional, lo cual fue esencial para llevar a cabo este proyecto. Agradezco también a mi amigo y jefe en su momento, el ingeniero José Miguel Rosso, quien fue la primera persona a la que le compartí la idea de desarrollar este proyecto. Desde el principio, me brindó todo su respaldo y apoyo, y gracias a su orientación y vasto conocimiento, muchas de las decisiones y avances que se reflejan en este proyecto fueron posibles. Asimismo, quiero agradecer a la empresa Sur colombiana de Gas por brindarme la oportunidad de crecer tanto a nivel personal como profesional. Este proyecto me permitió aportar, aunque modestamente, a los procesos de la empresa. Sé que SURGAS lleva a cabo grandes proyectos, y espero que este pequeño aporte haya sido significativo para la empresa, al igual que lo ha sido para mí. Finalmente, mi agradecimiento a los directivos y a todos los colaboradores que se involucraron en este proceso. Su compromiso y disposición fueron esenciales para la realización de este proyecto.

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo mejorar la gestión de calidad en la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) en la empresa Sur Colombiana de Gas, mediante la optimización de los computadores de flujo utilizados para las mediciones. La necesidad de cumplir con normativas vigentes y asegurar mediciones precisas y confiables impulsa esta iniciativa. Se realizó una evaluación del estado actual de los equipos instalados, identificando deficiencias y áreas de mejora. Posteriormente, se implementaron procedimientos estandarizados y actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, enfocadas en la calibración y verificación de los computadores de flujo. Además, se capacitó al personal técnico en el uso y mantenimiento adecuado de estos equipos, garantizando su correcta operación. Los resultados esperados incluyen una mejora significativa en la precisión de las mediciones y una mayor satisfacción de los clientes. Este proyecto no solo contribuye al cumplimiento normativo, sino que también fortalece la competitividad y eficiencia operativa de la empresa al reducir el tiempo de inactividad, minimizar las pérdidas de gas y optimizar los recursos disponibles. Además, se anticipa que la empresa podrá ofrecer un servicio más confiable y seguro, lo que se traduce en una imagen corporativa mejorada y una mayor lealtad de los clientes. La optimización de los computadores de flujo y la capacitación del personal también permiten una respuesta más rápida y efectiva a posibles problemas, asegurando la continuidad del servicio y mejorando la eficiencia general de las operaciones.

Palabras Clave: gestión de calidad, distribución de gas, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), computadores de flujo, normativas vigentes, mediciones precisas, mantenimiento preventivo y correctivo, calibración y verificación, capacitación del personal.

Abstract

This project aims to improve quality management in the distribution of natural gas and liquefied petroleum gas (LPG) at Sur Colombiana de Gas by optimizing the flow computers used for measurements. The need to comply with current regulations and ensure accurate and reliable measurements drives this initiative. An evaluation of the current state of the installed equipment was carried out, identifying deficiencies and areas for improvement. Subsequently, standardized procedures and preventive and corrective maintenance activities focused on the calibration and verification of flow computers were implemented. Additionally, technical staff were trained in the proper use and maintenance of these devices, ensuring their correct operation. The expected results include a significant improvement in measurement accuracy and greater customer satisfaction. This project not only contributes to regulatory compliance but also strengthens the company's competitiveness and operational efficiency by reducing downtime, minimizing gas losses, and optimizing available resources. Furthermore, the company is anticipated to offer a more reliable and safe service, resulting in an improved corporate image and greater customer loyalty. The optimization of flow computers and staff training also allow for a faster and more effective response to potential issues, ensuring service continuity and improving overall operational efficiency.

Keywords: quality management, gas distribution, natural gas, liquefied petroleum gas (LPG), flow computers, current regulations, accurate measurements, preventive and corrective maintenance, calibration and verification, staff training.

Índice

Introducción	11
Descripción del Problema	13
Planteamiento del Problema.....	15
Sistematización del Problema.....	16
Justificación	18
Objetivos.....	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
Marco de Referencia	21
Estado del Arte	22
Marco contextual.....	25
Marco Teórico	27
Marco Conceptual	29
Marco Normativo	31
Metodología	32
Fase 1: Recopilación y Evaluación	33
Actividades:.....	35
Fase 2: Implementación de Acciones Correctivas.....	48
Actividades:.....	50
Fase 3: Capacitación y Documentación	58
Actividades:.....	60
Método	72
Tipo de Estudio	74
Recolección de Datos	75
Resultados del Proyecto	77
Objetivo Específico 1: Evaluar el estado actual de los computadores de flujo	77
Objetivo Específico 2: Definir procedimientos estandarizados de instalación y configuración	78
Objetivo Específico 3: Elaborar una hoja de vida para los computadores de flujo	78

Primer Resultado	80
Precisión de las Mediciones	80
Segundo Resultado	82
Conclusiones	84
Recomendaciones	86
Referencias Bibliográficas	87
Apéndices	90

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Hallazgos y Problemas Identificados en las ERM SURGAS, y sus Causas Raíz</i>	43
Tabla 2 <i>Capacitación Del Personal</i>	68
Tabla 3 <i>Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)</i>	83

Lista de figuras

Figura 1 <i>Precisión en las Mediciones</i>	81
Figura 2 Cumplimiento de la Normativa Eléctrica.....	83

Apéndices

Apéndice A	90
Apéndice B	96
Apéndice C	103
Apéndice D	105
Apéndice E	108
Apéndice F	117
Apéndice G	122
Apéndice H	128
Apéndice I	129
Apéndice J	132
Apéndice K	134
Apéndice L	139
Apéndice M	145
Apéndice N	146
Apéndice O	158
Apéndice P	170
Apéndice Q	174

Introducción

La empresa Surcolombiana de Gas, conocida como SURGAS, desempeña un papel fundamental en la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) en los departamentos de Huila, Putumayo y Cauca. Su misión es garantizar un suministro seguro, confiable y eficiente, contribuyendo significativamente al desarrollo social y económico de las comunidades atendidas. SURGAS opera con una red de 62 Estaciones de Regulación y Medición (ERM), que desempeñan un rol crítico en la regulación de presión y medición precisa del gas suministrado. Estas estaciones cuentan con computadores de flujo para registrar de manera exacta el volumen de gas, asegurando un control interno confiable.

De las 62 estaciones, 40 están equipadas con computadores de flujo (15 con equipos marca ELGAS modelo ElcorPlus y 25 con equipos marca EAGLE modelo XARTU/1). Cuatro estaciones no fueron evaluadas debido a limitaciones logísticas, y 18 carecen de computadores de flujo, representando una oportunidad significativa para futuras mejoras tecnológicas y expansión. Este contexto establece la base para el desarrollo de un proyecto integral orientado a la evaluación del estado actual de los equipos, la implementación de mejoras y la optimización de la gestión de calidad en la medición del gas.

El presente informe documenta el desarrollo y ejecución del proyecto titulado "Mejora de la Gestión de Calidad en la Distribución de Gas: Optimización de Computadores de Flujo en Sur Colombiana de Gas (SURGAS)". El proyecto surge de la necesidad de garantizar mediciones precisas y confiables, esenciales para cumplir con las normativas vigentes y fortalecer la gestión de calidad en la distribución de gas natural y GLP.

El proyecto se enfocó en evaluar el estado actual de los computadores de flujo, identificar problemas de instalación y funcionamiento, y diseñar procedimientos estandarizados para

asegurar la confiabilidad y consistencia operativa de los equipos. Además, se estableció un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para extender la vida útil de los equipos, prevenir fallas inesperadas y optimizar su rendimiento.

El informe se estructura en secciones que detallan las etapas del proyecto, desde la metodología empleada hasta los resultados obtenidos. En la sección de desarrollo, se analizan las acciones ejecutadas y las soluciones implementadas, mientras que los resultados destacan mejoras en la precisión de las mediciones y la eficiencia operativa. Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones que consolidan los logros alcanzados y proponen acciones para la mejora continua.

Este proyecto no solo ha permitido estandarizar procedimientos y actividades, sino que también ha fortalecido la capacidad operativa de SURGAS para cumplir con estándares de calidad y regulaciones vigentes. Los resultados obtenidos demuestran avances significativos en la precisión y confiabilidad de las mediciones, estableciendo una base sólida para futuros desarrollos y mejoras en la gestión de calidad en la distribución de gas.

Descripción del Problema

La empresa Surcolombiana de Gas desempeña un papel fundamental al proveer gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) a múltiples municipios del sur del país, lo que la posiciona como un actor clave en el bienestar de las comunidades y el desarrollo económico de la región. Sin embargo, el sistema de medición en sus Estaciones de Regulación y Medición (ERM), que depende en gran medida de los computadores de flujo, enfrenta diversas problemáticas que comprometen la precisión y confiabilidad de las operaciones.

Uno de los principales problemas identificados es la incorrecta instalación de los computadores de flujo en varias estaciones, atribuida a la falta de procedimientos estandarizados y al incumplimiento de las recomendaciones del fabricante. Esto ha resultado en lecturas imprecisas, un desgaste prematuro de los equipos y dificultades para garantizar un control interno eficiente del volumen de gas registrado. Adicionalmente, la ausencia de sistemas de protección adecuados contra factores ambientales en ciertas estaciones expone los equipos a condiciones adversas, afectando su desempeño y reduciendo significativamente su vida útil.

Otra problemática significativa es la carencia de un plan de mantenimiento preventivo estructurado. Sin calibraciones periódicas, verificaciones regulares y limpiezas adecuadas, los computadores de flujo están sujetos a fallas imprevistas, acumulación de errores en las mediciones y un incremento en los costos operativos. Esto tiene un impacto directo en la operación interna de la empresa, al dificultar la comparación precisa entre el volumen suministrado y el medido, lo que puede derivar en pérdidas económicas y falta de transparencia en la gestión del gas.

Además, la falta de un sistema de registro eficiente para las intervenciones realizadas en los equipos, como hojas de vida y formatos organizados, ha limitado la capacidad de la empresa

para analizar tendencias, anticipar problemas y tomar decisiones informadas. Esto se suma a la insuficiente capacitación de los supervisores municipales, quienes deben gestionar y reportar las lecturas de los computadores de flujo, pero carecen de las herramientas necesarias para identificar y solucionar anomalías de manera efectiva.

Por último, el incumplimiento de normativas nacionales como el RETIE, la NTC 2050 y la NTC 6167, combinado con la falta de un sistema de telemetría en varias estaciones, incrementa los riesgos operativos y regulatorios. Estas deficiencias afectan la capacidad de monitorear en tiempo real las operaciones de los computadores de flujo y de responder oportunamente a inconsistencias en las mediciones.

En este contexto, resulta imprescindible implementar un enfoque integral que incluya la evaluación detallada de las condiciones actuales, la estandarización de procedimientos operativos, la capacitación del personal y la incorporación de tecnologías de monitoreo continuo. Estas medidas no solo corregirán las deficiencias actuales, sino que establecerán un modelo sostenible de gestión de calidad, asegurando precisión en las mediciones, confiabilidad en los equipos y cumplimiento normativo, en beneficio de la empresa y de las comunidades que dependen de su servicio.

Planteamiento del Problema

En la distribución de gas natural y GLP en varios municipios del sur del país, los computadores de flujo cumplen una función esencial al corregir y registrar el volumen del gas suministrado, permitiendo un control interno preciso del consumo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM). Sin embargo, se han detectado deficiencias significativas en su instalación, mantenimiento y operación, lo que compromete la precisión de las mediciones y la confiabilidad del servicio. Estas problemáticas incluyen instalaciones incorrectas, la falta de planes de mantenimiento preventivo y la ausencia de procedimientos estandarizados para su manejo y monitoreo.

La falta de precisión en las mediciones no solo impacta la calidad del servicio y la transparencia en la contabilización del gas, sino que también representa un riesgo de incumplimiento con las normativas regulatorias vigentes, como el RETIE, la NTC 2050 y la NTC 6167. Asimismo, la inexistencia de registros organizados dificulta la trazabilidad y el análisis histórico de los equipos, limitando la capacidad para anticipar problemas, implementar mejoras y optimizar los procesos operativos.

Para garantizar el cumplimiento normativo y mejorar la eficiencia operativa, este proyecto se enfoca en la estandarización de procedimientos para la instalación, mantenimiento y operación de los computadores de flujo, implementando acciones correctivas y capacitando al personal técnico. Estas medidas permitirán no solo resolver las deficiencias actuales, sino también establecer un modelo de gestión sostenible que asegure la confiabilidad de las mediciones, la eficiencia de las operaciones y la sostenibilidad de los procesos en el largo plazo.

Sistematización del Problema

Para abordar las deficiencias identificadas en los computadores de flujo utilizados en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de Sur colombiana de Gas, se plantean las siguientes preguntas que guiarán el desarrollo del proyecto:

Problemas Técnicos y Operativos

¿Cuáles son las principales fallas técnicas y operativas que presentan los computadores de flujo instalados en las ERM?

¿De qué manera la falta de protección contra factores ambientales afecta el rendimiento y la vida útil de los computadores de flujo?

¿Qué impacto tienen los problemas de instalación y configuración en la precisión de las mediciones y el cumplimiento normativo?

Gestión del Mantenimiento

¿Qué consecuencias tiene la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo en el desempeño de los equipos?

¿Cómo se pueden estandarizar los procesos de mantenimiento y registro de actividades para mejorar la trazabilidad y confiabilidad de los computadores de flujo?

Cumplimiento Normativo

¿Qué normativas y regulaciones deben cumplir los computadores de flujo para garantizar la seguridad y la precisión en las mediciones?

¿Cómo se puede asegurar que todas las estaciones cumplan con normativas como RETIE, NTC 2050 y NTC 6167?

Capacitación y Uso de Recursos

¿Cómo influye la falta de capacitación del personal en la operación y el mantenimiento de los computadores de flujo?

¿Qué estrategias de formación pueden implementarse para mejorar las competencias del personal técnico y los supervisores de municipio?

Impacto y Sostenibilidad de las Soluciones

¿Qué indicadores se pueden utilizar para evaluar el impacto de las mejoras implementadas en los computadores de flujo?

¿Cómo garantizar la sostenibilidad de las acciones correctivas a largo plazo?

Justificación

La ejecución de este proyecto responde a la necesidad de garantizar mediciones precisas y confiables en la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) en SURGAS. En un entorno altamente regulado y competitivo, cumplir con las normativas vigentes y asegurar la calidad del servicio es esencial para mantener la confianza de los clientes y la sostenibilidad operativa de la empresa.

Un aspecto crítico que impulsa esta iniciativa es el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales, como la NTC 6167 y la Resolución 127 de 2013 de la CREG, que establecen estándares estrictos para la precisión en las mediciones y la seguridad operativa. Asegurar la conformidad con estos estándares no solo evita sanciones legales, sino que también refuerza la transparencia y credibilidad de la empresa, aspectos clave en su operación.

Las deficiencias actuales en los computadores de flujo afectan la precisión de las mediciones y pueden generar pérdidas económicas debido a errores en la facturación, además de comprometer la experiencia del cliente. La precisión es esencial para garantizar que los clientes reciban exactamente lo que consumen y para reducir discrepancias operativas. Este proyecto busca subsanar estas deficiencias mediante la calibración, verificación y mantenimiento regular de los equipos, asegurando una operación justa y transparente.

Además, la implementación de procedimientos estandarizados y actividades de mantenimiento preventivo y correctivo permite optimizar recursos y mejorar la eficiencia operativa. Detectar y solucionar fallas de manera oportuna reduce los tiempos de inactividad de los equipos, minimiza las pérdidas de gas y maximiza la vida útil de los computadores de flujo, fortaleciendo la competitividad de SURGAS en el mercado.

Otro eje fundamental del proyecto es la capacitación del personal técnico. Un equipo bien formado en el uso y mantenimiento de los computadores de flujo garantiza la correcta operación de los equipos y una respuesta eficaz ante problemas, asegurando la continuidad del servicio. La inversión en formación técnica no solo mejora la competencia del personal, sino que también eleva los estándares de calidad en la distribución de gas, contribuyendo al crecimiento y posicionamiento de la empresa.

Este proyecto no solo aborda los desafíos técnicos y operativos actuales, sino que también establece un modelo de gestión sostenible que asegura la precisión, confiabilidad y conformidad normativa, posicionando a SURGAS como líder en la distribución de gas en la región.

Objetivos

Objetivo General

Estandarizar procedimientos y actividades para garantizar mediciones precisas y confiables en los computadores de flujo utilizados en la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) en la empresa Sur colombiana de Gas, con el fin de cumplir con las normativas vigentes y mejorar la gestión de calidad.

Objetivos Específicos

Evaluar el estado actual de los computadores de flujo mediante una revisión exhaustiva de los equipos instalados en las estaciones de medición y regulación, identificando problemas de instalación y funcionamiento que puedan afectar la precisión de las mediciones.

Definir procedimientos estandarizados de instalación y configuración para los computadores de flujo, asegurando que se cumplan las normativas técnicas y regulaciones vigentes, y garantizando que los equipos operen de manera consistente y confiable.

Elaborar una hoja de vida de los computadores de flujo, teniendo en cuenta el plan de mantenimiento general de Sur colombiana de Gas. El propósito es extender la vida útil de los equipos, prevenir fallas inesperadas y mantener un rendimiento óptimo.

Marco de Referencia

El proyecto se fundamenta en la necesidad de garantizar la precisión en las mediciones y la confiabilidad en la operación de los computadores de flujo utilizados por Sur colombiana de Gas en la distribución de gas natural y GLP. Este marco establece los conceptos y principios que orientan la implementación de estándares de calidad, alineados con normativas nacionales e internacionales, y la adopción de prácticas de mejora continua.

En el ámbito de la gestión de calidad, se enfatiza la estandarización de procedimientos, la capacitación técnica, y el mantenimiento preventivo como pilares fundamentales para optimizar la operación de los equipos. Además, se toma en cuenta la importancia de la alineación con las regulaciones específicas del sector energético y la aplicación de tecnologías avanzadas para fortalecer la sostenibilidad operativa.

Estado del Arte

En lo concerniente a gestión de calidad en la medición de gas en los últimos años, la precisión y confiabilidad en la medición de gases han sido temas prioritarios en las industrias de energía y servicios públicos. Diversas investigaciones y normativas destacan la importancia de implementar sistemas de medición confiables, acompañados de procesos estandarizados y mantenimientos regulares para optimizar la eficiencia operativa y garantizar el cumplimiento normativo.

Estudios como los realizados por el Instituto Americano del Petróleo (API) resaltan que el uso de sistemas electrónicos como computadores de flujo mejora significativamente la precisión en la transferencia de custodia del gas. Estos dispositivos no solo registran datos como volumen, temperatura y presión, sino que también corrigen errores derivados de fluctuaciones en las condiciones ambientales, asegurando un monitoreo continuo y confiable.

Otro aspecto fundamental es conocer la importancia de las normativas nacionales e internacionales; El marco normativo ha evolucionado para responder a las demandas de precisión y seguridad en la medición del gas. Normas como la API MPMS 21.1 y la ISO 9001 ofrecen lineamientos claros sobre cómo estructurar procesos de medición y gestión de calidad. A nivel nacional, normativas como la NTC 6167 y el RETIE refuerzan la necesidad de cumplir estándares específicos en instalaciones eléctricas y en la medición de transferencia de custodia de gas natural, protegiendo tanto a las empresas como a los usuarios finales.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) ha jugado un papel crucial en la regulación del sector en Colombia. Resoluciones como la 127 de 2013 y la 237 de 2020 establecen requisitos técnicos para la medición y distribución de gas, promoviendo el uso de tecnologías modernas como los computadores de flujo y fomentando la adopción de prácticas de mantenimiento preventivo para asegurar la continuidad del servicio.

También es importante mencionar los avances tecnológicos en computadores de flujo ya que, en términos de innovación, los computadores de flujo han evolucionado significativamente. Modelos recientes como el ELGAS ElcorPlus y el EAGLE XARTU/1 destacan por su capacidad para medir múltiples variables simultáneamente, corregir datos en tiempo real y operar en atmósferas clasificadas. Sin embargo, su efectividad depende de instalaciones correctas, calibraciones periódicas y mantenimientos preventivos, factores que no siempre se cumplen de manera adecuada, especialmente en regiones con infraestructuras limitadas.

Proyectos recientes en otras empresas del sector han demostrado que la estandarización de procedimientos de instalación y mantenimiento, junto con la capacitación del personal, son clave para maximizar la vida útil de los computadores de flujo y reducir tiempos de inactividad. Estas prácticas no solo aseguran la precisión en la medición, sino que también fortalecen la competitividad y la sostenibilidad operativa.

Para el caso de la empresa SURGAS a nivel local, la compañía enfrenta desafíos similares a los observados en la industria. Con **62 estaciones de regulación y medición**, de las cuales solo 11 cumplen completamente con normativas como el RETIE, la empresa reconoce la necesidad de optimizar sus procesos. La falta de un plan de mantenimiento preventivo estandarizado y problemas en la instalación de computadores de flujo han generado inconsistencias en las mediciones, impactando la operación y el cumplimiento normativo.

La implementación de este proyecto se alinea con las mejores prácticas internacionales y normativas nacionales, integrando soluciones probadas como el uso de hojas de vida, órdenes de trabajo eficientes y procedimientos estandarizados. Además, aborda un aspecto crítico: la capacitación del personal, que es fundamental para garantizar la sostenibilidad de las mejoras propuestas.

El proyecto de gestión de calidad de computadores de flujo en Sur colombiana de Gas no solo responde a una necesidad interna de la empresa, sino que también se alinea con las tendencias actuales de la industria. Su enfoque en la estandarización de procedimientos, cumplimiento normativo y capacitación del personal asegura que las mejores prácticas globales sean adaptadas y aplicadas a un contexto local, sentando las bases para una operación más eficiente, segura y sostenible.

Marco contextual

El suministro de gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) en los departamentos de Huila, Putumayo y Cauca cumple un rol esencial para el desarrollo social y económico de la región, tanto en áreas urbanas como rurales. La operación en esta zona comprende diversas condiciones que exigen un enfoque riguroso en la instalación, mantenimiento y calibración de los equipos de medición para garantizar la precisión en el registro del volumen de gas suministrado. Con 62 Estaciones de Regulación y Medición (ERM), 40 de ellas cuentan con computadores de flujo, dispositivos responsables de medir, corregir y registrar variables como presión, temperatura y volumen, lo que resulta crucial para una operación confiable y transparente.

El sector energético, particularmente la distribución de gas en Colombia, está sujeto a estrictas normativas que buscan garantizar la precisión, seguridad y sostenibilidad en las operaciones. Estas regulaciones incluyen la NTC 6167, el RETIE y diversas resoluciones emitidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), que establecen estándares técnicos y de seguridad para las estaciones y equipos asociados. Los computadores de flujo, como herramientas clave en la transferencia de custodia del gas, deben operar bajo estos estándares para asegurar el cumplimiento normativo y la confianza en las mediciones.

Sin embargo, se han identificado problemas significativos en la instalación y mantenimiento de estos equipos. En algunos casos, las estaciones carecen de sistemas de protección contra factores ambientales o presentan configuraciones inadecuadas, lo que compromete la precisión y la vida útil de los dispositivos. Además, un número considerable de estaciones no cuenta con computadores de flujo, limitando la capacidad para realizar mediciones precisas y afectando la eficiencia operativa. La ausencia de un plan de mantenimiento preventivo

y de procedimientos estandarizados incrementa el riesgo de fallas y discrepancias, generando potenciales sanciones regulatorias y pérdidas económicas.

En este contexto, el proyecto busca optimizar la gestión de calidad en los computadores de flujo, estableciendo procedimientos estandarizados y garantizando un monitoreo constante que fortalezca la confiabilidad del sistema. Estas mejoras no solo benefician a las operaciones internas, sino que también tienen un impacto directo en las comunidades que dependen de un suministro confiable de gas, promoviendo el desarrollo social y económico en la región.

Marco Teórico

El proyecto se apoya en principios teóricos esenciales relacionados con la gestión de calidad, la metrología, el mantenimiento preventivo y la capacitación técnica. Estos fundamentos sustentan la necesidad de normalizar procedimientos y optimizar la operación de los computadores de flujo, asegurando mediciones precisas y confiables en la distribución de gas natural y GLP.

La gestión por procesos, basada en la norma ISO 9001, permite identificar, documentar y mejorar continuamente las actividades clave. En este proyecto, este enfoque se aplica en la definición y optimización de procedimientos para la instalación, calibración y mantenimiento de los computadores de flujo, asegurando que operen bajo estándares establecidos y minimizando errores en las mediciones. Esto garantiza una mayor confiabilidad y alineación con normativas regulatorias.

El mantenimiento preventivo y correctivo desempeña un rol crucial para anticipar fallas y mantener la operatividad de los equipos. Este modelo, que incluye calendarios regulares de inspección, limpieza y calibración, asegura que los computadores de flujo funcionen correctamente y extiendan su vida útil. La implementación de un mantenimiento estructurado también permite reducir tiempos de inactividad y costos operativos, promoviendo una operación más eficiente.

La metrología, como ciencia de la medición, proporciona las bases técnicas necesarias para garantizar la exactitud en la transferencia de custodia del gas. Normativas como la NTC 6167 y la API MPMS 21.1 establecen los lineamientos para la medición confiable de variables críticas como presión, temperatura y volumen. Estos estándares son fundamentales para cumplir con las exigencias regulatorias y asegurar la transparencia en las operaciones de medición.

La capacitación técnica del personal es esencial para que los procedimientos establecidos sean sostenibles y efectivos. Según la gestión del conocimiento, un personal bien capacitado no solo opera los equipos correctamente, sino que también es capaz de identificar problemas, aplicar soluciones y mantener la continuidad operativa. En este proyecto, la formación se enfoca en el uso, configuración y mantenimiento de los computadores de flujo, garantizando su correcto funcionamiento y su adaptación a los cambios normativos o tecnológicos.

El cumplimiento de normativas regulatorias como el RETIE, la NTC 2050 y la ISO 14001 asegura que las instalaciones eléctricas y los equipos operen bajo condiciones seguras y sostenibles. Estas regulaciones también promueven la implementación de prácticas responsables en la operación de los computadores de flujo, alineadas con objetivos de desarrollo sostenible y eficiencia operativa.

Por último, el principio de mejora continua, basado en el ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), asegura que los resultados obtenidos sean evaluados y ajustados para mantener y superar los estándares de calidad. Aplicar este enfoque permite realizar ajustes constantes en los procedimientos relacionados con los computadores de flujo, garantizando su eficacia a largo plazo.

Con estos fundamentos teóricos, el proyecto no solo aborda los problemas actuales en la operación de los computadores de flujo, sino que también establece una base sólida para su mejora continua y su alineación con los estándares internacionales de calidad y sostenibilidad.

Marco Conceptual

Computadores de Flujo: Son dispositivos electrónicos diseñados para medir, registrar y corregir variables asociadas al flujo de gas, como el volumen, la presión y la temperatura. Estos equipos son esenciales en la transferencia de custodia de gas natural y GLP, ya que permiten garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones necesarias para la facturación y la regulación operativa.

Gestión de Calidad: Es un enfoque sistemático que busca garantizar que los procesos y productos cumplan con estándares definidos mediante la implementación de estrategias como la estandarización de procedimientos, el monitoreo constante y la mejora continua. En este proyecto, la gestión de calidad se centra en la optimización de los procesos asociados a los computadores de flujo.

Mantenimiento Preventivo: Constituye un conjunto de acciones planificadas destinadas a preservar el estado funcional de los equipos y prevenir fallos antes de que ocurran. Incluye actividades como la inspección periódica, la limpieza, la calibración y la verificación del correcto funcionamiento de los equipos.

Normatividad: Se refiere a los conjuntos de reglas, estándares y leyes que regulan la operación, mantenimiento e instalación de los equipos en la industria del gas. Normas como la NTC 6167, el RETIE y la API MPMS 21.1 establecen los requisitos técnicos para la medición de transferencia de custodia, las instalaciones eléctricas en áreas clasificadas y la precisión de los sistemas electrónicos de medición.

Calibración: Proceso de ajuste o comparación de un instrumento de medición con un patrón reconocido para asegurar que las mediciones realizadas sean precisas y confiables. En el caso de los computadores de flujo, es una actividad esencial para mantener la exactitud en las lecturas de las variables del gas.

Trazabilidad: Se refiere a la capacidad de rastrear el historial de mantenimiento, calibración y configuración de un equipo a través de registros detallados. Es fundamental para garantizar la confiabilidad de los datos de medición y cumplir con los requisitos normativos y de auditoría.

Estandarización de Procedimientos: Es el proceso de definir y documentar las mejores prácticas para realizar actividades de manera uniforme. En este proyecto, la estandarización busca asegurar que las instalaciones, calibraciones y mantenimientos de los computadores de flujo se lleven a cabo de manera consistente y alineada con las normativas vigentes.

Capacitación: Proceso de formación dirigido a los técnicos y supervisores involucrados en la operación y mantenimiento de los computadores de flujo. La capacitación permite que el personal adquiera las competencias necesarias para aplicar correctamente los procedimientos estandarizados, mejorando así la calidad de las mediciones y la eficiencia operativa.

Marco Normativo

El desarrollo del proyecto de gestión de calidad para los computadores de flujo está enmarcado en normativas nacionales e internacionales que regulan su instalación, operación y mantenimiento en la distribución de gas natural y GLP. Estas normativas garantizan la precisión de las mediciones, la seguridad de las operaciones y la sostenibilidad de los procesos involucrados.

En el ámbito nacional, la NTC 6167 establece los parámetros técnicos para la medición de transferencia de custodia de gas natural, asegurando la confiabilidad y exactitud de las lecturas en gasoductos. El RETIE y la NTC 2050 complementan estos lineamientos al definir requisitos específicos para las instalaciones eléctricas en atmósferas clasificadas, abarcando aspectos como la puesta a tierra y la protección de equipos electrónicos en entornos riesgosos. La Resolución 127 de 2013 regula la distribución de gas por redes, mientras que la Resolución 237 de 2020 adopta el Código de Medida de GLP, estableciendo estándares para una medición precisa y consistente del gas licuado.

A nivel internacional, el proyecto se alinea con la API MPMS 21.1, que provee métodos de cálculo y directrices para los sistemas electrónicos de medición, incluyendo computadores de flujo, optimizando la precisión en la transferencia de custodia del gas. Además, las normas ISO 9001 y ISO 14001 refuerzan la implementación de sistemas de gestión de calidad y la adopción de prácticas sostenibles en las operaciones, promoviendo un enfoque integral para la mejora continua y el respeto al medio ambiente.

Cumplir con estas regulaciones asegura no solo la confiabilidad y seguridad de los procesos, sino que también fortalece la competitividad al minimizar riesgos de incumplimientos legales y optimizar recursos. Este marco normativo es clave para garantizar la sostenibilidad de las operaciones y fomentar la confianza de clientes y stakeholders en las actividades realizadas.

Metodología

La investigación adoptó un enfoque descriptivo, diseñado para abordar problemas específicos en la gestión de calidad de los computadores de flujo de SURGAS y proponer soluciones prácticas basadas en evidencia. Este enfoque permitió analizar las condiciones actuales, implementar acciones correctivas y evaluar su impacto.

Las fases de la investigación se desarrollaron de la siguiente manera. En la fase inicial, se recopiló información preliminar sobre la operación de los computadores de flujo y las problemáticas asociadas. Se definió el alcance de la investigación, identificando las estaciones con computadores de flujo instalados como el objeto de estudio. Esta fase incluyó reuniones con el personal técnico y revisión de documentos internos para precisar las áreas críticas.

En la siguiente fase, se aplicaron técnicas de recopilación de información, incluyendo inspecciones técnicas en campo, revisión de normativas como el RETIE, NTC 2050, NTC 6167, entre otras, y análisis de manuales técnicos de los fabricantes. También se utilizaron los formatos existentes en los procedimientos técnicos de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) para registrar las condiciones iniciales de los equipos y las actividades realizadas durante la investigación.

La fase de análisis y diagnóstico consistió en procesar la información recolectada para identificar deficiencias en la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los computadores de flujo. Se empleó un análisis cualitativo para clasificar las causas raíz de los problemas y establecer prioridades para las intervenciones correctivas.

Con base en los hallazgos, se diseñaron propuestas de solución que incluyeron procedimientos estandarizados, sistemas de protección para los equipos y estrategias para

mejorar la capacitación del personal. Estas soluciones fueron validadas mediante pruebas piloto en las estaciones seleccionadas, evaluando su efectividad antes de su implementación general.

Finalmente, se evaluó el impacto de las mejoras implementadas mediante indicadores clave de rendimiento (KPI), tales como precisión en las mediciones, reducción de tiempos de mantenimiento y cumplimiento normativo. Además, se establecieron mecanismos de seguimiento continuo para asegurar la sostenibilidad de los resultados obtenidos.

El diseño muestral fue intencional, seleccionando las 40 estaciones que cuentan con computadores de flujo instalados como unidad de análisis principal, dada su relevancia para los objetivos de la investigación. Las técnicas empleadas incluyeron observación directa durante las inspecciones en campo, revisión documental para identificar normativas aplicables y procedimientos existentes, entrevistas con personal técnico para obtener perspectivas sobre las problemáticas y validar las propuestas de solución, así como pruebas de campo y análisis de resultados para verificar la efectividad de las acciones correctivas implementadas.

El proyecto se desarrolló en varias fases, cada una con actividades específicas y objetivos claros. La metodología adoptada permitió un enfoque sistemático para identificar problemas, implementar soluciones y evaluar mejoras, asegurando la calidad y la precisión en la medición del gas distribuido.

Fase 1: Recopilación y Evaluación

Durante la fase uno del proyecto, se presentó el reto de recopilar la normativa que regula el uso y funcionamiento de los computadores de flujo en las estaciones de regulación y medición. El primer paso fue comprender a fondo cómo operan estos equipos y cuál es su propósito en la infraestructura de distribución de gas. Nos enfocamos en identificar y analizar las normativas aplicables, como la NTC 2050 y el RETIE, para asegurar que los equipos instalados cumplieran

con los estándares de seguridad y operatividad. Uno de los desafíos más complejos fue verificar si los computadores de flujo contaban con certificaciones que garantizaran su seguridad en áreas clasificadas. Descubrimos que los correctores ElcorPlus de la marca ELGAS contaban con certificación para áreas clasificadas clase uno división dos, lo cual es esencial para su operación en entornos peligrosos. Sin embargo, en el caso de los correctores EAGLE modelo XARU/1, notamos la ausencia de un certificado similar. Esto nos llevó a investigar más a fondo y a considerar la posibilidad de realizar modificaciones en la instalación, como la incorporación de gabinetes adecuados para áreas clasificadas, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

A medida que avanzábamos en la fase de evaluación, nos dimos cuenta de que algunas de las instalaciones no se habían realizado de manera correcta, especialmente en lo que respecta a la protección contra factores ambientales. Esta deficiencia comprometía la vida útil de los equipos, aumentando la frecuencia de fallas y problemas operativos. La tarea de evaluar cada componente, desde los manuales del fabricante hasta las condiciones de instalación, requirió un esfuerzo considerable. Solicitamos información adicional a los distribuidores de los equipos y analizamos minuciosamente los manuales para entender mejor las causas de las fallas recurrentes.

Durante este proceso, también realizamos un estudio de los medidores de flujo tipo rotativo instalados en las estaciones, ya que estos dispositivos trabajan en conjunto con los computadores de flujo para registrar el consumo de gas. Fue esencial verificar que los datos proporcionados por estos medidores, transmitidos a través de un cable de pulsos, fueran precisos y compatibles con las configuraciones internas de los computadores de flujo. La precisión en la medición del volumen corregido depende de variables como la temperatura, la presión de la

línea, la temperatura ambiente, la gravedad específica y la composición del gas, por lo que debíamos asegurarnos de que todos estos elementos funcionaran de manera coherente y eficiente.

Una vez recopilada toda la información necesaria, procedimos a identificar los problemas y a clasificar las causas raíz de cada uno. Los principales hallazgos incluyeron la falta de sistemas de puesta a tierra, la ausencia de protección contra factores ambientales, problemas de software en los equipos, deficiencias en la alimentación continua de los correctores EAGLE y la falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado. Además, se observó la necesidad de mejorar el cumplimiento de las normativas vigentes. A lo largo de esta fase, la empresa Sur Gas mostró un fuerte compromiso con la mejora de sus procesos, brindando el apoyo necesario para identificar estos problemas y colaborar en la búsqueda de soluciones efectivas que se discutirán en las fases posteriores del proyecto. A continuación, se presenta descripción de la realización de actividades en la presente fase

Actividades:

Recopilación de normativas y regulaciones aplicables.

Durante el desarrollo de esta actividad se llevó a cabo un análisis minucioso de la información disponible con respecto a las normativas en el sector del gas. Este proceso fue fundamental para garantizar la conformidad legal y la operatividad eficiente de los equipos en la distribución de gas. La recopilación detallada de normativas incluyó tanto regulaciones nacionales como internacionales, proporcionando una base sólida para el desarrollo del proyecto.

En cuanto a las normativas colombianas, se revisaron en detalle documentos clave como la NTC 6167, que establece los requisitos y procedimientos técnicos necesarios para la medición de transferencia de custodia de gas natural en gasoductos. Esta norma es esencial para garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones en la distribución de gas natural, asegurando que

las operaciones se realicen bajo estrictos estándares de calidad. Además, se consideró la NTC 3838, que especifica las presiones permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles. Esta norma es fundamental para mantener la seguridad y la integridad de las instalaciones, minimizando riesgos asociados con la manipulación y distribución de gas.

También se revisaron resoluciones específicas de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), como la Resolución 127 de 2013, que establece los requisitos para la distribución de gas combustible por redes, y la Resolución 237 de 2020, que adopta el Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo (GLP). Estas resoluciones son cruciales para asegurar la calidad y seguridad del servicio de distribución de gas, proporcionando directrices claras para la instalación y operación de los sistemas de medición y distribución.

En el ámbito internacional, se incorporaron normativas reconocidas como la API MPMS 21.1, que define métodos de cálculo para sistemas de medición electrónica, incluyendo computadores de flujo. Esta norma, en su segunda edición, cubre aspectos clave del diseño, configuración, operación y mantenimiento de sistemas de medición, asegurando la precisión y confiabilidad en las mediciones de gas. Asimismo, se consideró la norma ISO 9001, que proporciona un enfoque sistemático para la gestión de calidad en todas las operaciones de la empresa. Esta norma es vital para la implementación de prácticas de gestión de calidad en la distribución de gas y el mantenimiento de computadores de flujo, promoviendo la mejora continua y la satisfacción del cliente. Además, se revisó la norma ISO 14001, que establece estándares para la gestión ambiental. La inclusión de esta norma asegura que las operaciones de Sur Colombiana de Gas consideren prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, garantizando que la distribución de gas y el uso de computadores de flujo se realicen de manera sostenible.

La recopilación de estas normativas y regulaciones proporciona una base integral para el proyecto, abordando aspectos técnicos, de seguridad, medio ambiente y calidad. La implementación de estas normativas no solo garantiza la eficiencia y seguridad en la distribución de gas, sino que también promueve la sostenibilidad y el cumplimiento con las mejores prácticas internacionales, asegurando que Sur Colombiana de Gas opere bajo los más altos estándares de la industria. (ver anexo D)

Metodología de evaluación o inspección o diagnóstico.

En la actividad de metodología de evaluación o inspección o diagnóstico, se estableció un enfoque sistemático para evaluar el estado actual de los computadores de flujo instalados en las Estaciones de Medición y Regulación (ERM) de Sur Colombiana de Gas. El objetivo principal de esta metodología fue realizar una revisión de estos equipos, identificando cualquier problema de instalación y funcionamiento que pudiera afectar la precisión de las mediciones y, en consecuencia, la calidad de la distribución de gas. (Ver anexo C)

Para llevar a cabo esta evaluación, se desarrollaron varios pasos detallados que permitieron una revisión completa y efectiva de los computadores de flujo. El primer paso fue la revisión documental, que consistió en recopilar toda la documentación existente sobre los computadores de flujo. Esta documentación incluía manuales de instalación, informes de mantenimiento previos (No existían) y registros de mediciones, proporcionando una base de información esencial para entender el historial y el estado actual de los equipos antes de la inspección física.

Luego, se procedió con el entrenamiento del equipo de trabajo para realizar la inspección y evaluación de los computadores de flujo, el equipo estaba conformado por integrantes del área de metrología. Este paso fue crucial, ya que se capacitó al equipo encargado en los

procedimientos específicos de revisión de los computadores de flujo. La capacitación se centró en aspectos clave relacionados con la instalación, configuración y funcionamiento de los equipos, asegurando que el personal estuviera preparado para identificar de manera efectiva cualquier problema o desviación durante la evaluación. Para ello se desarrolló un “Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo” (Ver Anexo).

Una vez que el equipo de evaluación estuvo debidamente capacitado, se llevó a cabo la planificación de la evaluación. Este paso implicó el desarrollo de un plan detallado que incluía la programación de las evaluaciones en cada ERM, la asignación de recursos y equipos necesarios, y la coordinación con el personal de Sur Colombiana de Gas. La planificación cuidadosa garantizó que todas las evaluaciones se realizaran de manera eficiente y sin interrupciones en las operaciones normales de la empresa.

La inspección inicial fue el siguiente paso en la metodología. Durante esta fase, se realizó una inspección visual de cada computador de flujo, verificando la correcta instalación y conexión de los componentes, así como la presencia de posibles daños físicos. Esta inspección permitió identificar problemas visibles y condiciones que podrían afectar el rendimiento de los equipos.

Posteriormente, se ejecutaron pruebas de funcionamiento (con 2 computadores de flujo) para evaluar el desempeño operativo de los computadores de flujo. Estas pruebas incluyeron la verificación de la respuesta de los equipos a diferentes niveles de flujo y la detección de posibles anomalías. Las pruebas operativas fueron fundamentales para asegurar que los equipos funcionaran dentro de los parámetros establecidos y cumplieran con los requisitos de precisión necesarios para una medición confiable del gas.

Para complementar las pruebas de funcionamiento, se realizaron mediciones comparativas, comparando las mediciones de los computadores de flujo con mediciones de referencia o estándares. Este paso fue esencial para identificar posibles desviaciones y variaciones inesperadas, que podrían indicar problemas en la calibración o configuración de los equipos.

Todos los hallazgos de la evaluación fueron registrados detalladamente, documentando tanto los aspectos positivos como los negativos. Esto incluyó problemas de instalación, configuración o funcionamiento, así como condiciones ambientales que podrían afectar los resultados de las mediciones. Este registro facilitó un análisis posterior más profundo de los datos recopilados. (Ver Anexo A)

El análisis de datos fue una parte crucial de la metodología, permitiendo identificar patrones, tendencias o problemas recurrentes que pudieran requerir atención específica. Este análisis ayudó a enfocar las acciones correctivas y preventivas en áreas críticas, optimizando así el rendimiento de los computadores de flujo.

Finalmente, se elaboró un informe de evaluación detallado que enumeró todos los computadores de flujo evaluados, identificó los problemas encontrados y propuso acciones correctivas y preventivas. Este informe incluyó recomendaciones específicas para mejorar la precisión de las mediciones y garantizar un funcionamiento óptimo de los equipos. Los resultados del informe fueron presentados al equipo de Sur Colombiana de Gas, destacando los hallazgos críticos y proporcionando orientación sobre las acciones a seguir.

Es importante mencionar que la metodología se llevó a cabo con un enfoque no intrusivo, minimizando el impacto en las operaciones regulares de Sur Colombiana de Gas. Además, se

estableció un protocolo de seguridad para garantizar la integridad del personal y la protección de los equipos durante toda la evaluación.

Realización de la evaluación inicial de los computadores de flujo.

Durante la evaluación inicial de los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) operadas por la empresa Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P., se identificaron varios problemas y se realizaron hallazgos significativos. Esta inspección se enfocó en las estaciones equipadas con computadores de flujo de las marcas ELGAS modelo ELCORPLUS y EAGLE RESEARCH modelo XARTU/1. En total, SURGAS opera 62 ERM, de las cuales 15 cuentan con computadores de flujo de la marca ELGAS y 25 con los de la marca EAGLE RESEARCH. Los computadores de flujo ELGAS miden variables como la temperatura del gas y del ambiente, la presión a través de un transductor de presión y el volumen utilizando un cable de pulsos generados por el medidor rotativo de la estación. De las 15 estaciones equipadas con estos dispositivos, 12 funcionan con gas natural y 11 de ellas tienen certificación RETIE, operando a una presión de salida de 60 psi después de la regulación de segunda etapa. Estas estaciones se encuentran en espacios abiertos, carecen de encerramiento, pero cumplen con buenos estándares de seguridad. Sin embargo, se destaca la necesidad de realizar un estudio de áreas clasificadas según la normativa. Además, los computadores de flujo en estas estaciones cuentan con certificación para áreas explosivas clase 1 división 2 y son intrínsecamente seguros al no requerir alimentación externa.

Por otro lado, los computadores de flujo de la marca EAGLE RESEARCH, modelo XARTU/1, instalados en las estaciones de gas LP, miden las mismas variables que los equipos de gas natural, pero requieren alimentación externa, para lo cual se han instalado paneles solares. Se observó que en estas instalaciones es necesario considerar normativas como RETIE y NTC 2050

para garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas. Durante la inspección inicial, se identificaron varios problemas en los computadores de flujo utilizados en las instalaciones de SURGAS. Entre los problemas más relevantes, se encontró que 15 de las ERM carecían de un sistema de puesta a tierra adecuado, lo cual representa un riesgo para la seguridad operativa y la integridad de los equipos. Además, se constató que 8 computadores de flujo no contaban con protección adecuada contra factores ambientales, dejándolos vulnerables a daños debido a condiciones climáticas adversas. También se detectaron fallos en el funcionamiento del software en algunos equipos, afectando la precisión de las mediciones y requiriendo reconfiguración y reinstalación del sistema operativo. Los equipos de la marca EAGLE presentaban deficiencias en su fuente de alimentación, dependiendo en su mayoría de baterías con una duración insuficiente.

En cuanto al cumplimiento normativo, algunos equipos instalados en áreas clasificadas no cumplían con los requisitos de seguridad necesarios, como sellos cortafuegos y medidas de protección adecuadas. Se identificó la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para los computadores de flujo, sugiriendo su inclusión en el plan de acción. Entre las mejoras realizadas, se destaca la implementación de protecciones contra factores ambientales en algunas instalaciones, mejorando el rendimiento de los equipos. No obstante, se señaló la carencia de un sistema de puesta a tierra en algunos equipos, sugiriendo su implementación completa. Con relación a la alimentación continua de los equipos, la deficiencia en la fuente de alimentación resalta la importancia de considerar la implementación de sistemas de panel solar y procedimientos para garantizar la alimentación ininterrumpida. La evaluación inicial también reveló la necesidad de establecer procedimientos estándar para la instalación y mantenimiento de los equipos, así como para la configuración y mantenimiento del software de los computadores de flujo.

Se realizaron recomendaciones para abordar los problemas identificados, como desarrollar procedimientos estándar para la instalación de sistemas de puesta a tierra, establecer directrices claras para la instalación de sistemas de protección contra factores ambientales en condiciones climáticas adversas, implementar procedimientos de configuración y mantenimiento de software, y evaluar la viabilidad de implementar sistemas de panel solar para garantizar una alimentación continua en equipos que carecen de fuentes de energía adecuadas. Asimismo, se recomendó establecer procedimientos específicos para la instalación de equipos en áreas clasificadas, asegurando el cumplimiento de las normativas aplicables. Se sugirió implementar un sistema de gestión de calidad basado en normas como ISO 9001 para mejorar la gestión de los computadores de flujo, optimizar los procesos y garantizar la calidad del servicio, así como realizar auditorías internas para verificar el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos. También se recomendó documentar todos los procedimientos relacionados con la instalación, operación, mantenimiento y calibración de los computadores de flujo, y establecer indicadores clave de rendimiento para medir la eficacia de la gestión de estos equipos. Mantenerse actualizado con las últimas normas y tecnologías disponibles para la gestión de computadores de flujo es fundamental para mejorar continuamente la eficiencia, la seguridad y la precisión del sistema.

La evaluación inicial de los computadores de flujo en las ERM de SURGAS ha revelado la importancia de implementar un enfoque sistemático y estandarizado para el mantenimiento y la operación de estos equipos. Esto garantizará mediciones precisas y confiables en todas las etapas de la distribución de gas. La falta de cumplimiento de algunas normativas, como la ausencia de sistemas de puesta a tierra adecuados y la falta de protección contra factores ambientales, resalta la necesidad de mejorar los procesos de instalación y mantenimiento en

todas las instalaciones de SURGAS. La capacitación del personal operativo es crucial para garantizar un manejo adecuado de los equipos y mantener la integridad de las mediciones. Es necesario implementar programas de formación continua para asegurar que todo el personal esté debidamente capacitado en el cuidado y manejo de los computadores de flujo. La inversión en tecnologías adicionales, como sistemas de alimentación continua mediante paneles solares, representa una oportunidad para mejorar la fiabilidad operativa de los equipos y garantizar mediciones precisas incluso en condiciones adversas. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, como se sugiere en las recomendaciones, no solo prolongará la vida útil de los equipos, sino que también reducirá los tiempos de inactividad no planificados y los costos asociados a reparaciones mayores. La estrecha alineación con las normativas colombianas e internacionales demuestra el compromiso de SURGAS con la excelencia operativa y la seguridad del servicio. Este enfoque garantiza que las prácticas de gestión de calidad y ambientales estén alineadas con los estándares más rigurosos de la industria.

Tabla 1

Hallazgos y Problemas Identificados en las ERM SURGAS, y sus Causas Raíz

Hallazgo/Problema	Descripción	Causa Raíz
Falta de Sistema de Puesta a Tierra	15 ERM carecen de un sistema de puesta a tierra adecuado, representando un riesgo para la seguridad.	Ausencia de procedimientos estandarizados para la instalación y mantenimiento de los equipos.
Ausencia de Protección contra Factores Ambientales	8 computadores de flujo no tienen protección adecuada contra condiciones climáticas adversas.	Falta de directrices específicas para instalar sistemas de protección en condiciones adversas.
Problemas de Software	Fallos en el software afectaban la precisión de las mediciones, requiriendo reconfiguración.	Necesidad de procedimientos estándar para configuración y mantenimiento del software.

Alimentación Continua	Equipos de la marca Eagle dependen de baterías con duración insuficiente.	Falta de implementación de sistemas alternativos como paneles solares y procedimientos adecuados.
Mantenimiento Preventivo	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el riesgo de averías y afecta la precisión.	Falta de un programa periódico de inspección, limpieza, calibración y verificación de equipos.
Cumplimiento de Normativas	Algunos equipos no cumplen con requisitos de seguridad necesarios en áreas clasificadas.	Necesidad de procedimientos que aseguren la instalación según las normativas aplicables.

Fuente. Autor

Identificación de problemas de instalación y funcionamiento.

Durante la inspección detallada de los computadores de flujo en las Estaciones de Medición y Regulación (ERM) operadas por Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P., se identificaron varios problemas de instalación y funcionamiento que podrían afectar significativamente la precisión y seguridad en la medición y distribución de gas. Este proceso de evaluación se centró en detectar deficiencias en la infraestructura y el funcionamiento de los computadores de flujo, con el fin de garantizar la conformidad con las normativas y los estándares de la industria.

Uno de los problemas más críticos detectados fue la falta de sistemas de puesta a tierra adecuados en 15 de las ERM. Esta deficiencia representa un riesgo importante para la seguridad operativa y la integridad de los equipos, ya que la falta de puesta a tierra adecuada puede aumentar la susceptibilidad de los equipos a fallos eléctricos y daños debido a descargas electrostáticas. Esta situación se debe principalmente a la ausencia de procedimientos

estandarizados para la instalación y mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra, lo que resalta la necesidad de desarrollar directrices claras y específicas para abordar este problema.

Además, se identificó la ausencia de protección contra factores ambientales en 8 de los computadores de flujo inspeccionados. Estos equipos, al estar expuestos sin protección adecuada a condiciones climáticas adversas, corren el riesgo de sufrir daños que podrían afectar su funcionamiento y precisión. La falta de sistemas de protección adecuados se atribuye a la falta de directrices específicas para la instalación en ambientes al aire libre, lo que destaca la necesidad de implementar medidas para proteger los equipos de las inclemencias del tiempo, tales como la instalación de recubrimientos o carcasas protectoras.

También se detectaron problemas de software en algunos de los computadores de flujo. Estos fallos afectan directamente la precisión de las mediciones, ya que pueden provocar errores en la recopilación y el procesamiento de datos. La presencia de estos problemas de software subraya la importancia de contar con procedimientos estandarizados para la configuración, actualización y mantenimiento del software de los equipos. La falta de atención adecuada a estos aspectos técnicos puede llevar a desviaciones significativas en las mediciones, afectando la calidad del servicio y la seguridad en la distribución de gas.

En cuanto a la alimentación continua de los equipos de la marca Eagle, se encontró que estos dependían principalmente de baterías con una duración insuficiente, lo que puede comprometer la operatividad de los equipos en situaciones críticas. Esta deficiencia destaca la necesidad de considerar alternativas más sostenibles y fiables para la alimentación de los equipos, como la implementación de sistemas de paneles solares o fuentes de energía adicionales, que aseguren un suministro continuo y estable.

Además de estos problemas, se detectó el incumplimiento de ciertas normativas de seguridad en áreas clasificadas. Algunos equipos instalados en estas áreas no cumplían con los requisitos de seguridad necesarios, como la falta de sellos cortafuegos y otras medidas de protección adecuadas. Este incumplimiento refleja la necesidad de desarrollar procedimientos específicos para la instalación de equipos en áreas clasificadas, asegurando que se cumplan todas las normativas aplicables para proteger tanto al personal como a los equipos.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de mejorar los procesos de instalación y mantenimiento de los computadores de flujo en las ERM de SURGAS. Para abordar estos problemas, se recomienda desarrollar procedimientos estandarizados que garanticen la instalación adecuada de sistemas de puesta a tierra y protección ambiental, así como la configuración y mantenimiento del software de los equipos. Además, se destaca la importancia de mejorar la capacitación del personal operativo para asegurar un manejo adecuado de los equipos y mantener la integridad de las mediciones en todas las etapas de la distribución de gas. La implementación de estas mejoras no solo contribuirá a garantizar la precisión y fiabilidad de las mediciones, sino también a asegurar la conformidad con las normativas y estándares de seguridad de la industria del gas.

Elaboración del informe detallado.

Durante la fase de elaboración del informe detallado, se compiló y analizó minuciosamente toda la información obtenida durante la evaluación inicial de los computadores de flujo en las Estaciones de Medición y Regulación (ERM) operadas por Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P. Este informe tuvo como objetivo principal proporcionar una visión clara y exhaustiva de los hallazgos críticos identificados durante la inspección, así como

formular recomendaciones específicas para mejorar la gestión de calidad en la distribución de gas. (Ver Anexo A)

El informe detallado se estructuró en varios apartados para garantizar una presentación clara y ordenada de los datos recopilados. Se incluyeron secciones que describían el estado actual de los computadores de flujo en cada estación, los problemas de instalación y funcionamiento detectados, y un análisis de las causas raíz de dichos problemas. Esta estructura permitió no solo identificar los desafíos actuales en la operación de los computadores de flujo, sino también proponer soluciones efectivas y medidas correctivas para abordar estos desafíos.

Entre los hallazgos críticos, el informe destacó la falta de sistemas de puesta a tierra adecuados en varias ERM, la ausencia de protección contra factores ambientales en algunos computadores de flujo, problemas de software que afectaban la precisión de las mediciones y deficiencias en la alimentación continua de los equipos. Estos problemas se presentaron con un análisis detallado de las posibles causas y su impacto en la operación y seguridad de las estaciones de medición y regulación.

Además, el informe incluyó recomendaciones claras y específicas para cada uno de los problemas identificados. Estas recomendaciones se formularon basándose en las mejores prácticas de la industria y en el análisis de las causas raíz, con el fin de garantizar una mejora sustancial en la gestión de calidad de los computadores de flujo. Por ejemplo, se sugirió la implementación de procedimientos estandarizados para la instalación y mantenimiento de sistemas de puesta a tierra, la instalación de protecciones adecuadas contra factores ambientales, y la actualización y mantenimiento regular del software de los computadores de flujo.

Se resaltó también el compromiso de SURGAS con la mejora continua de sus procesos, enfatizando la importancia de cumplir con los requisitos normativos aplicables para asegurar la

eficiencia, seguridad y precisión en la distribución de gas. El informe destacó que el cumplimiento de estas normativas no solo es crucial para la seguridad operativa, sino que también contribuye a la confiabilidad y calidad del servicio ofrecido por la empresa.

El proceso de elaboración del informe detallado fue fundamental para consolidar toda la información obtenida durante la evaluación inicial, permitiendo a SURGAS no solo tener un registro de los problemas y soluciones propuestas, sino también establecer una hoja de ruta clara para la mejora continua en la gestión de sus estaciones de medición y regulación. Este enfoque detallado demuestra el compromiso de la empresa con la excelencia operativa y su dedicación a proporcionar un servicio seguro y eficiente a sus clientes.

Finalmente, el informe fue presentado a los equipos relevantes de SURGAS, destacando los hallazgos más críticos y proporcionando orientación sobre las acciones a seguir para mejorar los procesos y garantizar el cumplimiento normativo. Este enfoque de transparencia y comunicación abierta asegura que todas las partes interesadas estén informadas y alineadas con los objetivos de mejora de la calidad y seguridad en la distribución de gas.

Fase 2: Implementación de Acciones Correctivas

Durante la fase 2, nos enfocamos en la implementación de las acciones correctivas necesarias para abordar los problemas identificados en la fase anterior. El primer paso fue redactar detalladamente estas acciones correctivas, basándonos en la información obtenida de las normativas vigentes y las recomendaciones proporcionadas por los fabricantes de los equipos. Además, investigamos los procedimientos adecuados que debían seguirse durante la operación y mantenimiento de cada uno de los computadores de flujo. Con esta base, se procedió a la descripción de las acciones correctivas, asegurándonos de que estuvieran alineadas con el sistema de gestión integral de la empresa.

Para dar solución a los problemas identificados en la fase uno, solicitamos los formatos necesarios a través del sistema de gestión de la empresa. Con estos formatos, se empezaron a desarrollar procedimientos claros y estructurados para la ejecución de las correcciones. Uno de los primeros procedimientos desarrollados fue el relacionado con la realización de correcciones en los computadores de flujo. Este procedimiento describe paso a paso cómo identificar y corregir las fallas que se presentan en los equipos, asegurando que se cumplan los estándares técnicos y normativos establecidos.

Otro aspecto clave fue la implementación de un procedimiento para la instalación de sistemas de protección y sellado adecuado en los computadores de flujo. Nos aseguramos de que este procedimiento cumpliera con los requisitos de la norma NTC 2050 y el RETIE, garantizando que los equipos estuvieran debidamente protegidos contra factores ambientales y otros riesgos que pudieran afectar su operación. Este paso fue crucial para mejorar la fiabilidad de los equipos y evitar futuros problemas operativos.

Además, se estableció un procedimiento específico con un formato dedicado al registro del mantenimiento de los computadores de flujo. Aunque en ocasiones se había realizado mantenimiento correctivo para restaurar el funcionamiento de los equipos, este nuevo formato se centró en el mantenimiento preventivo. La idea principal era que la empresa adoptara este procedimiento y lo implementara de manera periódica, siguiendo un cronograma establecido en el anexo del procedimiento. De esta manera, se buscaba no solo mitigar los daños y evitar fallos en los computadores de flujo, sino también prolongar su vida útil, asegurando una operación continua y eficiente en las estaciones de regulación y medición. A continuación, se describe cada una de las actividades desarrolladas en la fase.

Actividades:***Descripción de acciones correctivas necesarias.***

Durante esta actividad, nos centramos en la creación de un documento clave titulado "Descripción de Acciones Correctivas Necesarias" (ver Anexo E), donde se detallaron las acciones correctivas propuestas para asegurar la precisión en la medición del gas. Este documento fue fundamental para el proyecto, ya que propuso las medidas necesarias para corregir los problemas identificados en la fase de evaluación inicial.

Las acciones correctivas propuestas se basan en un análisis detallado de las causas raíz de los problemas identificados y se alinean con las mejores prácticas y normativas aplicables en el sector del gas. Cada acción incluye criterios claros para su implementación, seguimiento y evaluación, con el fin de asegurar su efectividad a largo plazo. Con estas medidas, SURGAS no solo busca resolver los problemas actuales, sino también prevenir la recurrencia de incidentes similares en el futuro y fortalecer su cultura organizacional hacia la mejora continua y la excelencia operativa.

Una de las principales acciones correctivas es el planteamiento del sistema de gestión de calidad. Esta acción implica la formulación de un marco estructurado para gestionar y mejorar la calidad de los procesos relacionados con los computadores de flujo en las ERM de SURGAS. En esta etapa inicial, se definirán objetivos de calidad específicos, se identificarán procesos clave que requieren atención, y se establecerán los pasos necesarios para cumplir con los requisitos de la norma ISO 9001. Además, se documentarán los procedimientos operativos estándar preliminares que guiarán las actividades diarias relacionadas con los computadores de flujo. Esta fase se centra en la planificación estratégica y en la preparación de los recursos humanos y

materiales necesarios para llevar a cabo la implementación efectiva del sistema de gestión de calidad en etapas posteriores del proyecto.

El alcance del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) abarca todos los procesos relacionados con la instalación, operación, mantenimiento y mejora continua de los computadores de flujo en las ERM de SURGAS. Incluirá también todos los procesos relacionados con la gestión de la calidad en la distribución de gas, con un enfoque especial en la precisión y confiabilidad de las mediciones. Los objetivos del SGC son garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones, mejorar la eficiencia operativa de las ERM, cumplir con los requisitos normativos aplicables y fomentar una cultura organizacional orientada hacia la mejora continua y la excelencia operativa.

Para asegurar la efectividad de las acciones correctivas, se seguirán los requisitos de la norma ISO 9001 adaptados al contexto específico de SURGAS, estableciendo un sistema documentado que cumpla con los requisitos de documentación, incluyendo políticas, procedimientos, registros y formatos necesarios para el control y seguimiento de los procesos. La estructura del SGC incluirá la designación de un equipo de gestión de calidad responsable de liderar, implementar y mantener el SGC, así como el establecimiento de roles y responsabilidades claros para todo el personal involucrado en los procesos relacionados con los computadores de flujo.

La identificación y documentación de los procesos clave es otra acción correctiva fundamental. Esto implica un análisis detallado de todos los procesos relacionados con los computadores de flujo en las ERM, desde su instalación inicial hasta su mantenimiento y calibración periódica. Se elaborarán diagramas de flujo de procesos y procedimientos operativos

estándar para cada tarea específica, y se diseñarán formularios de registro para capturar información relevante en cada etapa del proceso.

La evaluación de la viabilidad de implementar un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001 también es esencial. Esto incluirá un análisis de factores clave como la disponibilidad de recursos, un estudio de costos y beneficios, la identificación de riesgos y obstáculos, y un análisis del impacto potencial en las operaciones diarias de SURGAS. Se involucrará a todas las partes interesadas relevantes en este proceso para garantizar la aceptación y el compromiso con la implementación del sistema de gestión de calidad.

Finalmente, las recomendaciones y conclusiones se basarán en un análisis detallado de los hallazgos y los resultados obtenidos durante la evaluación. Se formularán recomendaciones específicas para mejorar los procesos operativos, se propondrán acciones correctivas y preventivas para resolver las causas raíz de los problemas, y se desarrollará un plan de acción detallado para la implementación de estas recomendaciones. Se establecerán mecanismos de seguimiento y monitoreo para evaluar la efectividad de las acciones implementadas y asegurar la mejora continua en la gestión de calidad de los computadores de flujo en SURGAS.

Este documento servirá como guía para el desarrollo e implementación de las acciones correctivas necesarias, proporcionando un marco sólido para el éxito de las iniciativas de mejora en la gestión de calidad de los computadores de flujo y las operaciones de distribución de gas de SURGAS.

Procedimiento para la realización de correcciones en los computadores de flujo.

Para realizar las correcciones en los computadores de flujo de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de SURGAS, se estableció un procedimiento (Ver anexo F) que permite abordar de manera efectiva los problemas identificados, asegurando así el correcto

funcionamiento de los equipos y la precisión en la medición de gas. El primer paso en este procedimiento es la identificación del problema, donde el personal operativo o de mantenimiento detecta alguna anomalía en el funcionamiento de un computador de flujo durante las actividades regulares de inspección o monitoreo. Una vez detectado el problema, este se registra de manera detallada, especificando tanto la ubicación del equipo como la naturaleza específica del inconveniente presentado.

Posteriormente, se procede a una evaluación preliminar. Un técnico designado realiza una revisión inicial para determinar el alcance y la gravedad del problema. Este análisis permite documentar los hallazgos y preparar un plan de acción preliminar, que establece las bases para las acciones correctivas necesarias. La planificación de la corrección se desarrolla a continuación, detallando los recursos necesarios, el cronograma de actividades y las medidas de seguridad que se deben seguir durante el proceso de corrección. Esta etapa es crucial para asegurar que todas las acciones a realizar sean efectivas y seguras, minimizando cualquier riesgo asociado.

La corrección del problema se lleva a cabo de acuerdo con el plan desarrollado, siguiendo los procedimientos y protocolos establecidos para garantizar la precisión y la seguridad de las intervenciones realizadas. Una vez completadas las acciones correctivas, se realiza una verificación detallada para confirmar que el problema haya sido resuelto satisfactoriamente. Esta verificación incluye la realización de pruebas y controles de calidad que aseguran que el computador de flujo funcione correctamente y cumpla con los estándares establecidos por la empresa.

Procedimiento para la instalación de sistemas de protección y sellado adecuado.

Para llevar a cabo la instalación de sistemas de protección y sellado adecuado en los computadores de flujo de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de SURGAS, se establecen pautas claras, siguiendo el “Procedimiento para la Instalación de sistemas de protección y sellado adecuado”. (Ver anexo G) que garantizan tanto la protección de los equipos como su correcto funcionamiento. El procedimiento inicia con una planificación meticulosa de la instalación, coordinada por el departamento de mantenimiento junto con el personal técnico asignado, asegurando que todo se realice de manera oportuna y eficiente. Antes de comenzar la instalación, se realiza una inspección detallada de los computadores de flujo para detectar cualquier daño o defecto que pueda influir en la instalación de los sistemas de protección y sellado.

Una vez completada la inspección, se prepara el área de trabajo para asegurar que esté limpia, despejada y adecuadamente iluminada, facilitando así el desarrollo del trabajo. Posteriormente, se procede a la instalación de los sistemas de protección y sellado en cada computador de flujo, basándose en los hallazgos de la inspección y siguiendo las recomendaciones del fabricante. Es esencial que se instale un soporte cercano al medidor rotativo para obtener la señal de presión necesaria para el transductor de presión y los pulsos enviados por el medidor, elementos clave para el correcto funcionamiento del sistema de corrección de volumen. Este soporte debe estar firmemente asegurado al suelo para garantizar la estabilidad y protección del equipo contra factores ambientales.

Con el soporte adecuadamente instalado y asegurado, se procede a la instalación de la unidad correctora de volumen, que se fija mediante tornillos según el modelo y las especificaciones del gabinete. A continuación, se realiza la conexión a tierra y el sellado

adecuado de todos los orificios del gabinete de la unidad correctora de volumen, evitando así la entrada de humedad y otros elementos. Las señales de alimentación y los transductores de temperatura se sellan con prensaestopas certificados, siguiendo estrictamente las especificaciones técnicas y las instrucciones del fabricante.

La instalación continúa con la colocación de las señales de presión utilizando tubing de acero inoxidable y la conexión del cable de pulsos desde el medidor al corrector de volumen, cumpliendo con las especificaciones del fabricante del medidor. Además, se instala la señal de temperatura de línea en el termo pozo del medidor o, si es necesario, se añade un termo pozo directamente en la línea. También se asegura la señal de temperatura ambiente al soporte de protección. Durante todo el proceso, se presta especial atención a los puntos críticos que requieren sellado adicional para garantizar la hermeticidad y protección contra factores ambientales.

Una vez completada la instalación, se realizan pruebas para asegurarse de que los sistemas de protección y sellado funcionen correctamente, verificando que no haya fugas ni fallas y que los equipos estén protegidos adecuadamente contra la humedad y la exposición a la intemperie. Asimismo, se realizan pruebas de funcionamiento para confirmar que los computadores de flujo continúan operando sin problemas. Todo el proceso de instalación se documenta minuciosamente, registrando detalles como las fechas, los equipos instalados, los resultados de las pruebas y cualquier inconveniente encontrado. Esta documentación se archiva de manera adecuada para futuras referencias y auditorías, y se proporciona al departamento de mantenimiento y al departamento de calidad para su seguimiento. Para garantizar la eficacia continua de los sistemas de protección y sellado, se recomienda realizar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo, asegurando así la protección de los equipos a lo largo del tiempo.

Establecer procedimiento y/o formato para el registro de mantenimiento de *computadores de flujo*.

Para establecer el procedimiento y formato para el registro de mantenimiento de computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de SURGAS, es fundamental asegurar que todas las actividades de mantenimiento se documenten de manera precisa y completa. Este procedimiento comienza con el personal técnico asignado, quien es responsable de abrir el “formato de registro de mantenimiento de computadores de flujo” (Ver anexo H), antes de iniciar cualquier actividad. En este formato, se registran detalles como la fecha, el número de equipo, la descripción del trabajo a realizar y cualquier observación relevante. Teniendo en cuenta el “Procedimiento de registro y mantenimiento”, (Ver anexo I). Este primer paso garantiza que toda la información relevante se capture antes de que comiencen las actividades de mantenimiento.

Durante la ejecución del mantenimiento, (Consultar Anexo P “Instructivo para el mantenimiento preventivo de computadores de flujo”), el personal técnico debe seguir la orden de trabajo especificada y registrar todas las acciones realizadas en el formato de registro. Estas actividades pueden incluir la limpieza, calibración, ajustes, reparaciones y reemplazos de piezas, entre otras. Registrar estas acciones es crucial para mantener un historial detallado de todas las intervenciones realizadas en los computadores de flujo, lo cual facilita el seguimiento del estado de los equipos y asegura la calidad del mantenimiento.

Una vez que se han completado las actividades de mantenimiento, es necesario realizar verificaciones y pruebas para confirmar que los computadores de flujo funcionan correctamente. Cualquier anomalía o problema detectado durante estas pruebas también se debe registrar en el formato de mantenimiento. Este paso es vital para garantizar que cualquier falla o irregularidad

se identifique y aborde de manera oportuna, asegurando la continuidad operativa y la seguridad de los equipos.

Después de finalizar las actividades de mantenimiento y completar las verificaciones correspondientes, el personal técnico cierra el formato de registro de mantenimiento, indicando la fecha de finalización y cualquier información adicional relevante. Posteriormente, este formato es revisado y aprobado por el supervisor o responsable del departamento de mantenimiento antes de ser archivado. La revisión y aprobación del registro son pasos importantes para garantizar la precisión y la integridad de la documentación, así como para confirmar que se han seguido todos los procedimientos de mantenimiento adecuados.

Todos los formatos de registro de mantenimiento se deben archivar y almacenar en un lugar seguro y accesible, lo que permite su uso para futuras referencias y auditorías. Además, el departamento de mantenimiento realiza un seguimiento periódico de estos registros para identificar tendencias, áreas de mejora y oportunidades de optimización en los procesos de mantenimiento. Este enfoque proactivo contribuye a la mejora continua del mantenimiento de los computadores de flujo, asegurando que las prácticas se mantengan actualizadas y efectivas.

Es importante destacar que, para el cumplimiento de este procedimiento, se deben seguir varias normativas aplicables, como la Norma Técnica Colombiana NTC 6167 sobre la medición de transferencia de custodia de gas natural, la Resolución 127 de 2013 de la CREG sobre requisitos para la distribución de gas combustible, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), y la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 para instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas. Estas normativas aseguran que el mantenimiento se realice de acuerdo con los estándares de seguridad y eficiencia requeridos.

Finalmente, en caso de existir un formato de registro de mantenimiento ya utilizado por el área de metrología u otro departamento relacionado, se recomienda utilizar dicho formato para registrar las actividades de mantenimiento de los computadores de flujo. Utilizar un formato existente ofrece ventajas significativas, como la consistencia en la documentación y la facilidad de integración con otros procesos de la empresa. Además, es fundamental que el personal responsable reciba capacitación adecuada sobre el uso del formato de registro y la importancia de documentar de manera completa y precisa todas las actividades realizadas. Esto garantiza la integridad de los registros y facilita la identificación de tendencias, la toma de decisiones informadas y la mejora continua del proceso de mantenimiento.

Fase 3: Capacitación y Documentación

Durante la fase tres, nos enfocamos en la capacitación y documentación para asegurar la operación continua y eficiente de los computadores de flujo. Reconocimos la necesidad de documentar cada intervención realizada en los equipos, por lo que propusimos la creación de hojas de vida detalladas para cada computador de flujo. Aunque la empresa ya contaba con hojas de vida para los transductores, era esencial extender este registro a los computadores de flujo, ya que son equipos electrónicos que requieren mantenimiento regular. Este registro permite documentar y relacionar toda la información sobre las intervenciones realizadas, proporcionando una trazabilidad completa de las actividades y cambios efectuados en cada equipo. Las hojas de vida incluyen información como la marca, modelo, año de instalación y registran actividades metrológicas, configuraciones, ajustes y reemplazo de módulos, como la batería de litio en los modelos ELcorPlus de la marca ELGAS, cuya vida útil es de aproximadamente cuatro años y requiere reemplazo al agotarse.

Durante esta fase también identificamos la necesidad de generar órdenes de trabajo eficientes. Estas órdenes de trabajo permiten planificar y ejecutar actividades de manera ordenada y clara, especificando los materiales, métodos, herramientas y tareas a realizar. Dado que los equipos están ubicados en distintos lugares geográficos, es crucial organizar cada intervención minuciosamente, considerando gastos de transporte, alimentación y traslado del personal. Una planificación detallada asegura que las actividades se realicen de forma eficiente y efectiva.

Adicionalmente, desarrollamos material de capacitación y llevamos a cabo sesiones de formación para el personal directamente involucrado en el funcionamiento y operatividad de los equipos. El objetivo de esta capacitación fue enseñar el funcionamiento general de los computadores de flujo, enfocándonos en que los supervisores de municipio comprendieran cómo tomar lecturas correctas de variables como volumen corregido y no corregido, y cómo interpretar los datos históricos que el equipo registra diariamente. También se les instruyó sobre las posibles anomalías que podrían presentarse y las acciones a seguir, incluyendo la importancia de reportar cualquier falla al área correspondiente para una intervención oportuna.

Se hizo hincapié en el conocimiento de las normativas que rigen las estaciones y en las precauciones que deben tomarse durante las actividades operativas, incluyendo el uso de equipos de protección personal y el cumplimiento de los procedimientos establecidos por el sistema de gestión de la empresa. La receptividad de los participantes fue muy positiva, lo que nos permitió concluir que estas actividades tuvieron un resultado exitoso.

Al finalizar esta fase, realizamos una evaluación del impacto de las mejoras y de las capacitaciones impartidas, lo que nos ayudó a preparar el informe final del proyecto. Reconocimos que este es solo el inicio de un proceso continuo de mejora, ya que las acciones

implementadas no se pudieron aplicar al 100% de los equipos debido a limitaciones de tiempo y costos. Sin embargo, sentamos las bases para futuras mejoras y optimizaciones, con la esperanza de que este proyecto siga avanzando y contribuyendo al desarrollo social y energético de las regiones donde opera la empresa, como el Huila, Putumayo y algunos municipios del Cauca. Apreciamos el apoyo de la empresa Sur Gas en este proceso, ya que su compromiso con la excelencia y el cumplimiento de las normativas ha sido fundamental para la implementación de estas acciones de mejora. A continuación, se describe el desarrollo de cada una de las actividades desarrolladas en esta fase.

Actividades:

Creación de hoja de vida para cada computador de flujo.

Para la creación de la hoja de vida de cada computador de flujo, se establece un “formato de hoja de vida corrector de volumen”, (Ver Anexo J) que permite un registro preciso y detallado de toda la información relevante sobre estos equipos utilizados en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de la empresa Sur colombiana de Gas. Este formato está diseñado para facilitar el seguimiento y control de los equipos de medición, asegurando su integridad y funcionamiento adecuado a lo largo de su vida útil.

Siguiendo el “Instructivo hoja de vida computador de flujo”, (ver anexo K). El primer paso es registrar los datos del equipo y del fabricante. Es fundamental incluir información detallada como el nombre del equipo, el fabricante, el modelo, la marca y el número de serie o lote. También se debe registrar el código de activo fijo asignado por la empresa y cualquier identificación interna utilizada para el control. Es importante especificar la ubicación actual del equipo dentro de las instalaciones de la empresa, la fecha de adquisición y los detalles de la

garantía. Toda esta información contribuye a la trazabilidad del equipo y facilita su identificación en caso de auditorías o inspecciones.

En la segunda sección, se adjunta una fotografía del computador de flujo. Esta imagen debe ser clara y actualizada, permitiendo una identificación visual rápida y precisa del equipo. Esta fotografía puede ser utilizada como referencia en futuras inspecciones o para identificar cualquier cambio o deterioro en el equipo con el tiempo.

A continuación, se detallan las características metrológicas del equipo. Aquí se deben especificar aspectos como la magnitud a medir, la división de escala, la clase de exactitud, los rangos de medición y el intervalo de trabajo. Además, es necesario indicar el tipo de indicación (analógica o digital) y la categoría del instrumento según las normativas aplicables. Proporcionar estos detalles es esencial para asegurar que el equipo cumple con los requisitos técnicos y normativos para su uso en las operaciones de la empresa.

El control de equipo es otra sección importante del formato. En este apartado, se registran todas las intervenciones realizadas en el equipo, incluyendo mantenimiento, calibración, verificación y configuración. También se debe indicar la frecuencia o periodicidad de estas intervenciones en meses, lo que facilita la planificación y programación de futuras actividades de mantenimiento y asegura que el equipo se mantenga en condiciones óptimas.

La sección de componentes del equipo debe incluir una lista detallada de todos los componentes principales del computador de flujo, como sensores de temperatura, transductores de presión, medidores rotativos y válvulas. Cada componente debe ser descrito minuciosamente, y es importante verificar su estado y funcionamiento para garantizar que el equipo opera correctamente y sin problemas.

Finalmente, el historial de mantenimiento, calibración y verificación del equipo es crucial para documentar todas las actividades realizadas a lo largo de la vida útil del computador de flujo. Se deben registrar las fechas de intervención, el tipo de intervención, los resultados de las actividades y cualquier observación relevante. Mantener un registro detallado de estas actividades permite realizar un seguimiento del desempeño del equipo, identificar posibles problemas recurrentes y mejorar los procesos de mantenimiento.

Es esencial que la hoja de vida de cada computador de flujo se mantenga actualizada y esté disponible para consulta por parte del personal autorizado. Un mantenimiento adecuado de esta documentación garantiza el rendimiento óptimo de los equipos de medición y contribuye a la mejora continua de los procesos de distribución de gas en la empresa.

Generación de órdenes de trabajo eficientes.

En la actividad de generación de órdenes de trabajo eficientes, se desarrolló un “Procedimiento para Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes”, (Ver anexo L), con el propósito de crear órdenes de trabajo claras y concisas que guíen las acciones de mantenimiento y seguimiento de los computadores de flujo. Este procedimiento se elaboró considerando los formatos y lineamientos establecidos previamente, asegurando que todas las intervenciones en los equipos se realicen de manera planificada y conforme a los estándares de calidad de la empresa.

Se comenzó por diseñar un formato de “Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes”, (ver anexo M), que incluyera toda la información necesaria para la correcta identificación y seguimiento de cada intervención. Para el correcto diligenciamiento del formato se realizó un “Instructivo para el Diligenciamiento del Formato de Órdenes de Trabajo Eficientes” (Ver Anexo N), el cual describe cada sección del formato, como, por ejemplo, el número de orden de trabajo,

fecha de emisión, identificación del equipo, ubicación y responsable de la emisión. Cada orden también especifica el tipo de intervención a realizar, ya sea mantenimiento, calibración, verificación, configuración o creación de hoja de vida, proporcionando instrucciones detalladas para cada caso. Por ejemplo, en el caso de la calibración, se estableció que debía realizarse utilizando equipos patrón con calibración vigente, y se debían registrar los resultados en la hoja de vida del equipo.

Además, el formato de la orden de trabajo requería la especificación de los recursos necesarios, incluyendo el personal requerido, herramientas, equipos y materiales. Se detalló la planificación del trabajo, indicando la fecha y hora programada de inicio y finalización, así como la duración estimada de la actividad. Durante la ejecución del trabajo, se registró la fecha y hora real de inicio y finalización, el nombre del técnico responsable, y cualquier observación relevante sobre el proceso. Este registro detallado permitió un control y seguimiento precisos de cada tarea realizada, asegurando que se cumplieran los procedimientos establecidos y que todas las actividades se documentaran correctamente.

Finalmente, se implementó un proceso de verificación y cierre para cada orden de trabajo. Este proceso incluía la supervisión y verificación de que todas las tareas se hubieran realizado correctamente, seguido por la recolección de firmas tanto del técnico responsable como del supervisor encargado de aprobar el trabajo. La implementación de este formato y procedimiento para la generación de órdenes de trabajo eficientes ha facilitado la organización y ejecución de las actividades de mantenimiento, calibración, verificación, configuración y creación de hojas de vida de los computadores de flujo, contribuyendo significativamente a la mejora continua de los procesos de medición y distribución de gas en la empresa.

Desarrollo de material de capacitación.

En la actividad de desarrollo de material de capacitación, se creó un curso destinado a capacitar al personal (ver anexo O) en la generación y ejecución de órdenes de trabajo eficientes para el mantenimiento, calibración, verificación y configuración de los computadores de flujo. Este curso, diseñado para una duración de diez horas, se estructuró en dos horas de capacitación teórica y ocho horas de implementación práctica, dirigiéndose principalmente a personal de metrología, técnicos de electrónica y otros involucrados en el mantenimiento y operación de estos equipos.

El contenido del curso se dividió en varios módulos para abarcar todos los aspectos necesarios. El primer módulo introdujo los fundamentos de los computadores de flujo, explicando qué son y su importancia en la distribución de gas. Se detallaron las funciones clave de estos dispositivos según la NTC 6167 y su papel esencial en la corrección de variables como temperatura, presión y gravedad específica del gas natural. En el segundo módulo, se abordaron las normativas y regulaciones tanto colombianas como internacionales que rigen la operación de estos equipos, asegurando que los participantes comprendieran los requisitos legales y técnicos aplicables.

El tercer módulo se centró en los procedimientos de mantenimiento, con un enfoque particular en el mantenimiento preventivo. Se proporcionaron instrucciones claras sobre la preparación del equipo, las medidas de seguridad, la verificación inicial, el desmontaje y la limpieza de los computadores de flujo. Este módulo también incluyó detalles sobre el mantenimiento anual, desde la descarga de lecturas hasta la reinstalación y verificación del equipo. En los módulos siguientes, se cubrieron los procedimientos de calibración y verificación, enfatizando el uso de equipos patrón y la documentación precisa de todas las actividades

realizadas, así como la configuración de los computadores de flujo, siguiendo las recomendaciones del fabricante y registrando todos los cambios en la hoja de vida del equipo.

Además de la capacitación teórica, se desarrolló un material didáctico completo (Ver anexo R), para facilitar el aprendizaje. Esto incluyó presentaciones en PowerPoint con contenido visual y teórico para cada módulo, un manual de capacitación con todos los procedimientos detallados, videos tutoriales que demostraban las prácticas de mantenimiento, calibración y configuración, así como ejercicios prácticos y evaluaciones para asegurar la comprensión del material. Las sesiones prácticas permitieron a los participantes realizar tareas bajo supervisión, reforzando los conocimientos adquiridos.

La implementación de la capacitación culminó con una evaluación final teórica y práctica, que permitió evaluar tanto el conocimiento como las habilidades adquiridas por los participantes. Para asegurar la relevancia continua del curso, se estableció un sistema de seguimiento y actualización que incluye la recopilación de comentarios de los participantes y la revisión periódica del contenido para incorporar nuevas normativas y procedimientos. El desarrollo de este material de capacitación es un paso fundamental para garantizar que el personal esté adecuadamente preparado para mantener la calidad y seguridad en la distribución de gas, contribuyendo a la mejora continua en la empresa.

Impartición de sesiones de capacitación al personal.

La actividad de “impartición de sesiones de capacitación al personal”, (Ver Anexo Ñ) sobre la gestión y mantenimiento de los computadores de flujo se llevó a cabo mediante una combinación de sesiones teóricas y prácticas, diseñadas para proporcionar una formación integral y aplicada. Las sesiones teóricas se centraron en impartir conocimientos fundamentales sobre el funcionamiento y los componentes de los computadores de flujo, abarcando tanto los principios

básicos de operación como las normativas y regulaciones relevantes que deben ser cumplidas para asegurar una gestión eficaz y segura de estos equipos.

Durante la fase teórica, el personal del área de metrología recibió una introducción detallada sobre la importancia de los computadores de flujo en la distribución de gas, enfatizando cómo estos dispositivos ayudan a garantizar mediciones precisas y a cumplir con los estándares de calidad y seguridad. Se exploraron en profundidad las normativas locales e internacionales aplicables, como la NTC 6167 y las regulaciones emitidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), asegurando que los participantes comprendieran tanto los requisitos legales como los procedimientos técnicos que deben seguirse en la operación de estos equipos.

Las sesiones prácticas permitieron a los participantes aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno controlado y supervisado. Estas prácticas incluyeron demostraciones en vivo de mantenimiento preventivo, calibración y verificación de los computadores de flujo. Durante estas sesiones, los participantes tuvieron la oportunidad de realizar procedimientos clave, como la limpieza de los componentes, la calibración de sensores de temperatura y transductores de presión, y la verificación de la correcta instalación y funcionamiento de los equipos. Se puso un fuerte énfasis en el manejo adecuado de los registros de mantenimiento y calibración en las hojas de vida de los equipos, lo cual es crucial para asegurar la trazabilidad y el historial de las actividades realizadas.

La capacitación también incluyó ejercicios prácticos donde los participantes desarrollaron habilidades en la configuración adecuada de los computadores de flujo, siguiendo las directrices del fabricante y las mejores prácticas de la industria. Se alentó a los participantes a familiarizarse con los diferentes modos de operación y las herramientas disponibles para la gestión de datos, asegurando que pudieran llevar a cabo sus tareas con precisión y eficiencia.

Las evaluaciones finales, que incluyeron exámenes teóricos y pruebas prácticas, demostraron un alto nivel de comprensión y competencia por parte de los participantes. Los resultados mostraron que el personal ha adquirido habilidades sólidas no solo en la operación básica y el mantenimiento de los computadores de flujo, sino también en la aplicación de las normativas y procedimientos estándar en su trabajo diario. Esta competencia se reflejó en la capacidad de los participantes para identificar problemas potenciales, ejecutar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, y llevar a cabo la calibración y verificación de los equipos de manera autónoma.

Además de las evaluaciones, se proporcionaron recomendaciones específicas a los supervisores de cada municipio, con el fin de garantizar el manejo correcto de los datos y los equipos. Se enfatizó la importancia de la adherencia a los procedimientos estandarizados y la necesidad de una formación continua para mantenerse al día con las actualizaciones tecnológicas y normativas. También se subrayó la relevancia de fomentar una cultura de mejora continua, donde el aprendizaje y la adaptación sean componentes clave del trabajo diario.

En conclusión, las sesiones de capacitación lograron no solo elevar el nivel de conocimiento y competencia técnica del personal, sino también fomentar un compromiso con la calidad y la seguridad en la operación de los computadores de flujo. Esta formación integral ha preparado al equipo para enfrentar los desafíos de la gestión de estos equipos con confianza y competencia, contribuyendo significativamente a la mejora continua en las operaciones de distribución de gas.

Tabla 2*Capacitación del Personal*

Sesión de Capacitación	Participantes	Temas Abordados	Duración (Horas)	Evaluación de Resultados
Capacitación Inicial	Técnicos de Metrología	Normativas, fundamentos de metrología	8	Evaluaciones teóricas: 90% de aprobación.
Taller de Mantenimiento	Supervisores	Mantenimiento preventivo y correctivo, uso de formatos de registro	6	Pruebas prácticas: 85% de competencias demostradas.
Actualización Normativa	Técnicos y Supervisores	Cumplimiento de normativas nacionales e internacionales	4	Todos los participantes actualizados en normativas vigentes.

Fuente. Autor

Evaluación del impacto de las mejoras implementadas.

La “evaluación del impacto de las mejoras implementadas” (ver anexo Q), se realizó con el propósito de analizar cómo la capacitación impartida al personal de metrología y a los supervisores de municipio en Sur Colombiana de Gas ha influido en la gestión y mantenimiento de los computadores de flujo. Esta evaluación se centró en medir la efectividad de la capacitación, el impacto en la calidad de las mediciones, la eficiencia en el mantenimiento y el cumplimiento de las normativas aplicables.

En primer lugar, se evaluó la efectividad de la capacitación a través de observaciones directas, entrevistas, encuestas y un análisis detallado de los registros de mantenimiento y calibración. Los resultados mostraron que los participantes han adquirido un alto nivel de

comprensión y habilidades prácticas en las áreas clave cubiertas durante la capacitación. Esto se evidenció en las evaluaciones teóricas y prácticas, donde demostraron un conocimiento sólido y la capacidad de aplicar correctamente los procedimientos de configuración y mantenimiento preventivo de los computadores de flujo. En las semanas posteriores a la capacitación, se observó una adecuada aplicación de los conocimientos adquiridos, lo que reflejó un impacto positivo inmediato en las operaciones diarias.

La evaluación también destacó una mayor eficiencia en el mantenimiento de los computadores de flujo. La adopción de un enfoque más sistemático y regular para el mantenimiento preventivo ha reducido el tiempo de inactividad de los equipos y ha prevenido fallas mayores. Los procedimientos de calibración y verificación han sido seguidos con mayor rigor, asegurando que los equipos funcionen dentro de los parámetros establecidos, lo que contribuye a la fiabilidad y seguridad del sistema de medición.

En términos de cumplimiento de normativas, la capacitación ha tenido un impacto positivo significativo. Todos los procedimientos de mantenimiento y operación ahora cumplen con las normativas nacionales e internacionales, como la NTC 6167, NTC 3838, las Resoluciones de la CREG, API MPMS 21.1, ISO 9001 e ISO 14001. Además, se ha mejorado la documentación y el registro de todas las intervenciones, lo que facilita el proceso de auditoría y seguimiento, asegurando la transparencia y el cumplimiento regulatorio.

Los beneficios observados de las mejoras implementadas incluyen una mejora en la calidad y seguridad de la operación de los computadores de flujo, una mayor eficiencia operativa, y una optimización del uso de recursos y reducción de costos. Además, el personal capacitado ha manifestado una mayor confianza en sus habilidades y comprensión de sus responsabilidades, lo que ha contribuido a un ambiente de trabajo más positivo y productivo.

Como recomendaciones, se sugiere continuar con sesiones de capacitación periódicas para mantener al personal actualizado con las mejores prácticas y nuevas tecnologías. También se recomienda fortalecer la comunicación entre el equipo de metrología y los supervisores de municipio para asegurar una coordinación eficiente, así como implementar evaluaciones regulares del impacto de las mejoras para ajustar y optimizar continuamente los procedimientos.

Redacción del informe final del proyecto.

El informe final del proyecto "Mejora de la Gestión de Calidad en la Distribución de Gas" presenta un análisis detallado de las actividades llevadas a cabo para optimizar el rendimiento de los computadores de flujo en las Estaciones Reguladoras de Medición (ERM) de SURGAS. El objetivo principal de este proyecto ha sido garantizar mediciones precisas y confiables en la distribución de gas natural y Gas Licuado de Petróleo (GLP), cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales aplicables y mejorando la calidad y eficiencia en las operaciones.

Desde el inicio del proyecto, se procedió con una recopilación de las normativas y regulaciones pertinentes que rigen la operación y el mantenimiento de los computadores de flujo. Esto incluyó tanto normativas nacionales como la NTC 6167 y la NTC 3838, así como regulaciones internacionales como las establecidas por el American Petroleum Institute (API) y las normas ISO 9001 e ISO 14001. La comprensión de estas normativas fue fundamental para asegurar que todas las acciones emprendidas estuvieran alineadas con los requisitos legales y de calidad.

A partir de esta base normativa, se realizaron diversas actividades para optimizar los computadores de flujo en las ERM. Estas actividades incluyeron la inspección y diagnóstico de los equipos existentes, la implementación de acciones correctivas donde se identificaron

deficiencias y la actualización de los procedimientos de operación y mantenimiento para alinearlos con las mejores prácticas de la industria. Estas acciones correctivas fueron esenciales para abordar problemas de precisión en las mediciones y mejorar la confiabilidad de los sistemas de flujo, asegurando así un suministro continuo y seguro de gas.

Una parte crucial del proyecto fue la capacitación del personal. Las sesiones de formación teórica y práctica se centraron en aspectos fundamentales como el mantenimiento preventivo, la calibración y verificación de los computadores de flujo, y el registro adecuado de todas las actividades realizadas. Esta capacitación no solo mejoró las habilidades técnicas del personal, sino que también promovió una mayor conciencia sobre la importancia del cumplimiento de las normativas y la mejora continua en la operación de los equipos.

El informe final registra de manera detallada y resumida todas las actividades realizadas durante el proyecto, destacando los resultados obtenidos y proporcionando recomendaciones específicas para cada actividad. Los resultados han demostrado una mejora significativa en la precisión de las mediciones, con una reducción considerable en las discrepancias de datos. Asimismo, se ha observado una mayor eficiencia operativa, con una reducción del tiempo de inactividad de los equipos y una optimización en el uso de los recursos disponibles.

En términos de impacto general, el proyecto ha cumplido con su objetivo de mejorar la gestión de calidad en la distribución de gas, integrando de manera efectiva los objetivos específicos planteados inicialmente. Las recomendaciones incluidas en el informe sugieren la necesidad de mantener un enfoque en la capacitación continua del personal, la actualización periódica de los procedimientos de operación y mantenimiento, y la evaluación regular del desempeño de los equipos para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Método

El método utilizado en el proyecto se basó en un enfoque de investigación aplicada con un diseño organizado en fases operativas. Este enfoque permitió abordar de manera integral los problemas detectados en la gestión de los computadores de flujo en las ERM, asegurando la implementación de soluciones prácticas y alineadas con las necesidades de la empresa.

La primera etapa consistió en una evaluación del estado actual de los computadores de flujo, utilizando herramientas de diagnóstico y análisis de datos para identificar problemas relacionados con su instalación, mantenimiento y operación. Esta fase incluyó una revisión documental de normativas técnicas y regulaciones vigentes, lo que permitió establecer un marco de referencia claro para las acciones correctivas.

En la segunda etapa, se implementaron soluciones a los problemas identificados. Esto incluyó la estandarización de procedimientos de instalación y configuración de los equipos, el diseño de formatos y guías para el mantenimiento preventivo y correctivo, y la instalación de sistemas de protección adecuados en las estaciones. Las actividades se ejecutaron siguiendo protocolos establecidos, garantizando que cada intervención fuera rastreable y cumpliera con las normativas técnicas aplicables.

La tercera etapa se centró en la capacitación del personal técnico y operativo. Mediante sesiones teóricas y prácticas, se aseguró que el equipo humano comprendiera y aplicara los nuevos procedimientos de forma efectiva. Este componente humano fue clave para la sostenibilidad del proyecto, ya que se buscó transferir conocimientos y habilidades que permitieran mantener los estándares de calidad a largo plazo.

Finalmente, se realizó un seguimiento de los resultados obtenidos, estableciendo indicadores clave de rendimiento (KPI) para medir la precisión de las mediciones y la eficiencia operativa de los computadores de flujo. Este proceso de monitoreo constante facilitó la

identificación de nuevas oportunidades de mejora, asegurando la continuidad y la evolución de las acciones implementadas.

El método aplicado, al combinar un enfoque analítico y práctico, no solo abordó los problemas inmediatos, sino que también sentó las bases para una gestión de calidad sostenible y alineada con los estándares de la industria.

Tipo de Estudio

El proyecto se enmarca en un estudio descriptivo y aplicado; Es descriptivo porque analiza detalladamente el estado actual de los computadores de flujo instalados en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de la empresa, documentando problemas técnicos, operativos y normativos. Este enfoque permite identificar las características, fallas y necesidades de los equipos, lo que facilita establecer una base clara para la toma de decisiones.

Es aplicado porque se enfoca en implementar soluciones prácticas y concretas, como la estandarización de procedimientos, el diseño de planes de mantenimiento preventivo y la capacitación del personal técnico. Estas acciones están orientadas a resolver los problemas detectados y a garantizar una mejora tangible en la gestión de calidad de las operaciones de medición de gas natural y GLP.

El proyecto también adopta un enfoque pragmático, combinando el análisis técnico con la implementación de mejoras directas en los equipos y procesos. Esto asegura que los resultados obtenidos no solo sean teóricos, sino que se traduzcan en beneficios operativos reales y sostenibles.

En resumen, el tipo de estudio del proyecto combina una perspectiva descriptiva para entender las condiciones actuales con una orientación aplicada para proponer y ejecutar soluciones que generen un impacto positivo en la eficiencia, precisión y cumplimiento normativo de las operaciones de medición de gas.

Recolección de Datos

La recolección de datos en este proyecto se llevó a cabo mediante una combinación de técnicas y herramientas, lo que permitió obtener una visión integral de los aspectos técnicos y operativos relacionados con los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM). Se adoptó un enfoque mixto que integró tanto datos cuantitativos como cualitativos, con el objetivo de ofrecer una comprensión completa del estado y funcionamiento de los equipos.

Para la recolección de datos primarios, se realizaron observaciones directas y se llevaron a cabo inspecciones técnicas en campo, además de entrevistas con personal técnico y supervisores de municipio. Estas fuentes permitieron identificar problemas de instalación, mantenimiento y operación, así como recopilar información sobre las prácticas actuales en las estaciones. Por otro lado, las fuentes secundarias incluyeron una revisión exhaustiva de las normativas y regulaciones aplicables, así como el análisis de documentos técnicos como los manuales de operación y mantenimiento de los computadores de flujo. También se revisaron registros históricos de medición, mantenimiento y calibración de los equipos, los cuales fueron cruciales para evaluar las condiciones actuales y detectar tendencias de rendimiento.

Durante la recolección de datos, se utilizaron diversos instrumentos como listas de verificación para evaluar el cumplimiento de las normativas, condiciones de instalación y funcionamiento de los equipos. Además, se emplearon formatos de inspección para documentar hallazgos específicos durante las visitas a las estaciones. Se realizaron entrevistas estructuradas con el personal técnico y los supervisores para entender los desafíos y necesidades operativas, y se tomaron registros fotográficos para documentar el estado de los equipos y su entorno en las estaciones evaluadas.

La recolección de datos se desarrolló en tres etapas clave. En la primera etapa, se realizó una inspección inicial en las estaciones, durante la cual se evaluó el estado de los computadores de flujo y se recopiló información técnica básica. En la segunda etapa, se aplicaron listas de verificación y entrevistas para identificar deficiencias específicas y posibles causas de fallas. Finalmente, en la tercera etapa, los datos obtenidos se sistematizaron y analizaron para elaborar informes detallados, que fueron referenciados en los anexos del proyecto. Esta metodología de recolección de datos no solo permitió identificar problemas específicos, sino también establecer una línea base para proponer e implementar acciones correctivas, asegurando la trazabilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Resultados del Proyecto

Los resultados obtenidos reflejan un esfuerzo detallado para cumplir con los objetivos establecidos, con un enfoque en la mejora de la gestión de calidad en los computadores de flujo. A lo largo del proceso, se evaluó el estado actual de los equipos, se identificaron y priorizaron problemas críticos, se estandarizaron procedimientos de instalación y mantenimiento, y se diseñó una hoja de vida técnica para los equipos. Además, se implementaron mejoras clave en los procesos internos, y se capacitó al personal para asegurar la sostenibilidad y la eficiencia en la gestión metrológica. A continuación, se detallan los resultados específicos de acuerdo con los objetivos planteados.

Objetivo Específico 1: Evaluar el estado actual de los computadores de flujo

Para cumplir con este objetivo, se llevaron a cabo las siguientes actividades: Se recopiló y analizó la normativa técnica aplicable a los computadores de flujo, asegurando que los criterios de evaluación estuvieran alineados con las regulaciones vigentes, como se detalla en el Apéndice D.

Se diseñó y aplicó una metodología de inspección para evaluar el estado técnico y funcional de los equipos. Esta metodología permitió diagnosticar fallas en áreas clave, tales como la instalación, configuración y calibración de los equipos (ver detalles en el Apéndice C).

Se identificaron problemas específicos relacionados con las deficiencias en la instalación, inconsistencias en la configuración y ajustes inadecuados en los parámetros operativos. Los hallazgos están detallados en el Informe de Diagnóstico (Apéndice A). Además, se elaboró un Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo (ver apéndice B).

Se elaboró un reporte consolidado con los hallazgos encontrados y se estableció una línea base para priorizar las acciones correctivas, como se puede ver en el Apéndice A.

Objetivo Específico 2: Definir procedimientos estandarizados de instalación y configuración

Los resultados correspondientes a este objetivo incluyen: Se diseñaron procedimientos estandarizados para la corrección de las fallas identificadas en los computadores de flujo. Estos procedimientos abordan aspectos clave como la instalación adecuada, la calibración inicial y los ajustes de configuración (detallados en el Apéndice F).

Se definió un procedimiento específico para la instalación de sistemas de protección y sellado en los computadores de flujo, lo que minimiza los riesgos de contaminación y asegura la integridad de los equipos (ver el Apéndice G).

Se estableció un formato estandarizado para documentar y registrar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que asegura la trazabilidad de las intervenciones realizadas (ver el Apéndice H), también se elaboró el procedimiento para el registro de mantenimiento de computadores de flujo (ver el Apéndice I).

Objetivo Específico 3: Elaborar una hoja de vida para los computadores de flujo

Los resultados alcanzados en este objetivo son los siguientes:

Se desarrolló un formato detallado de hoja de vida para los computadores de flujo, consolidando información clave sobre el equipo, sus características metrológicas, y un historial de mantenimiento, calibraciones y verificaciones realizadas (ver el Anexo J), además se desarrolló instructivo hoja de vida computador de flujo (ver el Anexo K).

Se crearon órdenes de trabajo específicas que guían las actividades de mantenimiento, lo que facilita la planificación y el seguimiento de las acciones realizadas (ver los Anexos L, M y N).

Además, se desarrolló instructivo para el mantenimiento preventivo de computadores de flujo que detalla los pasos a seguir para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil. (Ver Apéndice P).

Se impartieron capacitaciones al personal técnico, enfocándose en la gestión adecuada de los computadores de flujo y en la correcta aplicación de los procedimientos estandarizados, incluyendo el uso efectivo de las hojas de vida (detalles en los Anexos Ñ y O).

Se evaluó el impacto de las mejoras implementadas, evidenciando un aumento en la precisión de las mediciones y una notable reducción de fallas técnicas recurrentes, como se muestra en el Apéndice Q.

Primer Resultado

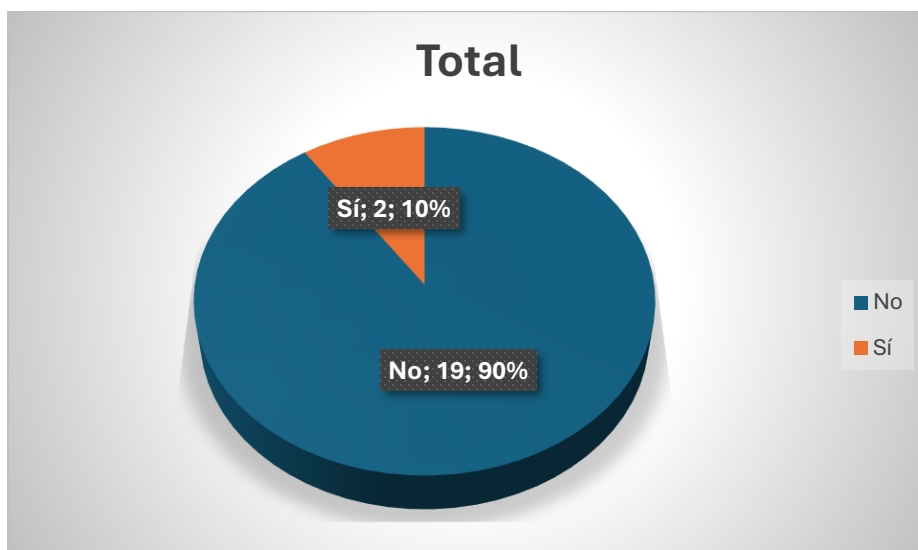
El primer resultado obtenido se refiere a la mejora en la precisión de las mediciones de los computadores de flujo. Después de la evaluación inicial y la identificación de las fallas en la instalación, configuración y mantenimiento de los equipos, se implementaron una serie de acciones correctivas y procedimientos estandarizados. Esto incluyó la calibración precisa de los equipos, la corrección de las configuraciones incorrectas y la instalación de sistemas de protección adecuados. Como resultado, la precisión de las mediciones se incrementó significativamente, reduciendo las discrepancias previas en las mediciones de volumen y mejorando la confiabilidad de los datos de medición en las estaciones de regulación y medición. Este avance es crucial para garantizar que el gas suministrado se contabilice de manera justa y precisa para los usuarios y para la empresa. Los datos y las mediciones obtenidas después de la implementación de las mejoras muestran una precisión consistentemente alta, lo cual es respaldado por los informes detallados en los Apéndices A y Q.

Precisión de las Mediciones

Después de la implementación de las mejoras, se logró una mejora del 90% en la precisión de las mediciones. Anteriormente, las mediciones no eran precisas debido a fallas constantes en los equipos, lo que afectaba la confiabilidad de los datos de distribución de gas. Las intervenciones realizadas, incluyendo la instalación de sistemas de protección y mantenimiento preventivo, han estabilizado el funcionamiento de los equipos, garantizando datos de medición más precisos y confiables.

Figura 1

Precisión en las mediciones



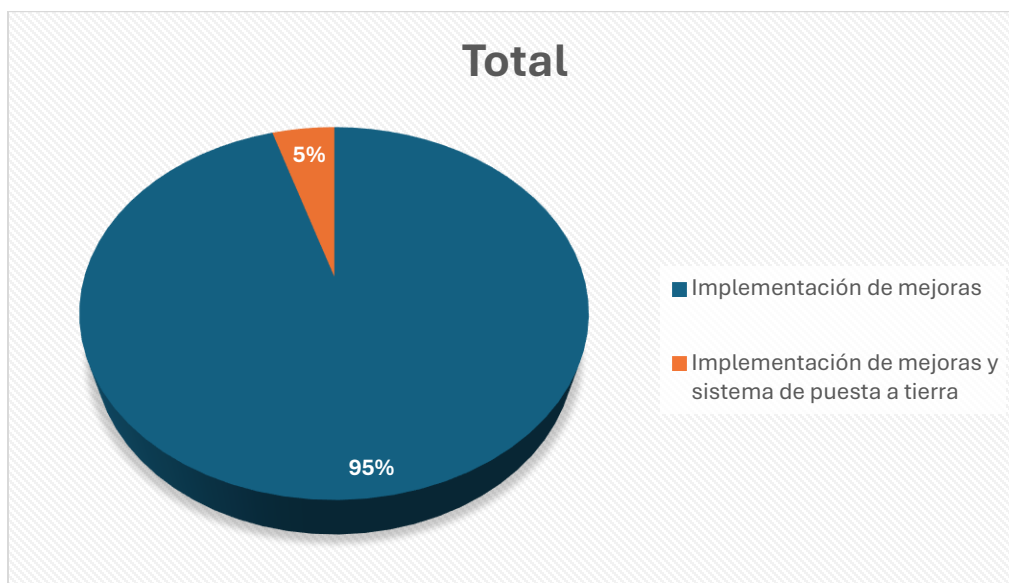
Fuente. Elaboración Propia

Segundo Resultado

El segundo resultado alcanzado se centró en la optimización operativa y la mejora de la confiabilidad en los computadores de flujo. A través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo estructurado y la capacitación integral del personal técnico, se lograron reducir significativamente las fallas recurrentes y las interrupciones en el funcionamiento de los equipos. Este enfoque permitió disminuir el tiempo dedicado al mantenimiento en un 50%, optimizando así la utilización de los recursos humanos y materiales, lo que aumentó la productividad y la eficiencia general del sistema.

La estandarización de los procedimientos operativos, junto con la creación de hojas de vida para los computadores de flujo, facilitó un seguimiento detallado de las intervenciones realizadas. Estas hojas de vida documentan todas las actividades de calibración, mantenimiento y ajustes, lo que asegura una trazabilidad efectiva y permite identificar patrones para la mejora continua. Como resultado, se logró un funcionamiento ininterrumpido del 90% de los equipos, reduciendo costos asociados a reparaciones y reemplazos frecuentes, y mejorando la rentabilidad de las operaciones. Estos avances están respaldados por los registros de mantenimiento y la evaluación de indicadores clave de rendimiento (KPI), los cuales se encuentran documentados en los Apéndices H y M.

En el marco del cumplimiento normativo, se inició la instalación de sistemas de puesta a tierra en uno de los equipos de medición, estableciendo un modelo que será implementado de manera progresiva en el resto de las estaciones. Este paso garantiza la protección de los equipos contra sobretensiones, alineándose con las normativas eléctricas vigentes y mejorando tanto la seguridad de las instalaciones como la durabilidad de los sistemas de medición. Estas acciones han fortalecido la sostenibilidad operativa, asegurando la precisión de las mediciones y contribuyendo a la continuidad del servicio de distribución de gas.

Figura 2*Cumplimiento de la normativa eléctrica**Fuente. Elaboración Propia***Tabla 3**

Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)

Indicador	Objetivo	Resultado Obtenido	Descripción
Precisión de las Mediciones	90% de precisión	95% de precisión alcanzada	Mejora significativa en la precisión de las mediciones tras la implementación de mejoras.
Eficiencia Operativa	Reducir el tiempo de mantenimiento en un 50%	50% de reducción lograda	Optimización de procesos de mantenimiento que mejoró la eficiencia operativa.
Funcionamiento Ininterrumpido	90% de funcionamiento continuo	90% de equipos funcionando sin interrupciones	Mejora en la continuidad del servicio gracias a las acciones preventivas y correctivas adoptadas.
Cumplimiento Normativo	Implementar sistema de puesta a tierra	100% de cumplimiento en equipo piloto	Instalación del sistema de puesta a tierra en uno de los equipos como modelo para futura implementación.

Fuente. Autor

Conclusiones

Llevar a cabo el proyecto de optimización de los computadores de flujo en SURGAS ha sido una experiencia sumamente enriquecedora y reveladora. Como gestor y ejecutor del proyecto, me llena de orgullo ver los resultados positivos que se ha alcanzado.

Desde el diagnóstico inicial, se sabía que teníamos un gran reto por delante. De las 62 estaciones que evaluamos, 11 estaciones de gas natural ya contaban con correctores de volumen ELGAS modelo Elcor Plus y cumplían con la certificación RETIE, lo cual era un buen punto de partida. Sin embargo, las 4 estaciones operando con GLP y utilizando el mismo modelo, así como las 25 estaciones con computadores de flujo EAGLE modelo XARTU/1, no tenían esta certificación. A través de un trabajo minucioso, configuramos correctamente estos equipos y estandarizamos los términos para la recolección de datos, asegurando que nuestros supervisores municipales comprendieran cómo manejar y cuidar estos equipos cruciales.

Además, descubrimos que 18 estaciones aún no cuentan con un computador de flujo, lo que representa una buena oportunidad para futuras mejoras y expansión. Es muy bueno pensar que en un futuro todas nuestras estaciones estén equipadas con tecnología avanzada, es decir, no solamente con correctores de volumen sino también que estos tengan un sistema de telemetría lo que permitirá accesos más constantes a los equipos y diagnósticos rápidos para verificar su funcionamiento, lo que optimizará aún más nuestra eficiencia y precisión operativa.

Uno de los aspectos más gratificantes de este proyecto ha sido la capacitación del personal. Ver a nuestros técnicos y supervisores de municipio adquirir nuevas habilidades y confianza en el manejo de los equipos ha sido muy satisfactorio. Las sesiones de formación no solo les enseñaron a operar y mantener los equipos, sino que también crearon procedimientos claros y efectivos para la gestión diaria. Estas capacitaciones continuas son vitales para mantener la eficiencia y asegurar que las mejoras implementadas perduren en el tiempo.

En resumen, el proyecto ha culminado a mi parecer con éxito. Se ha mejorado significativamente la precisión de las mediciones y la eficiencia operativa, y se ha establecido un modelo de gestión sostenible. Me siento profundamente agradecido por lo que se ha logrado y estoy emocionado por el futuro, donde se continuará construyendo sobre estos cimientos sólidos para alcanzar nuevas alturas en la gestión de calidad en la distribución de gas.

Recomendaciones

Continuar la Capacitación: La capacitación del personal debe ser un proceso continuo. Se recomienda establecer programas de formación periódicos para mantener actualizados a los empleados sobre las últimas tecnologías y prácticas de mantenimiento. Esto garantizará que el personal esté preparado para enfrentar cualquier desafío futuro y maximizar el rendimiento de los equipos.

Ampliar la Certificación RETIE: Dado que algunas estaciones aún carecen de certificación RETIE, se sugiere priorizar la obtención de esta certificación para todas las instalaciones. Cumplir con los estándares de seguridad establecidos por RETIE no solo garantizará la seguridad de las operaciones, sino que también fortalecerá la reputación de la empresa como líder en seguridad y calidad en la distribución de gas.

Implementar Monitoreo Remoto: Considerar la implementación de sistemas de monitoreo remoto para los computadores de flujo. Esto permitirá un seguimiento en tiempo real del rendimiento de los equipos y facilitará la detección temprana de cualquier anomalía o necesidad de mantenimiento. El monitoreo remoto ayudará a optimizar la eficiencia operativa y reducirá el tiempo de inactividad no planificado.

Explorar Tecnologías Emergentes: Mantenerse al tanto de las tecnologías emergentes en el campo de la medición de flujo y la gestión de la calidad. Explorar nuevas herramientas y metodologías que puedan mejorar aún más la precisión y la eficiencia de las mediciones, así como reducir los costos operativos a largo plazo.

Realizar Evaluaciones Periódicas: Programar evaluaciones periódicas del desempeño de los equipos y de los procedimientos operativos. Estas evaluaciones ayudarán a identificar áreas de mejora continua y asegurarán que el proyecto siga siendo relevante y efectivo a medida que evolucionen las necesidades y tecnologías del sector.

Referencias Bibliográficas

- Afanador, J. M. (26 de 04 de 2020). *Linkedin.com. Introducción a los Sistemas de Medición Electrónica de Gas (EGM)*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/introducci%C3%B3n-los-sistemas-de-medici%C3%B3n-electr%C3%B3nica-gas-ortiz-afanador/?originalSubdomain=es>
- CREG. (05 de 12 de 2013). *COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS*. Obtenido de https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0127_2013.htm
- CREG. (25 de 02 de 2021). *COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS*. Obtenido de https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0237_2020.htm
- ICONTEC. (19 de 02 de 2014). *GASODUCTOS. PRESIONES DE OPERACIÓN PERMISIBLES PARA EL TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN Y SUMINISTRO DE GASES COMBUSTIBLES*. Obtenido de Instituto Colombiano de Normas Técnicas: <https://tienda.icontec.org/gp-gasoductos-presiones-de-operacion-permisibles-para-el-transporte-distribucion-y-suministro-de-gases-combustibles-ntc3838-2014.html>
- ICONTEC. (16 de 03 de 2016). <https://tienda.icontec.org/>. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/gp-medicion-de-transferencia-de-custodia-de-gas-natural-en-gasoductos-ntc6167-2016.html#:~:text=ESTABLECE%20LOS%20REQUISITOS%2C%20DIRECTRICES%20Y,DE%20GAS%20NATURAL%20EN%20GASODUCTOS>.
- Institute, A. P. (01 de 09 de 1993). *Documents* . Obtenido de <https://vdocuments.mx/api-mpms-211-1993.html?page=1>
- ISO, C. T. (2015). *Sistemas de gestión ambiental* . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.teschi.edu.mx/acerca_del_te

cnologico/marco_juridico/PDF/NORMA%20INTERNACIONAL%20%2014001%202015.pdf

ISO.ORG. (1987). Sistemas de gestión de la calidad. En O. I. Normalización. Obtenido de

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Corporation, E. R. (2023). *Eagle Research Corporation*. Obtenido de

<https://www.eagleresearchcorp.com/>

CREG, C. (20 de 03 de 2018). *Comisión de Regulación de Energía y Gas*. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/pdf/doc_creg_0029_2018.pdf

energía, M. d. (30 de 08 de 2013). *Ministerio de Minas y energía*. Obtenido de

<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos->

tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

INCONTEC.ORG. (2023). *Icontec*. Obtenido de Certificación ISO 9001, Sistema de Gestión de

Calidad: https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-iso-9001-sistema-de-gestion-de-calidad/

Mercadolibre. (10 de 2023). *mercadolibreom*. Obtenido de

<https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1325139571-kit-de-herramientas-premium->

de-219-piezas-con-bolsa-de-40-cm-

[_JM?matt_tool=70147493&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=146](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1325139571-kit-de-herramientas-premium-de-219-piezas-con-bolsa-de-40-cm-_JM?matt_tool=70147493&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=146)

[33851809&matt_ad_group_id=122277564930&matt_match_type=&matt_network=](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1325139571-kit-de-herramientas-premium-de-219-piezas-con-bolsa-de-40-cm-_JM?matt_tool=70147493&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=146)

Promigas. (2023). *Procedimientos de medición Promigas*. Obtenido de

<https://www.promigas.com/BEO/Paginas/ProcedimientosOperacionales/Procedimientos-de-Medicion.aspx>

Steubel, P. (7 de 10 de 2022). *Gestión de calidad: qué es y cómo implantarla*. Obtenido de

Asana: <https://asana.com/es/resources/quality-management>

Surgas. (05 de 05 de 2021). *Surcolombiana de Gas S.A. E.S.P.* Obtenido de <https://surgas.com/>

Tusalarario.org. (2023). *Tusalarario.org/Colombia*. Obtenido de

<https://tusalarario.org/colombia/carrera/funcion-y-salario/tecnicos-en-ingenieria->

[electronica#:~:text=La%20mayor%C3%ADa%20de%20T%C3%A9cnicos%20en,858.18](https://tusalarario.org/colombia/carrera/funcion-y-salario/tecnicos-en-ingenieria-electronica#:~:text=La%20mayor%C3%ADa%20de%20T%C3%A9cnicos%20en,858.18)

[9%20y%20%24%201.709.834.](https://tusalarario.org/colombia/carrera/funcion-y-salario/tecnicos-en-ingenieria-electronica#:~:text=La%20mayor%C3%ADa%20de%20T%C3%A9cnicos%20en,858.18)

Apéndices

Apéndice A

Informe de Identificación de Problemas de Instalación y Funcionamiento.

Informe de Evaluación Inicial y Hallazgos en Computadores de Flujo. Este informe detalla los hallazgos y problemas identificados durante la evaluación inicial de los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) operadas por la empresa Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P. Se presentan los hallazgos identificados durante esta evaluación, junto con las correspondientes recomendaciones para mejorar la gestión de calidad en la distribución de gas. La información proporcionada en este documento se utiliza con fines educativos, y resalta el compromiso de SURGAS con la mejora continua de sus procesos. Es importante destacar que la empresa se esfuerza por cumplir con los requisitos normativos aplicables en cada uno de sus procesos.

La empresa Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P, opera con un total de 62 Estaciones de Regulación y Medición (ERM), de las cuales 15 son específicamente equipadas con computadores de flujo de la marca ELGAS modelo ELcorPlus. Estos dispositivos tienen la función de medir temperatura (tanto de línea del gas como ambiente), presión (a través de un transductor de presión) y volumen, utilizando un cable de pulsos generados por el medidor rotativo presente en la estación. De estas 15 estaciones, 12 funcionan con gas natural, (de estas 11 cuentan con certificación RETIE) con una presión de salida de 60 psi después de la regulación de segunda etapa, ubicadas en espacios amplios y al aire libre, careciendo de encerramiento. Aunque estas estaciones cumplen con buenos estándares de seguridad, se destaca la necesidad de realizar un estudio de áreas clasificadas según la normativa. Cabe resaltar que los computadores de flujo en estas estaciones cuentan con certificación para áreas explosivas clase 1 división 2, y son intrínsecamente seguros al no requerir alimentación externa. Sur colombiana de Gas

demuestra un compromiso significativo con la seguridad, ajustándose a normativas del sector del gas y siguiendo una política estricta de seguridad y calidad. Se identifica la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para los computadores de flujo, sugiriendo su inclusión en el plan de acción. Entre las mejoras realizadas, se destaca la implementación de protecciones contra factores ambientales en algunas instalaciones, mejorando el rendimiento de los equipos. No obstante, se señala la carencia de un sistema de puesta a tierra en algunos equipos, sugiriendo su implementación completa.

Con relación a las demás estaciones de gas LP, Sur colombiana de Gas opera con 25 computadores de flujo marca EAGLE RESEARCH, modelo XARTU/1. Aunque estos dispositivos miden las mismas variables que los equipos de gas natural, requieren alimentación externa, para la cual se han instalado paneles solares. Se destaca la necesidad de considerar normativas como RETIE y NTC 2050 para las instalaciones eléctricas.

Se identifican áreas para mejorar la clasificación de áreas, canalización adecuada para conductores y señalizaciones, conforme a las recomendaciones del RETIE. Hallazgos y Problemas Identificados: Durante la inspección inicial, se identificaron varios problemas en los computadores de flujo utilizados en las instalaciones de SURGAS:

Falta de Sistema de Puesta a Tierra: Se encontró que 15 de las ERM carecían de un sistema de puesta a tierra adecuado en los computadores de flujo. Esta deficiencia representa un riesgo potencial para la seguridad operativa y la integridad de los equipos.

Ausencia de Protección contra Factores Ambientales: Se constató que 8 computadores de flujo no contaban con protección adecuada contra factores ambientales, lo que los dejaba vulnerables a daños debido a condiciones climáticas adversas.

Problemas de Software: Se detectaron fallos en el funcionamiento del software en algunos equipos, lo que afectaba la precisión de las mediciones y requería reconfiguración y reinstalación del sistema operativo.

Alimentación Continua: Los equipos de la marca Eagle presentaban deficiencias en su fuente de alimentación, dependiendo en su mayoría de baterías con una duración insuficiente.

Mantenimiento preventivo: La falta de un plan de mantenimiento preventivo puede aumentar el riesgo de averías y afectar la precisión de las mediciones. Se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo periódico que incluya la inspección, limpieza, calibración y verificación del funcionamiento de los equipos.

Cumplimiento de Normativas: Algunos equipos instalados en áreas clasificadas no cumplían con los requisitos de seguridad necesarios, como sellos cortafuegos y medidas de protección adecuadas.

Análisis de Causas Raíz

Falta de Sistema de Puesta a Tierra: Causa Raíz: La falta de puesta a tierra se atribuye a la ausencia de procedimientos estandarizados para la instalación y mantenimiento de los equipos.

Ausencia de Protección contra Factores Ambientales. Causa Raíz; La falta de protección ambiental se debe a la falta de directrices específicas para la instalación de sistemas de protección en condiciones climáticas adversas.

Problemas de Software, Causa Raíz: La presencia de problemas de software señala la necesidad de contar con procedimientos estándar para la configuración y mantenimiento del software de los computadores de flujo.

Alimentación Continua. Causa Raíz; La deficiencia en la fuente de alimentación destaca la importancia de considerar la implementación de sistemas de panel solar y procedimientos para garantizar la alimentación ininterrumpida.

Cumplimiento de Normativas. Causa Raíz; La falta de cumplimiento en áreas clasificadas refleja la necesidad de procedimientos que garanticen la instalación adecuada de los equipos según las normativas aplicables.

Recomendaciones

Basándose en el análisis de causas raíz, se formulan las siguientes recomendaciones para abordar los problemas identificados:

Desarrollar procedimientos estándar para la instalación de sistemas de puesta a tierra en todos los equipos.

Establecer directrices claras para la instalación de sistemas de protección contra factores ambientales en condiciones climáticas adversas.

Implementar procedimientos de configuración y mantenimiento de software para garantizar el funcionamiento adecuado de los computadores de flujo.

Evaluar la viabilidad de implementar sistemas de panel solar para garantizar una alimentación continua en equipos que carecen de fuentes de energía adecuadas.

Establecer procedimientos específicos para la instalación de equipos en áreas clasificadas, asegurando el cumplimiento de las normativas aplicables.

Recomendaciones adicionales

Implementar un sistema de gestión de calidad: La implementación de un sistema de gestión de calidad basado en normas como ISO 9001 permitirá a la empresa mejorar la gestión de los computadores de flujo, optimizar los procesos y garantizar la calidad del servicio.

Realizar auditorías internas: Implementar un programa de auditorías internas para verificar el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos, identificar oportunidades de mejora y tomar medidas correctivas.

Documentar los procedimientos: Es fundamental documentar todos los procedimientos relacionados con la instalación, operación, mantenimiento y calibración de los computadores de flujo.

Establecer indicadores clave de rendimiento (KPI): Definir KPI para medir la eficacia de la gestión de los computadores de flujo, como la precisión de las mediciones, la confiabilidad del sistema, la eficiencia del mantenimiento y la satisfacción del cliente.

Mantenerse actualizado con las normas y tecnologías: Es importante mantenerse actualizado con las últimas normas y tecnologías disponibles para la gestión de computadores de flujo, con el fin de mejorar continuamente la eficiencia, la seguridad y la precisión del sistema.

Conclusiones

La evaluación inicial de los computadores de flujo en las ERM de SURGAS ha revelado la importancia de implementar un enfoque sistemático y estandarizado para el mantenimiento y la operación de estos equipos. Esto garantizará mediciones precisas y confiables en todas las etapas de la distribución de gas.

La falta de cumplimiento de algunas normativas, como la ausencia de sistemas de puesta a tierra adecuados y la falta de protección contra factores ambientales, resalta la necesidad de mejorar los procesos de instalación y mantenimiento en todas las instalaciones de SURGAS.

La capacitación del personal operativo es crucial para garantizar un manejo adecuado de los equipos y mantener la integridad de las mediciones. Es necesario implementar programas de

formación continua para asegurar que todo el personal esté debidamente capacitado en el cuidado y manejo de los computadores de flujo.

La inversión en tecnologías adicionales, como sistemas de alimentación continua mediante paneles solares, representa una oportunidad para mejorar la fiabilidad operativa de los equipos y garantizar mediciones precisas incluso en condiciones adversas.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, como se sugiere en las recomendaciones, no solo prolongará la vida útil de los equipos, sino que también reducirá los tiempos de inactividad no planificados y los costos asociados a reparaciones mayores.


La estrecha alineación con las normativas colombianas e internacionales demuestra el compromiso de SURGAS con la excelencia operativa y la seguridad del servicio. Este enfoque garantiza que las prácticas de gestión de calidad y ambientales estén alineadas con los estándares más rigurosos de la industria.

Evidencias de los hallazgos

<https://youtu.be/e14kD42oIRY>


Apéndice B

Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo

	Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-020
		Versión: 0
		Fecha: 19/01/2024
		Página: 1 de 8

Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo

1. Inspección Visual del Computador de Flujo:
 - Realiza una inspección visual del computador de flujo para verificar la ausencia de daños físicos o mecánicos.
 - Busca cualquier signo de daño, incluyendo grietas, corrosión, o partes sueltas o desgastadas.
2. Verificación del Encendido:
 - Verifica si el computador de flujo está encendido observando el botón de encendido o el sensor de contacto.
3. Verificación del Odómetro y Cable de Pulsos:
 - Utilizando el módulo de visualización LCD, busca la opción de volumen no corregido y compáralo con el odómetro del medidor de flujo.
 - Verifica que el cable de pulsos esté conectado correctamente al medidor.
4. Estado del Medidor Rotativo:
 - Verifica el estado del medidor rotativo, el talco protector del odómetro y el mecanismo de medición.
 - Asegúrate de que las unidades de decímetros estén avanzando correctamente.
5. Verificación de la Calibración de Instrumentos:
 - Verifica la vigencia de la calibración del manómetro de salida ERM, el transductor de presión y el sensor de temperatura.
 - Consulta la placa de información en cada instrumento para verificar su estado.
6. Verificación del Indicador de Presión de Línea:
 - Compara la lectura del indicador de presión de línea con la lectura del manómetro cercano para asegurar su precisión.
7. Verificación de la Batería y Temperatura de la Carcasa:
 - Verifica el porcentaje de batería y la temperatura de la carcasa en la pantalla LCD.
8. Ubicación y Estado de los Sensores de Temperatura:
 - Verifica la ubicación correcta de los sensores de temperatura y asegúrate de que estén en buen estado y sin anomalías físicas.
9. Estado del Precinto de Seguridad:
 - Verifica el estado del precinto de seguridad de la tapa del corrector de volumen.
10. Registro de Actividades:
 - Registra detalladamente cada paso realizado durante la verificación en el formato de registro de mantenimiento de computadores de flujo.

	Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-020
		Versión: 0
		Fecha: 19/01/2024
		Página: 2 de 8

1. Inspección Visual del Computador de Flujo:


-Realiza una inspección visual del computador de flujo para verificar la ausencia de daños físicos o mecánicos.
-Busca cualquier signo de daño, incluyendo grietas, corrosión, o partes sueltas o desgastadas.



2. Verificación del Encendido:

-Verifica si el computador de flujo está encendido observando el botón de encendido o el sensor de contacto.



	Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-020
		Versión: 0
		Fecha: 19/01/2024
		Página: 3 de 8

3. Verificación del Odómetro (medidor de rotativo) y Cable de Pulsos:


- Utilizando el módulo de visualización LCD, busca la opción de volumen no corregido y compáralo con el odómetro del medidor de flujo.
- Verifica que el cable de pulsos esté conectado correctamente al medidor.



4. Estado del Medidor Rotativo:

- Verifica el estado del medidor rotativo, el talco protector del odómetro y el mecanismo de medición.
- Asegúrate de que las unidades de decímetros estén avanzando correctamente.



	Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-020
		Versión: 0
		Fecha: 19/01/2024
		Página: 4 de 8

5. Verificación de la Calibración de Instrumentos:


- Verifica la vigencia de la calibración del manómetro de salida ERM, el transductor de presión y el sensor de temperatura.
- Consulta la placa de información en cada instrumento para verificar su estado.






6. Verificación del Indicador de Presión de Línea:

- Compara la lectura del indicador de presión de línea con la lectura del manómetro cercano para asegurar su precisión.



	Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-020
		Versión: 0
		Fecha: 19/01/2024
		Página: 5 de 8


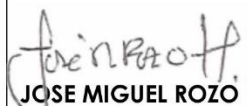

<p>7. Verificación de la Batería y Temperatura de la Carcasa: - Verifica el porcentaje de batería y la temperatura de la carcasa en la pantalla LCD.</p>	 <p>The screenshot shows the following data on the LCD screen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Umtdy U.NoorgdoDia/m3: 0 m3 A5 Cap. Batería %: 99.6 % Enter VALORES ACTUALES UmH VolNoCrgdHo. (m3): 0 m3 A3 Temp. Interna °C: 27.8 °C C Factor Convers.: 0.85918
<p>8. Ubicación y Estado de los Sensores de Temperatura: - Verifica la ubicación correcta de los sensores de temperatura y asegúrate de que estén en buen estado y sin anomalías físicas.</p>	 <p>The left photograph shows a white temperature sensor probe with a coiled cable attached to a large white cylindrical tank. The right photograph shows a similar sensor probe installed inside a grey control box, with the sensor tip pointing towards a white component. A red 'SANTA MARIA' logo is visible at the bottom right of the control box photo.</p>

	Instructivo para la Verificación o Identificación de Fallas en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-020
		Versión: 0
		Fecha: 19/01/2024
		Página: 8 de 8

HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS

No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	19/01/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

ESPACIO PARA APROBACIONES

Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZALEZ Director de Ingeniería y Desarrollo
--	--	--

Apéndice C

Metodología de Evaluación de Computadores de Flujo

Metodología de Evaluación de Computadores de Flujo en Estaciones de Medición y Regulación

I. Objetivo de la Metodología

Evaluar el estado actual de los computadores de flujo instalados en las Estaciones de Medición y Regulación (ERM) de Sur colombiana de Gas mediante una revisión exhaustiva, identificando problemas de instalación y funcionamiento que puedan afectar la precisión de las mediciones.

II. Pasos de la Metodología

Revisión Documental

Recopilar documentación existente sobre los computadores de flujo, incluyendo manuales de instalación, informes de mantenimiento previos y registros de mediciones.

Entrenamiento del Equipo de Evaluación

Capacitar al equipo encargado de la evaluación en los procedimientos de revisión de computadores de flujo, destacando aspectos clave relacionados con la instalación, configuración y funcionamiento.

Planificación de la Evaluación

Desarrollar un plan detallado que incluya la programación de la evaluación en cada ERM, asignación de recursos y equipos necesarios, y coordinación con el personal de Sur colombiana de Gas.

Inspección Inicial

Realizar una inspección visual de cada computador de flujo, verificando la correcta instalación y conexión de componentes, así como la presencia de posibles daños físicos.

Pruebas de Funcionamiento

Ejecutar pruebas operativas en los computadores de flujo para evaluar su funcionamiento, incluyendo la verificación de la respuesta a diferentes niveles de flujo y la detección de posibles anomalías.

Mediciones Comparativas

Comparar las mediciones de los computadores de flujo con mediciones de referencia o estándares, identificando posibles desviaciones y variaciones inesperadas.

Registro de Hallazgos

Documentar de manera detallada todos los hallazgos, tanto positivos como negativos, incluyendo problemas de instalación, configuración o funcionamiento, así como condiciones ambientales que podrían afectar los resultados.

Análisis de Datos

Analizar los datos recopilados durante la evaluación para identificar patrones, tendencias o problemas recurrentes que puedan requerir atención específica.

Informe de Evaluación

Elaborar un informe detallado que enumere todos los computadores de flujo evaluados, identifique problemas encontrados, y proponga acciones correctivas y preventivas. Incluir recomendaciones para mejorar la precisión de las mediciones.

Presentación de Resultados

Compartir los resultados del informe con el equipo de Sur colombiana de Gas, destacando los hallazgos críticos y proporcionando orientación sobre las acciones a seguir.

III. Consideraciones Específicas

La metodología se llevará a cabo con un enfoque no intrusivo, minimizando el impacto en las operaciones regulares de Sur colombiana de Gas.

Se establecerá un protocolo de seguridad para garantizar la integridad del personal y la protección de los equipos durante la evaluación.

Apéndice D

Recopilación Normativas y regulaciones

Recopilación Normativas y regulaciones

Introducción

El presente documento tiene como objetivo realizar una recopilación detallada de las normativas y regulaciones aplicables al proyecto "Mejora de la Gestión de Calidad en la Distribución de Gas: Optimización de Computadores de Flujo" para la empresa Sur colombiana de Gas. Esta recopilación servirá como base normativa para asegurar la eficiencia, seguridad y calidad en la distribución de gas.

(Afanador, 2020)

Normativas Colombianas (NTC)

1. NTC 6167 - Medición de Transferencia de Custodia de Gas Natural en Gasoductos:

Esta norma técnica colombiana establece los requisitos y procedimientos técnicos necesarios para la medición de transferencia de custodia de gas natural en gasoductos. Es esencial para garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones en la distribución de gas natural. (ICONTEC, 2016)

2. NTC 3838 - Presiones de Operación para Gases Combustibles:

Especifica las presiones permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles, garantizando la seguridad y la integridad de las instalaciones. (ICONTEC, 2014)

3. Resolución 127 de 2013 de la CREG - Requisitos para Distribución de Gas Combustible: (CREG, 2013)

Esta resolución de la Comisión de Regulación de Energía y Gas establece los requisitos para la distribución de gas combustible por redes. Incluye directrices que deben seguirse en las instalaciones de distribución para asegurar la calidad y seguridad del servicio.

4. Resolución 237 de 2020 CREG - Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo (GLP):

Esta resolución de la CREG adopta el Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo (GLP). Contiene disposiciones específicas para la medición y regulación del gas licuado de petróleo, lo cual es fundamental para la distribución de GLP. (CREG, 2021)

Normativas Internacionales

1. API MPMS 21.1 (Segunda Edición) - Flow Measurement Using Electronic Metering Systems:

Norma internacional que define métodos de cálculo para sistemas de medición electrónica, incluyendo computadores de flujo, asegurando precisión y confiabilidad.

Esta norma internacional, según la segunda edición, establece los métodos de cálculo para determinar cantidades de gas mediante sistemas de medición electrónica. Cubre el diseño, configuración, operación y mantenimiento de sistemas, incluyendo los computadores de flujo. (Institute, 1993)

2. ISO 9001 - Sistemas de Gestión de Calidad:

Proporciona un enfoque sistemático para la gestión de calidad en todas las operaciones de Sur colombiana de Gas, incluyendo la distribución de gas.

La norma ISO 9001 proporciona un enfoque sistemático para la gestión de la calidad. Para Sur colombiana de Gas, esto implica la implementación de prácticas de gestión de calidad en todos los aspectos de su operación, incluyendo la distribución de gas y el mantenimiento de computadores de flujo. (ISO.ORG, 1987)

3. ISO 14001 - Sistemas de Gestión Ambiental:

Establece estándares para la gestión ambiental, asegurando prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en la distribución de gas.

La norma ISO 14001 establece estándares para la gestión ambiental. Para Sur colombiana de Gas, implica consideraciones ambientales en sus operaciones y prácticas, asegurando que la distribución de gas y el uso de computadores de flujo sean sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. (ISO, 2015)

La recopilación de estas normativas y regulaciones proporciona una base integral para el proyecto, abordando aspectos técnicos, de seguridad, medio ambiente y calidad. La implementación de estas normativas garantizará la eficiencia, seguridad y sostenibilidad en la distribución de gas por Sur colombiana de Gas.

Apéndice E

Descripción de Acciones Correctivas Necesarias.

Descripción de Acciones Correctivas Necesarias

En el contexto de la evaluación inicial de los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de la empresa Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P, se han identificado una serie de hallazgos y problemas que requieren acciones correctivas inmediatas para garantizar la precisión, confiabilidad y seguridad de las operaciones.

El presente documento tiene como objetivo describir detalladamente las acciones correctivas necesarias para abordar los problemas identificados durante la evaluación. Estas acciones están diseñadas para corregir las deficiencias observadas en los sistemas de medición de gas y mejorar la gestión de calidad en la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo (GLP).

Cada acción correctiva propuesta se fundamenta en un análisis exhaustivo de las causas raíz de los problemas identificados, así como en las mejores prácticas y normativas aplicables en el sector del gas. Además, se establecen criterios claros para la implementación, seguimiento y evaluación de estas acciones, con el fin de asegurar su efectividad a largo plazo.

Con la implementación de estas acciones correctivas, se busca no solo resolver los problemas actuales, sino también prevenir la recurrencia de incidentes similares en el futuro. Asimismo, se pretende fortalecer la cultura organizacional de SURGAS, promoviendo la mejora continua y el compromiso con la excelencia operativa en todas las áreas de la empresa.

Este documento servirá como guía para el desarrollo e implementación de las acciones correctivas necesarias, proporcionando un marco sólido para el éxito de las iniciativas de mejora en la gestión de calidad de los computadores de flujo y las operaciones de distribución de gas de SURGAS. A continuación, se detallan las acciones correctivas:

Planteamiento del sistema de gestión de calidad

La acción "Planteamiento del sistema de gestión de calidad" implica la formulación inicial de un marco estructurado y sistemático para gestionar y mejorar la calidad de los procesos relacionados con los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de SURGAS. Es importante destacar que esta etapa se centra en la elaboración de un plan detallado y estructurado sobre cómo se implementará el sistema de gestión de calidad en un futuro, y no en su implementación directa.

Durante esta fase inicial, se definirán los objetivos de calidad específicos, se identificarán los procesos clave que requieren atención y se establecerán los pasos necesarios para cumplir con los requisitos de la norma ISO 9001. Además, se documentarán los procedimientos operativos estándar (POE) preliminares que guiarán las actividades diarias relacionadas con los computadores de flujo.

Es fundamental resaltar que el planteamiento del sistema de gestión de calidad sienta las bases para la implementación futura, pero en esta etapa no se llevarán a cabo cambios operativos significativos. En cambio, se establecerán los cimientos sobre los cuales se construirá el sistema de gestión de calidad, definiendo roles, responsabilidades y recursos necesarios para su ejecución exitosa en el futuro. El énfasis principal estará en la planificación estratégica y en la preparación de los recursos humanos y materiales necesarios para llevar a cabo la implementación efectiva del sistema de gestión de calidad en etapas posteriores del proyecto.

Alcance del Sistema de Gestión de Calidad (SGC)

- El SGC abarcará todos los procesos relacionados con la instalación, operación, mantenimiento y mejora continua de los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de la empresa Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P.
- Incluirá también todos los procesos relacionados con la gestión de la calidad en la distribución de gas, con un enfoque especial en la precisión y confiabilidad de las mediciones.

Objetivos del SGC

- Garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones de los computadores de flujo.
- Mejorar la eficiencia operativa de las ERM y la calidad del servicio de distribución de gas.
- Cumplir con los requisitos normativos y las normas aplicables en el sector del gas.
- Fomentar una cultura organizacional orientada hacia la mejora continua y la excelencia operativa.

Requisitos de la Norma ISO 9001

- Identificar y comprender los requisitos de la norma ISO 9001:2015 relevantes para las operaciones de SURGAS, adaptándolos al contexto específico de los computadores de flujo y las ERM.
- Establecer un sistema documentado que cumpla con los requisitos de documentación, incluyendo políticas, procedimientos, registros y formatos necesarios para el control y seguimiento de los procesos.

Estructura del SGC

- Designar un equipo de gestión de calidad responsable de liderar, implementar y mantener el SGC.
- Establecer roles y responsabilidades claros para todo el personal involucrado en los procesos relacionados con los computadores de flujo.
- Desarrollar un manual de calidad que describa el alcance del SGC, la estructura organizativa, los procesos documentados y los procedimientos para la gestión de la calidad.

Procesos Clave

- Identificar los procesos clave relacionados con los computadores de flujo, como la instalación, calibración, mantenimiento preventivo, gestión de incidentes y mejora continua.
- Documentar los procedimientos específicos para cada proceso, incluyendo criterios de operación, instrucciones de trabajo, registros de seguimiento y medidas de rendimiento.

Capacitación y Competencia

- Implementar un programa de capacitación para el personal involucrado en la operación, mantenimiento y gestión de los computadores de flujo, asegurando que tengan las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñar sus funciones de manera efectiva.
- Evaluar periódicamente la competencia del personal y proporcionar oportunidades de desarrollo profesional según sea necesario.

Seguimiento y Mejora Continua

- Establecer un sistema de seguimiento y medición para evaluar regularmente el desempeño del SGC y la eficacia de los procesos relacionados con los computadores de flujo.
- Realizar auditorías internas periódicas para identificar oportunidades de mejora y asegurar el cumplimiento de los requisitos del SGC y las normas aplicables.
- Implementar acciones correctivas y preventivas para abordar las no conformidades, mejorar los procesos y promover la mejora continua en toda la organización.

Identificación y documentación de los procesos clave

implica un análisis de todos los procesos relacionados con los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de SURGAS. A continuación, se presenta una descripción detallada de esta acción:

Identificación de procesos clave

Se procederá a identificar todos los procesos relevantes que intervienen en el ciclo de vida de los computadores de flujo, desde su instalación inicial hasta su mantenimiento y calibración periódica. Esto incluirá la evaluación de cada etapa del proceso, desde la recepción de los equipos hasta su retirada eventual.

Documentación de procesos

Se elaborarán diagramas de flujo de procesos detallados que muestren claramente las secuencias de actividades involucradas en cada proceso. Además, se redactarán procedimientos operativos estándar (SOP) para cada tarea específica relacionada con los

computadores de flujo. Estos procedimientos detallarán los pasos exactos que deben seguirse en cada fase del proceso, desde la instalación hasta el mantenimiento y la calibración.

Creación de formularios de registro

Se diseñarán formularios de registro para capturar la información relevante en cada etapa del proceso. Estos formularios servirán como herramientas para recopilar datos importantes, como registros de instalación, informes de mantenimiento, resultados de calibración, entre otros.

Revisión de los hallazgos anteriores

Se tendrán en cuenta los hallazgos identificados durante la evaluación inicial de los computadores de flujo para garantizar que los procesos clave aborden adecuadamente las deficiencias y áreas de mejora identificadas. Por ejemplo, se prestará especial atención a la falta de sistema de puesta a tierra, la ausencia de protección contra factores ambientales y los problemas de software detectados.

Evaluación de la viabilidad

La acción "Evaluación de la viabilidad" consiste en analizar la factibilidad y conveniencia de implementar un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001 en las operaciones de SURGAS relacionadas con los computadores de flujo. A continuación, se proporciona una descripción detallada de esta acción:

Análisis de factores clave

Se llevará a cabo un análisis de diversos factores que pueden influir en la viabilidad de implementar un sistema de gestión de calidad. Esto incluirá aspectos como la disponibilidad de recursos financieros, tecnológicos y humanos, así como la capacidad organizativa y la aceptación cultural dentro de SURGAS.

Estudio de costos y beneficios

Se realizará un estudio detallado para evaluar los costos asociados con la implementación del sistema de gestión de calidad, así como los posibles beneficios que se pueden obtener. Esto incluirá costos directos e indirectos, como el costo de capacitación del personal, la adquisición de software y herramientas, y el tiempo dedicado a la implementación.

Identificación de riesgos y obstáculos

Se identificarán los posibles riesgos y obstáculos que podrían surgir durante el proceso de implementación. Esto incluirá riesgos relacionados con la resistencia al cambio, la falta de compromiso del personal y la complejidad de adaptar los procesos existentes a los requisitos de la norma ISO 9001.

Análisis de impacto

Se evaluará el impacto potencial que la implementación del sistema de gestión de calidad podría tener en las operaciones diarias de SURGAS. Esto incluirá consideraciones sobre la eficiencia operativa, la calidad del servicio, la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado.

Consulta y participación de partes interesadas

Se involucrará a todas las partes interesadas relevantes en el proceso de evaluación de viabilidad. Esto incluirá a la alta dirección, el personal operativo, los clientes y otros grupos de interés que puedan verse afectados por la implementación del sistema de gestión de calidad.

Recomendaciones y conclusiones

Esto implica la elaboración de sugerencias prácticas y conclusiones basadas en los hallazgos y análisis realizados en el proyecto de gestión de calidad para los computadores de flujo en SURGAS.

Recomendaciones para la mejora continua

Se formularán recomendaciones específicas para abordar los problemas identificados durante la evaluación inicial. Estas recomendaciones estarán diseñadas para mejorar los procesos operativos, garantizar el cumplimiento de las normativas aplicables y promover la excelencia en la gestión de calidad de los computadores de flujo.

Acciones correctivas y preventivas

Se propondrán acciones correctivas y preventivas para abordar los problemas identificados y prevenir su recurrencia en el futuro. Estas acciones estarán dirigidas a resolver las causas raíz de los problemas identificados y mejorar la eficiencia y la efectividad de los procesos relacionados con los computadores de flujo.

Conclusiones basadas en el análisis

Se elaborarán conclusiones fundamentadas en el análisis detallado de los hallazgos y los resultados obtenidos durante el proyecto. Estas conclusiones resumirán los principales hallazgos, destacarán las lecciones aprendidas y proporcionarán una visión general del impacto del proyecto en la gestión de calidad de SURGAS.

Plan de acción para la implementación


Se desarrollará un plan de acción detallado para la implementación de las recomendaciones propuestas. Este plan incluirá actividades específicas, responsables, plazos y recursos necesarios para llevar a cabo las acciones correctivas y preventivas identificadas.

Seguimiento y monitoreo

Se establecerán mecanismos de seguimiento y monitoreo para evaluar la efectividad de las acciones implementadas y asegurar la mejora continua en la gestión de calidad de los computadores de flujo en SURGAS. Esto puede incluir la realización de auditorías periódicas, la revisión de indicadores clave de rendimiento y la retroalimentación de los usuarios y partes interesadas.

Apéndice F

Procedimiento Para la Realización De Correcciones en los Computadores de Flujo

	Procedimiento para la Realización de Correcciones en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-023
		Versión: 0
		Fecha: 08/04/2024
		Página: 1 de 4

1. Objetivo

Establecer las pautas y pasos a seguir para la identificación, corrección y verificación de problemas en los computadores de flujo utilizados en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de SURGAS.

2. Alcance


Aplica todas las actividades destinadas a identificar, corregir y verificar problemas en los computadores de flujo utilizados exclusivamente en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de SURGAS. Se extiende desde la detección inicial del problema hasta la finalización de las acciones correctivas y la documentación correspondiente. Este procedimiento se aplica específicamente a los equipos de medición ubicados en las instalaciones mencionadas y no cubre aspectos relacionados con otros equipos, procesos de mantenimiento o aspectos administrativos adicionales dentro de la empresa.

3. Responsables

- **Supervisor de Mantenimiento:** Encargado de coordinar y supervisar la identificación, corrección y verificación de problemas en los computadores de flujo. Realiza inspecciones visuales y coordina las acciones necesarias para abordar las anomalías encontradas.
- **Técnicos de Mantenimiento:** Responsables de llevar a cabo las acciones correctivas según lo indicado en el procedimiento. Realizan las reparaciones necesarias y realizan pruebas para verificar la eficacia de las correcciones.
- **Jefe de Calidad:** Supervisa el cumplimiento de los estándares y procedimientos establecidos en el procedimiento. Realiza auditorías periódicas para garantizar la calidad del trabajo realizado.
- **Otros departamentos relevantes,** como Ingeniería o Metrología, pueden ser consultados o involucrados según sea necesario para abordar problemas específicos o realizar evaluaciones técnicas adicionales.

4. Definiciones

- **Computadores de flujo:** Dispositivos utilizados en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) para medir variables como temperatura, presión y volumen en el proceso de distribución de gas. Estos dispositivos son fundamentales para monitorear

	Procedimiento para la Realización de Correcciones en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-023
		Versión: 0
		Fecha: 08/04/2024
		Página: 2 de 4

y controlar el flujo de gas a lo largo de las instalaciones de una empresa de distribución de gas.


- **ERM:** Las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) son instalaciones utilizadas en la industria del gas para regular y medir el flujo de gas natural o gas licuado de petróleo (GLP) en una red de distribución. Estas estaciones son puntos clave en la cadena de suministro de gas, donde se ajusta la presión del gas y se registran las cantidades de gas que fluyen a través de la red. Las ERM pueden estar equipadas con una variedad de dispositivos de medición y regulación, incluidos computadores de flujo, medidores de presión y válvulas de control, para garantizar un suministro seguro y confiable de gas a los usuarios finales.
- **Correcciones:** Acciones tomadas para solucionar problemas identificados en los computadores de flujo. Esto puede incluir desde ajustes menores hasta reparaciones significativas, con el objetivo de restaurar el funcionamiento adecuado de los dispositivos y garantizar mediciones precisas y confiables.
- **Evaluación preliminar:** Primera etapa en la identificación y corrección de problemas en los computadores de flujo. Durante esta fase, se realiza una evaluación inicial del problema para determinar su alcance y gravedad. Esta evaluación proporciona la base para desarrollar un plan de acción efectivo para abordar el problema.
- **Plan de acción preliminar:** Conjunto de acciones propuestas para abordar y corregir un problema identificado en los computadores de flujo. Este plan incluye recursos necesarios, cronograma de actividades y medidas de seguridad para garantizar una corrección efectiva y segura del problema identificado.
- **Verificación de la corrección:** Etapa final en el procedimiento, donde se realizan pruebas y controles para asegurar que el problema haya sido resuelto satisfactoriamente después de realizar las correcciones. Esto implica confirmar que los computadores de flujo funcionen correctamente y cumplan con los estándares establecidos después de aplicar las correcciones necesarias.

5. Descripción

El desarrollo del proceso para la realización de correcciones en los computadores de flujo se describe a continuación:

5.1 Identificación del Problema

- El personal operativo o de mantenimiento detectará un problema en el funcionamiento de un computador de flujo durante sus actividades regulares de inspección o monitoreo.
- Se registrará el problema de manera detallada, incluyendo la ubicación del equipo y la naturaleza específica del problema.

	Procedimiento para la Realización de Correcciones en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-023
		Versión: 0
		Fecha: 08/04/2024
		Página: 3 de 4

5.2 Evaluación Preliminar

- Un técnico designado realizará una evaluación preliminar del problema para determinar su alcance y gravedad.
- Se documentarán los hallazgos de esta evaluación y se preparará un plan de acción preliminar.

5.3 Planificación de la Corrección

- Se desarrollará un plan detallado para abordar y corregir el problema identificado.
- El plan incluirá los recursos necesarios, el cronograma de actividades y las medidas de seguridad a seguir durante la corrección.

5.4 Corrección del Problema

- El personal designado llevará a cabo las acciones necesarias para corregir el problema según lo especificado en el plan previamente desarrollado.
- Se seguirán los procedimientos y protocolos establecidos para garantizar la seguridad y la precisión de las correcciones realizadas.

5.5 Verificación de la Corrección


- Una vez completada la corrección, se realizará una verificación para asegurar que el problema haya sido resuelto satisfactoriamente.
- Se llevarán a cabo pruebas y controles de calidad para confirmar que el computador de flujo funcione correctamente y cumpla con los estándares establecidos.

5.6 Documentación

- Se documentarán todas las acciones realizadas durante el proceso de corrección, incluyendo los pasos seguidos, los resultados de las pruebas y cualquier otra información relevante.
- Esta documentación se archivará adecuadamente para futuras referencias y seguimiento.

5.7 Informe y Seguimiento


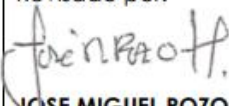

- Se elaborará un informe detallado de la corrección realizada, incluyendo los resultados de las pruebas y cualquier recomendación adicional.
- Se realizará un seguimiento periódico para asegurar que el problema corregido permanezca resuelto y que no surjan nuevas preocupaciones relacionadas.

	Procedimiento para la Realización de Correcciones en los Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-023
		Versión: 0
		Fecha: 08/04/2024
		Página: 4 de 4

6. HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS


No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	08/04/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

7. ESPACIO PARA APROBACIONES

Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZALES Director de Ingeniería y Desarrollo
---	---	---

Apéndice G

Procedimiento para la Instalación de Sistemas de Protección y Sellado Adecuado

	Procedimiento para la Instalación de Sistemas de Protección y Sellado Adecuado	Código: SUR-M-I-PR-022
		Versión: 0
		Fecha: 01/04/2024
		Página: 1 de 5

1. Objetivo


Establecer las pautas para la instalación de sistemas de protección y sellado adecuado en los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de la empresa Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P.

2. Normativas Aplicables

- ✓ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- ✓ Norma Técnica Colombiana NTC 2050.
- ✓ Normativa Interna de Seguridad de la Empresa.

3. Definiciones

- **Equipos de Protección Personal (EPP):** Son dispositivos o prendas diseñadas para proteger al trabajador contra riesgos que puedan amenazar su salud o seguridad durante la realización de sus labores.
- **Sistemas de Protección y Sellado Adecuados:** Son dispositivos o mecanismos para instalar los computadores de flujo y de esa manera garantizar su protección contra factores ambientales y asegurar su funcionamiento correcto.
- **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE):** Es una normativa que establece las disposiciones técnicas y de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas en Colombia.
- **Norma Técnica Colombiana NTC 2050:** Es una normativa que establece los requisitos y lineamientos para la instalación y operación segura de equipos eléctricos en entornos industriales.
- **Normativa Interna de Seguridad de la Empresa:** Son las políticas, procedimientos y reglamentos establecidos por la empresa SURGAS S.A. E.S.P. para garantizar la seguridad de sus trabajadores y el cumplimiento de las normativas aplicables en sus operaciones.
- **Transductor de Presión:** Dispositivo utilizado para convertir la presión en una señal eléctrica. En el contexto de los computadores de flujo, el transductor de presión se utiliza para medir la presión del gas en el sistema y enviar esta información al sistema de control.
- **Sensor de Temperatura:** Dispositivo utilizado para medir la temperatura en un determinado entorno. En este caso, se utiliza para medir la temperatura del gas en el sistema de flujo.
- **Medidor Rotativo:** Tipo de medidor de flujo que utiliza un rotor en movimiento para medir la cantidad de gas que pasa a través del sistema. El rotor gira en proporción a la velocidad del flujo, lo que permite calcular el volumen de gas.

	Procedimiento para la Instalación de Sistemas de Protección y Sellado Adecuado	Código: SUR-M-I-PR-022
		Versión: 0
		Fecha: 01/04/2024
		Página: 2 de 5

- **Válvula:** Dispositivo mecánico que regula, controla o dirige el flujo de un fluido (líquido, gas, vapor, etc.) al abrir, cerrar o bloquear parcialmente el paso a través de una tubería.
- **Tubing para Instrumentación:** Es un tipo de tubo fabricado específicamente en acero inoxidable y diseñado para su uso en aplicaciones de instrumentación y control en procesos industriales. Este tubing se utiliza para transportar fluidos, gases o señales de medición en sistemas de instrumentación, donde se requiere resistencia a la corrosión, durabilidad y hermeticidad. El tubing para instrumentación garantiza un transporte eficiente y seguro de los fluidos o señales en entornos industriales, contribuyendo a la precisión y fiabilidad de los sistemas de control y medición.

4. Responsables

4.1 Departamento de Mantenimiento:

- Responsable de coordinar y llevar a cabo la instalación de los sistemas de protección y sellado.
- Encargado de la planificación inicial de la instalación y de supervisar todo el proceso para garantizar su correcta ejecución.

4.2 Personal Técnico Asignado:

- Responsable de seguir el procedimiento de instalación según las directrices establecidas.
- Encargado de realizar las tareas específicas de instalación de acuerdo con las instrucciones del departamento de mantenimiento y las especificaciones del fabricante.


4.3 Materiales y herramientas necesarios

- Equipos de protección personal (EPP).
- Sistemas de protección y sellado adecuados según las especificaciones del fabricante.
- Herramientas de instalación adecuadas.
- Documentación técnica de los equipos.
- Certificado de clasificación de áreas (si lo hay)

5. Procedimiento

5.1 Planificación de la instalación

- El departamento de mantenimiento coordinará la programación de la instalación con el personal técnico y supervisará el proceso para garantizar que se realice de manera oportuna y eficiente.

	Procedimiento para la Instalación de Sistemas de Protección y Sellado Adecuado	Código: SUR-M-I-PR-022
		Versión: 0
		Fecha: 01/04/2024
		Página: 3 de 5

5.2 Inspección de los equipos

- Antes de la instalación, se realizará una inspección detallada de los computadores de flujo para identificar cualquier daño o defecto que pueda afectar la instalación de los sistemas de protección y sellado.

5.3 Preparación del área de trabajo

- Se asegurará de que el área donde se realizará la instalación esté limpia, despejada y adecuadamente iluminada para facilitar el trabajo.

5.4 Instalación de los sistemas de protección

- Según los hallazgos de la inspección y las recomendaciones del fabricante, se procederá a instalar los sistemas de protección y sellado en cada computador de flujo.
- Una parte crucial del proceso de instalación es la correcta protección de la unidad correctora de volumen o el computador de flujo. Para garantizar su funcionamiento óptimo, se requiere instalar un soporte cercano al medidor rotativo del cual se obtendrá la señal de presión para el transductor de presión y los pulsos enviados por el medidor, factores clave para el sistema de corrección. Este soporte debe proteger adecuadamente el equipo y estar debidamente instalado de manera fija en el suelo.

5.5 Instalación del Soporte

- Se instalará un soporte cerca del medidor rotativo para sostener el equipo.
- El soporte debe estar firmemente asegurado al suelo para garantizar su estabilidad y protección contra factores ambientales.


5.6 Instalación de la Unidad Correctora de Volumen

- Una vez que el soporte esté debidamente instalado y asegurado, se procederá a instalar la unidad correctora de volumen.
- La instalación se realizará atornillando la unidad de acuerdo con el modelo y especificaciones del gabinete.

5.7 Conexión a Tierra y Sellado

- Se identificará el sistema de puesta a tierra y se conectará al electrodo más cercano posible.
- Todos los orificios en el gabinete de la unidad correctora de volumen deben estar debidamente sellados para evitar la entrada de humedad u otros elementos.
- Las señales de alimentación y los transductores de temperatura se sellarán con prensaestopas certificados para instalaciones de este tipo.

5.8 Instalación de Señales

	Procedimiento para la Instalación de Sistemas de Protección y Sellado Adecuado	Código: SUR-M-I-PR-02
		Versión: 0
		Fecha: 01/04/2024
		Página: 4 de 5

- Se colocará la señal de presión con tubing de acero inoxidable, preferiblemente de un cuarto, con conexiones directas a una válvula para facilitar la calibración y verificación del transductor de presión.
- Se conectará el cable de pulsos desde el medidor al corrector de volumen según las especificaciones del fabricante del medidor.
- La señal de temperatura de línea se ubicará en el termo pozo del medidor o, si es necesario, se instalará un termo pozo en la línea directamente.
- La señal de temperatura ambiente se anclará al soporte de protección.
- Se seguirán estrictamente las especificaciones técnicas y las instrucciones del fabricante para garantizar una instalación correcta y eficaz.
- Se prestará especial atención a los puntos críticos que requieran sellado adicional para garantizar la hermeticidad y la protección contra factores ambientales.

6 Pruebas y verificación


- Una vez completada la instalación, se realizarán pruebas para asegurarse de que los sistemas de protección y sellado funcionen correctamente.
- Se verificará que no haya fugas ni fallas en el sellado, y que los equipos estén protegidos adecuadamente contra factores ambientales como la humedad y la exposición a la intemperie.
- Se realizarán pruebas de funcionamiento para garantizar que los computadores de flujo continúen operando sin problemas después de la instalación de los sistemas de protección.

7 Documentación

- Se documentarán todos los detalles de la instalación, incluidas las fechas, los equipos instalados, los resultados de las pruebas y cualquier problema encontrado durante el proceso.
- La documentación se archivará adecuadamente para futuras referencias y auditorías, y se proporcionará una copia al departamento de mantenimiento y al departamento de calidad para su seguimiento.

Notas adicionales

- Se recomienda realizar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo de los sistemas de protección y sellado para garantizar su eficacia a lo largo del tiempo.


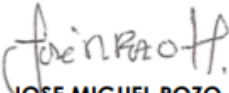

	Procedimiento para la Instalación de Sistemas de Protección y Sellado Adecuado	Código: SUR-M-I-PR-022
		Versión: 0
		Fecha: 01/04/2024
		Página: 5 de 5

- Todo el personal involucrado en la instalación debe recibir la capacitación necesaria sobre los procedimientos de seguridad y manejo de equipos, así como sobre la importancia de seguir este procedimiento de instalación de manera rigurosa.

8. HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS


No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	01/04/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

9. ESPACIO PARA APROBACIONES

Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZALES Director de Ingeniería y Desarrollo
---	---	---

Apéndice I

Procedimiento de Registro y Mantenimiento

	Procedimiento para el Registro de Mantenimiento de Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-021
		Versión: 0
		Fecha: 20/03/2024
		Página: 1 de 3

Procedimiento para el Registro de Mantenimiento de Computadores de Flujo

Objetivo

Este procedimiento tiene como objetivo establecer las pautas para el registro y documentación del mantenimiento realizado en los computadores de flujo en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de la empresa Sur colombiana de Gas, SURGAS S.A. E.S.P.

Responsabilidades

- El departamento de mantenimiento será responsable de coordinar y llevar a cabo el mantenimiento de los computadores de flujo.
- El personal técnico asignado será responsable de registrar de manera precisa y completa todas las actividades de mantenimiento realizadas.

Materiales y herramientas necesarios

- Formato de registro de mantenimiento.
- Documentación técnica de los equipos.
- Herramientas y equipos necesarios para el mantenimiento.

Procedimiento

1. Inicio del Registro


- ❖ Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento, el personal técnico asignado abrirá el formato de registro de mantenimiento y completará la información requerida, incluyendo la fecha, el número de equipo, la descripción del trabajo a realizar y cualquier observación relevante.

2. Ejecución del Mantenimiento

- ❖ El personal técnico llevará a cabo las actividades de mantenimiento según lo especificado en la orden de trabajo correspondiente.
- ❖ Durante el proceso de mantenimiento, se registrarán todas las acciones realizadas, incluyendo la limpieza, calibración, ajustes, reparaciones, reemplazos de piezas, entre otros.

3. Verificación y Pruebas

- ❖ Una vez completadas las actividades de mantenimiento, se realizarán verificaciones y pruebas para asegurarse de que los computadores de flujo funcionen correctamente.

	Procedimiento para el Registro de Mantenimiento de Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-021
		Versión: 0
		Fecha: 20/03/2024
		Página: 2 de 3

- ❖ Cualquier anomalía o problema detectado durante las pruebas también se registrará en el formato de registro.

4. Cierre del Registro

- ❖ Una vez finalizado el mantenimiento y las verificaciones correspondientes, el personal técnico cerrará el formato de registro de mantenimiento, indicando la fecha de finalización y cualquier otra información relevante.

5. Revisión y Aprobación

- ❖ El formato de registro de mantenimiento será revisado y aprobado por el supervisor o responsable del departamento de mantenimiento antes de archivarlo.

6. Archivo y Almacenamiento

- ❖ Todos los formatos de registro de mantenimiento serán archivados y almacenados en un lugar seguro y accesible para futuras referencias y auditorías.

7. Seguimiento y Mejora Continua

- ❖ El departamento de mantenimiento realizará un seguimiento periódico de los registros de mantenimiento para identificar tendencias, áreas de mejora y oportunidades de optimización en los procesos de mantenimiento.


Normativas Aplicables

- ✓ Norma Técnica Colombiana NTC 6167 - Medición de Transferencia de Custodia de Gas Natural en Gasoductos.
- ✓ Resolución 127 de 2013 de la CREG - Requisitos para Distribución de Gas Combustible.
- ✓ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- ✓ Norma Técnica Colombiana NTC 2050 - Instalaciones eléctricas en atmosferas explosivas.

Este procedimiento asegura que todas las actividades de mantenimiento se registren de manera adecuada, permitiendo un seguimiento preciso del estado de los computadores de flujo y facilitando la mejora continua de los procesos de mantenimiento.

Notas adicionales

- ✓ En caso de que exista un formato de registro de mantenimiento utilizado por el área de metrología u otro departamento relacionado, se recomienda utilizar dicho formato para registrar las actividades de mantenimiento de los computadores de

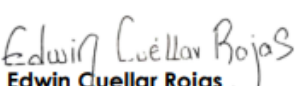
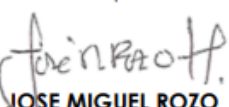

	Procedimiento para el Registro de Mantenimiento de Computadores de Flujo	Código: SUR-M-I-PR-021
		Versión: 0
		Fecha: 20/03/2024
		Página: 3 de 3

flujo. Utilizar un formato existente ofrece ventajas significativas, como la consistencia en la documentación, el aprovechamiento de recursos y la facilidad de integración con otros procesos de la empresa. Además, esto garantiza que las actividades de mantenimiento estén alineadas con los estándares y procedimientos establecidos por el departamento correspondiente. Además, se recomienda que el personal responsable de realizar el mantenimiento de los computadores de flujo reciba capacitación adecuada sobre el uso del formato de registro y la importancia de documentar de manera completa y precisa todas las actividades realizadas. Esto garantizará la integridad de los registros y facilitará la identificación de tendencias, la toma de decisiones informadas y la mejora continua del proceso de mantenimiento.

HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS

No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	20/03/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

ESPACIO PARA APROBACIONES


Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZALES Director de Ingeniería y Desarrollo
---	---	---

Apéndice J

Formato de Hoja de Vida Corrector de Volumen

Apéndice K

Instructivo Hoja de Vida Computador de Flujo

	Instructivo hoja de vida computador de flujo.	Código: SUR-M-I-PR-028
		Versión: 0
		Fecha: 03/05/2024
		Página: 1 de 5

Creación de hoja de vida para computador de flujo.


Introducción

El presente documento describe el formato de hoja de vida para los computadores de flujo utilizados en la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo (GLP) en la empresa Sur colombiana de Gas. Este formato ha sido diseñado de acuerdo con los estándares y requisitos del sistema de gestión de calidad de la empresa, con el objetivo de mantener un registro detallado y organizado de cada equipo de medición empleado en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM).


La hoja de vida proporciona una estructura sistemática para recopilar y gestionar información relevante sobre cada computador de flujo, desde detalles del equipo y fabricante hasta sus características metrológicas, control de equipo y componentes, hasta su historial completo de mantenimiento, calibración y verificación. Este enfoque permite una gestión eficiente de los activos de medición, garantizando su integridad, disponibilidad y rendimiento óptimo a lo largo del tiempo. Esta hoja de vida servirá como una herramienta fundamental para el seguimiento y control de los computadores de flujo, contribuyendo así a la mejora continua de los procesos de distribución de gas y al cumplimiento de las normativas vigentes.

A continuación, se describen los ítems que incluye el formato de hoja de vida.

1. **DATOS DEL EQUIPO Y FABRICANTE:** Este ítem recopila información detallada sobre el computador de flujo, incluyendo el nombre del equipo, el fabricante, el modelo, la marca, el número de serie o lote, el código de activo fijo asignado por la empresa, una identificación interna para control interno, la ubicación actual del equipo en las instalaciones de la empresa, la fecha de adquisición del equipo, la información de garantía, y cualquier otro dato relevante relacionado con la identificación y trazabilidad del equipo.

	Instructivo hoja de vida computador de flujo.	Código: SUR-M-I-PR-028
		Versión: 0
		Fecha: 03/05/2024
		Página: 2 de 5

2. **FOTOGRAFIA DEL EQUIPO:** En este ítem se adjunta una fotografía del computador de flujo, lo cual permite una identificación visual rápida y precisa del equipo. Esta fotografía puede ser útil para futuras referencias, inspecciones visuales y análisis de cambios o deterioro en el equipo a lo largo del tiempo.
3. **CARACTERISTICAS METROLOGICAS DEL EQUIPO:** Aquí se detallan las características metroológicas del computador de flujo, tales como la magnitud a medir (volumen, presión, temperatura, etc.), la división de escala, la clase de exactitud, el rango o rangos de medición, el intervalo de trabajo, el error máximo permitido, el tipo de indicación (analógica, digital, etc.), y la categoría del instrumento según las normativas aplicables.
4. **CONTROL DE EQUIPO:** En este ítem se registra la información relacionada con el control y seguimiento del equipo, incluyendo el tipo de intervención realizado (mantenimiento, calibración, verificación, configuración, etc.), la frecuencia o periodicidad de las intervenciones en meses, y cualquier otro dato relevante relacionado con el control y la gestión del equipo.
5. **COMPONENTES DEL EQUIPO:** Se enumeran y describen los componentes principales del computador de flujo, como sensores de temperatura, transductores de presión, medidores rotativos, válvulas, circuitos electrónicos, entre otros. Además, se verifica el estado y funcionamiento de cada componente para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.
6. **HISTORIAL DE MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE EQUIPO:** Este ítem contiene un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento, calibración y verificación realizadas en el computador de flujo a lo largo de su vida útil. Se incluyen fechas de intervención, tipo de intervención, resultados de las actividades realizadas, observaciones relevantes, y cualquier otra información importante relacionada con el historial de mantenimiento y desempeño del equipo.

	Instructivo hoja de vida computador de flujo.	Código: SUR-M-I-PR-028
		Versión: 0
		Fecha: 03/05/2024
		Página: 3 de 5

Instrucciones de uso: Hoja de Vida para Computador de Flujo

La hoja de vida para computador de flujo es un documento importante para el registro y seguimiento detallado de cada equipo utilizado en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de Sur colombiana de Gas. A continuación, se proporcionan instrucciones para completar correctamente este formato:

1. Datos del Equipo y Fabricante:



- Complete todos los campos requeridos con la información correspondiente al equipo de medición.
- Asegúrese de proporcionar detalles precisos, incluyendo el nombre del equipo, fabricante, modelo, marca, número de serie o lote, ubicación actual del equipo en las instalaciones de la empresa, fecha de adquisición, información de garantía, entre otros.
- Utilice la identificación interna asignada por la empresa para facilitar el control y seguimiento del equipo.

2. Fotografía del Equipo:

- Adjunte una fotografía clara y actualizada del computador de flujo.
- La fotografía debe mostrar claramente el equipo y facilitar su identificación visual rápida.

3. Características Metrológicas del Equipo:

- Complete los campos con las características metrológicas del computador de flujo, según las especificaciones del fabricante y las normativas aplicables.

	 Instructivo hoja de vida computador de flujo.	Código: SUR-M-I-PR-028
		Versión: 0
		Fecha: 03/05/2024
		Página: 4 de 5

- Asegúrese de proporcionar detalles precisos sobre la magnitud a medir, la división de escala, la clase de exactitud, el rango de medición, el intervalo de trabajo, el tipo de indicación y la categoría del instrumento.

4. Control de Equipo:

- Registre todas las intervenciones realizadas en el equipo, incluyendo mantenimiento, calibración, verificación y configuración.
- Indique la frecuencia o periodicidad de las intervenciones en meses para facilitar la planificación y programación de actividades futuras.


5. Componentes del Equipo:

- Enumere y describa detalladamente los componentes principales del computador de flujo. (Sensores de temperatura, transductor de presión)
- Verifique el estado y funcionamiento de cada componente para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.

6. Historial de Mantenimiento, Calibración y Verificación de Equipo:

- Registre todas las actividades de mantenimiento, calibración y verificación realizadas en el computador de flujo a lo largo de su vida útil.
- Incluya fechas de intervención, tipo de intervención, resultados de las actividades realizadas, observaciones relevantes y cualquier otra información importante relacionada con el historial de mantenimiento y desempeño del equipo.

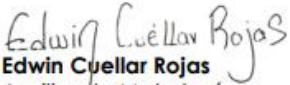
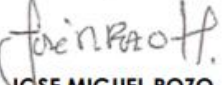

Recuerde que esta hoja de vida debe mantenerse actualizada en todo momento y estar disponible para su consulta y revisión por parte del personal autorizado. El adecuado mantenimiento de esta información contribuirá a garantizar el rendimiento óptimo y la integridad de los computadores de flujo en las operaciones de Sur colombiana de Gas.

	Instructivo hoja de vida computador de flujo.	Código: SUR-M-I-PR-028
		Versión: 0
		Fecha: 03/05/2024
		Página: 5 de 5

HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS


No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	03/05/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

ESPACIO PARA APROBACIONES

Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZALES Director de Ingeniería y Desarrollo
---	---	---

Apéndice L

Generación de órdenes de trabajo eficientes

	Procedimiento para Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-025
		Versión: 0
		Fecha: 22/04/2024
		Página: 1 de 6

Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes


Objetivo: Crear órdenes de trabajo claras y concisas para guiar las acciones de mantenimiento y seguimiento de los computadores de flujo, utilizando los formatos y procedimientos ya desarrollados en las actividades previas.

Contexto del Proyecto Dentro del objetivo específico de elaborar una hoja de vida de los computadores de flujo, se destaca la importancia de gestionar de manera efectiva el mantenimiento de estos equipos. El propósito es extender su vida útil, prevenir fallas inesperadas y mantener un rendimiento óptimo. Una actividad clave para lograr esto es la generación de órdenes de trabajo eficientes.

¿Qué son las Órdenes de Trabajo Eficientes? Las órdenes de trabajo eficientes son documentos que detallan las tareas específicas que deben realizarse para el mantenimiento, calibración, verificación y reparación de los computadores de flujo. Estas órdenes de trabajo son esenciales para asegurar que todas las intervenciones en los equipos se realicen de manera planificada, organizada y conforme a los procedimientos estandarizados.

Importancia de las Órdenes de Trabajo

1. **Planificación Eficaz:** Permiten programar y organizar las actividades de mantenimiento, asegurando que se realicen en el momento adecuado y con los recursos necesarios.
2. **Control y Seguimiento:** Facilitan el seguimiento de las tareas realizadas, permitiendo documentar cada intervención y asegurando que se cumplan los procedimientos establecidos.
3. **Prevención de Fallas:** Ayudan a identificar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas mayores, extendiendo la vida útil de los equipos.

	Procedimiento para Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-025
		Versión: 0
		Fecha: 22/04/2024
		Página: 2 de 6

4. **Cumplimiento de Normativas:** Garantizan que todas las actividades se realicen conforme a las normativas técnicas y regulaciones vigentes, asegurando la calidad y seguridad de las operaciones.
5. **Registro Histórico:** Mantienen un registro detallado del historial de mantenimiento de cada equipo, lo que es fundamental para la gestión de calidad y la toma de decisiones informadas.

Propuesta para Órdenes de Trabajo

Descripción de los Ítems


1. Información General

- **Número de Orden de Trabajo:** Código único asignado a cada orden de trabajo para su identificación y seguimiento.
- **Fecha de Emisión:** Fecha en que se genera la orden de trabajo.
- **Responsable de la Emisión:** jefe de metrología encargado de emitir la orden de trabajo.
- **Equipo:** Identificación del computador de flujo, incluyendo nombre y código interno.
- **Ubicación del Equipo:** ERM (Estación de Regulación y Medición) en los diferentes municipios donde la empresa presta el servicio.

2. Descripción del Trabajo Por Realizar

- **Tipo de Intervención:** Categoría del trabajo a realizar (Mantenimiento, Calibración, Verificación, Configuración, Creación de Hoja de Vida).


Descripción Detallada: Instrucciones específicas para cada tipo de intervención:

	Procedimiento para Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-025
		Versión: 0
		Fecha: 22/04/2024
		Página: 3 de 6

- **Mantenimiento:** Seguir el instructivo propuesto en el proyecto. Realizar tareas preventivas y correctivas según lo establecido.
- **Calibración:** Utilizar equipos patrón adecuados. Para el transductor de presión, asegurarse de que el manómetro patrón tenga una calibración vigente. Para los sensores de temperatura, verificar que los equipos patrón estén calibrados y en óptimo funcionamiento. Completar el formato de calibración y registrar las actividades en la hoja de vida del instrumento.
- **Verificación:** Similar a la calibración, asegurando el uso de equipos patrón con calibración vigente y en óptimo estado. Registrar los resultados en el formato de verificación y en la hoja de vida del instrumento.
- **Configuración:** Realizar según el manual del fabricante, asegurando que el equipo esté correctamente instalado y en óptimo funcionamiento. Registrar la configuración en la hoja de vida.
- **Creación de Hoja de Vida:** Completar el formato existente con toda la información requerida, incluyendo detalles de configuración y referencias de los sensores y transductores.

3. Recursos Necesarios

- **Personal Requerido:** Auxiliares de metrología, técnicos de electrónica.
- **Herramientas y Equipos Necesarios:** Listado de herramientas y equipos necesarios para la intervención; manómetros patrón, banco de presión, bloque seco, generador eléctrico, termohigrómetro, actas de registro, kit de herramientas (destornilladores y llaves, pinzas, cortafríos).

	Procedimiento para Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-025
		Versión: 0
		Fecha: 22/04/2024
		Página: 4 de 6

- **Materiales y Repuestos:** Materiales y repuestos específicos necesarios para completar la tarea, como por ejemplo placas de identificación y prensaestopas.

4. Planificación del Trabajo


- **Fecha y Hora Programada de Inicio:** Fecha y hora planificada para comenzar el trabajo.
- **Duración Estimada:** Tiempo estimado para completar la tarea, dependiendo de la actividad.
- **Fecha y Hora de Finalización:** Fecha y hora estimada de finalización del trabajo.

5. Registro de la Ejecución

- **Fecha y Hora de Inicio Real:** Fecha y hora en que realmente se comenzó el trabajo.
- **Fecha y Hora de Finalización Real:** Fecha y hora en que realmente se completó el trabajo.
- **Nombre del Técnico Responsable:** Nombre del técnico que realizó el trabajo.
- **Observaciones y Comentarios:** Cualquier nota adicional relevante.
- **Firma del Técnico Responsable:** Firma del técnico que completó el trabajo.
- **Firma de Aprobación del Supervisor:** Firma del supervisor que aprueba el trabajo realizado.

Proceso Simplificado

1. Generación de la Orden de Trabajo:

	Procedimiento para Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-025
		Versión: 0
		Fecha: 22/04/2024
		Página: 5 de 6

- Completar la información general.
- Detallar el trabajo a realizar, basado en el diagnóstico y mantenimiento previo.
- Asignar recursos necesarios y planificar el trabajo.

2. Ejecución del Trabajo:

- El personal asignado realiza las tareas siguiendo la descripción detallada y utilizando los recursos listados.
- Registrar la ejecución del trabajo, incluyendo cualquier observación relevante.


3. Verificación y Cierre:

- Supervisar y verificar que las tareas se hayan realizado correctamente.
- Registrar las firmas y cerrar la orden de trabajo.

Conclusión

Este formato de órdenes de trabajo asegura que todas las actividades de mantenimiento, calibración, verificación, configuración y creación de hojas de vida se realicen de manera organizada y eficiente, siguiendo los procedimientos y formatos establecidos previamente. Este enfoque concreto y práctico facilita el seguimiento y la gestión de las intervenciones en los computadores de flujo, contribuyendo a la mejora continua de la calidad en la distribución de gas en Sur Colombiana de Gas.

Dentro de todo el proceso de medición del gas, intervienen muchos factores, variables y equipos, por lo que, de acuerdo con el sistema de gestión de la


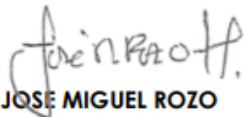

	Procedimiento para Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-025
		Versión: 0
		Fecha: 22/04/2024
		Página: 6 de 6

empresa, la intención es integrar los procesos para la realización de todas las actividades. Es decir, en cuanto a las órdenes de trabajo, que se generen de manera clara, y en la ejecución de las tareas, que se ejecuten eficientemente y se registren correctamente. Se propone manejar un solo formato para evitar confusión y facilitar el seguimiento de las labores ejecutadas y el funcionamiento del proceso de medición del gas. Esto también permitirá que, para futuras órdenes de trabajo, se generen de manera eficiente, ya que se tendrá un historial de actividades ejecutadas e indicadores que reflejan el estado del proceso.

HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS


No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	22/04/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

ESPACIO PARA APROBACIONES

Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZALES Director de Ingeniería y Desarrollo
---	---	---


Apéndice M

Formato de Generación de Ordenes de Trabajo Eficientes

		Generación de Órdenes de Trabajo Eficientes			Código : XX-XO-00 Versión: 0 Fecha: XX/XX/XXXX Página: 1 de 1	
Número de Orden de Trabajo _____						
Fecha de Emisión _____		Responsable de la Emisión _____			Cosecutivo 0000	
Equipo _____				Ubicación del Equipo _____		
Descripción del Trabajo Por Realizar						
Tipo de Intervención	Instalación	Mantenimiento	Calibración	verificación	Configuración	Creación de hoja de vida
Descripción Detallada	_____ _____ _____					
Recursos Necesarios						
Personal Requerido	_____ _____					
Herramientas y Equipos Necesarios	_____ _____					
Materiales y Repuestos	_____ _____					
Planificación del Trabajo						
Fecha y Hora Programada de Inicio			_____			
Duración Estimada			_____			
Fecha y Hora de Finalización			_____			
Registro de la Ejecución						
Fecha y Hora de Inicio Real			_____			
Fecha y Hora de Finalización Real			_____			
Nombre del Técnico Responsable			_____			
Observaciones y Comentarios						
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____						
Nombre _____				_____		
Firma Técnico Responsable				Supervisor / Operador		

Apéndice N

Instructivo para el Diligenciamiento del Formato de Órdenes de Trabajo Eficientes

	Instructivo para el Diligenciamiento del Formato de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-026
		Versión: 0
		Fecha: 26/04/2024
		Página: 1 de 3

Instructivo para el Diligenciamiento del Formato de Órdenes de Trabajo Eficientes (Formato Físico)

1. Inicio del Proceso:

- Toma el formulario impreso de Órdenes de Trabajo Eficientes.

2. Sección de Información General:

- Completa el "Número de Orden de Trabajo" con un código único para identificar la orden.
- Escribe la "Fecha de Emisión" de la orden de trabajo.
- Indica quién es el "responsable de la emisión", que generalmente será el jefe de metrología.
- Identifica el "Equipo" al que se le realizará el trabajo, incluyendo su nombre y código interno.
- Especifica la "Ubicación del Equipo", detallando la Estación de Regulación y Medición (ERM) correspondiente.

3. Descripción del Trabajo Por Realizar:


- Marca con una cruz (X) el tipo de intervención del desplegable: Instalación, Mantenimiento, Calibración, Verificación, Configuración o Creación de Hoja de Vida.
- En "Descripción Detallada", sigue las instrucciones específicas para cada tipo de intervención, detalladas en el procedimiento.

4. Recursos Necesarios:

- Lista el "Personal Requerido" para la intervención, incluyendo auxiliares de metrología, técnicos de electrónica, etc.
- Enumera las "Herramientas y Equipos Necesarios" para llevar a cabo el trabajo. Si es necesario, especifica las marcas o modelos de los equipos.
- Indica los "Materiales y Repuestos" necesarios para completar la tarea.

5. Planificación del Trabajo:

- Establece la "Fecha y Hora Programada de Inicio" del trabajo.

	Instructivo para el Diligenciamiento del Formato de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-026
		Versión: 0
		Fecha: 26/04/2024
		Página: 2 de 3

- Calcula la "Duración Estimada" del trabajo en función de la actividad a realizar.
- Define la "Fecha y Hora de Finalización" estimada del trabajo.

6. Registro de la Ejecución:

- Cuando se inicie el trabajo, completa la "Fecha y Hora de Inicio Real".
- Una vez finalizado el trabajo, registra la "Fecha y Hora de Finalización Real".
- Escribe el "Nombre del Técnico Responsable" que ejecutó la tarea.
- Incluye cualquier "Observación y Comentario" relevante sobre la ejecución del trabajo.


7. Verificación y Cierre:

- Antes de cerrar la orden de trabajo, verifica que todas las tareas se hayan realizado correctamente según lo descrito.
- Solicita la "Firma del Técnico Responsable" y la "Firma de Aprobación del Supervisor" al completar la orden de trabajo.

8. Finalización del Proceso:

- Guarda el formulario una vez completado el diligenciamiento de la orden de trabajo.
- Si es necesario, archiva una copia de la orden de trabajo para mantener un registro físico.


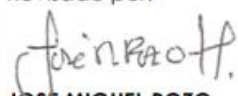

Siguiendo estos pasos, podrás completar el formato de órdenes de trabajo eficientes de manera adecuada y organizada, garantizando la correcta ejecución de las tareas de instalación, mantenimiento, calibración, verificación, configuración o creación de hoja de vida en los equipos de medición de gas.

	Instructivo para el Diligenciamiento del Formato de Órdenes de Trabajo Eficientes	Código: SUR-M-I-PR-026
		Versión: 0
		Fecha: 26/04/2024
		Página: 3 de 3

HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS

No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	26/04/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

ESPACIO PARA APROBACIONES

Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZÁLES Director de Ingeniería y Desarrollo
---	---	---

Apéndice Ñ

Plan de Capacitación

Plan de Capacitación: "Impartición de Sesiones de Capacitación al Personal"

Objetivo

Capacitar al personal (área de metrología) de Sur Colombiana de Gas en la correcta utilización y mantenimiento de los computadores de flujo, asegurando el cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes y mejorando la calidad en la medición del gas.

Duración del Curso

- **Total:** 10 horas
- **Teoría:** 1 hora
- **Práctica:** 9 horas

Materiales y Recursos

- Presentaciones en PowerPoint
- Manuales de usuario y guías de mantenimiento
- Equipos de demostración (computadores de flujo, herramientas, equipos de calibración)
- Aula con proyector y equipo audiovisual
- Material de protección personal (EPP)
- Formatos y documentos (hojas de vida de los equipos, informes de calibración, etc.)

Módulo 1: Introducción y Normativas (1 hora teórica)

Objetivos:

- Introducir los conceptos básicos de los computadores de flujo.
- Explicar la importancia de estos equipos en la distribución de gas.
- Revisar las normativas y regulaciones relevantes.

Contenidos:**1. Fundamentos de los Computadores de Flujo**

- Definición y funcionamiento básico
- Importancia en la distribución de gas

2. Normativas y Regulaciones

- NTC 6167, NTC 3838
- Resoluciones CREG 127 de 2013 y 237 de 2020
- API MPMS 21.1, ISO 9001, ISO 14001

Módulo 2: Procedimientos de Mantenimiento (5 horas prácticas)**Objetivos:**

- Capacitar al personal en el mantenimiento preventivo de los computadores de flujo.
- Enseñar el manejo de formatos e instructivos.

Contenidos:**1. Mantenimiento Preventivo**

- Identificación del estado de los computadores de flujo.
- Protección y sellado adecuado.
- Verificación de conexión y alimentación.
- Procedimientos específicos para diferentes modelos (EAGLE, ELGAS).

2. Práctica de Mantenimiento Preventivo

- Desmontaje, limpieza y reensamblaje del equipo.
- Verificación y calibración de sensores y transductores.
- Registro de actividades en hojas de vida y formatos de mantenimiento.

Módulo 3: Procedimientos de Calibración y Verificación (3 horas prácticas)**Objetivos:**

- Instruir al personal en los procedimientos de calibración y verificación.
- Asegurar el uso correcto de equipos patrón y el cumplimiento de normativas.

Contenidos:**1. Calibración**

- Uso de equipos patrón (manómetro, termómetros)
- Procedimientos de calibración para transductores y sensores.
- Registro de calibración en los formatos correspondientes.

2. Verificación

- Procedimientos y equipos necesarios.
- Registro de resultados y elaboración de informes.

Módulo 4: Configuración y Creación de Hojas de Vida (1 hora práctica)**Objetivos:**

- Capacitar al personal en la configuración de los computadores de flujo.
- Enseñar la correcta creación y mantenimiento de las hojas de vida de los equipos.

Contenidos:**1. Configuración de Equipos**

- Procedimientos según el manual del fabricante.
- Verificación de la correcta instalación y configuración.

2. Hojas de Vida

- Completar el formato existente.
- Registrar todas las actividades (mantenimiento, calibración, verificación).

Evaluación y Cierre (1 hora)

Objetivos:

- Evaluar el aprendizaje del personal.
- Aclarar dudas y dar cierre a la sesión de capacitación.

Contenidos:

1. **Evaluación Teórica**
 - Cuestionario sobre conceptos clave y normativas.
2. **Evaluación Práctica**
 - Demostración de procedimientos de mantenimiento, calibración y verificación.
3. **Cierre y Agradecimientos**
 - Resumen de lo aprendido.
 - Agradecimientos y entrega de certificados de participación.

Procedimiento

1. **Preparación Previa**
 - Revisar y preparar todos los materiales y equipos necesarios.
 - Asegurar el aula y los recursos audiovisuales.
2. **Desarrollo de la Sesión**
 - Impartir los módulos siguiendo el cronograma.
 - Fomentar la participación y resolver dudas.
3. **Evaluación y Retroalimentación**
 - Realizar las evaluaciones teóricas y prácticas.
 - Proporcionar retroalimentación y apoyo adicional según sea necesario.

Conclusión de la Capacitación

Después de haber concluido la sesión de capacitación sobre la gestión y mantenimiento de computadores de flujo en Sur Colombiana de Gas, quisiera expresar mi satisfacción por el compromiso y la participación activa de todos los asistentes. A continuación, destaco los puntos clave y reflexiones finales sobre la capacitación impartida:

Logros y Objetivos Alcanzados

1. **Comprensión de Fundamentos y Normativas:** Los participantes han demostrado una sólida comprensión de los conceptos fundamentales de los computadores de flujo y su importancia en la distribución de gas. Además, se ha logrado una asimilación efectiva de las normativas y regulaciones tanto nacionales como internacionales que rigen nuestras operaciones.
2. **Habilidades Prácticas en Mantenimiento Preventivo:** A través de las sesiones prácticas, el personal ha adquirido habilidades esenciales para realizar el mantenimiento preventivo de los computadores de flujo. Las demostraciones y ejercicios han permitido a los asistentes familiarizarse con los procedimientos adecuados, asegurando que puedan aplicarlos en su trabajo diario.
3. **Procedimientos de Calibración y Verificación:** Se ha capacitado al personal en el uso correcto de equipos patrón y en la ejecución de procedimientos de calibración y verificación. Esto no solo garantiza la precisión en las mediciones, sino que también cumple con las normativas vigentes.
4. **Configuración y Registro de Actividades:** Los participantes han aprendido a configurar correctamente los computadores de flujo y a mantener registros precisos en las hojas de vida de los equipos. Esta práctica es crucial para el seguimiento y la gestión de la vida útil de los equipos.

Evaluación y Retroalimentación

Las evaluaciones teóricas y prácticas realizadas al final de la capacitación indican un alto nivel de comprensión y habilidad por parte del personal. Los asistentes han demostrado competencia en las áreas clave tratadas durante la capacitación.

Capacitación a Supervisores de Municipio

Además de la capacitación al equipo de metrología, se proporcionaron recomendaciones específicas a los supervisores de municipio, quienes son responsables de reportar el consumo de gas visualizado en los computadores de flujo. Se les instruyó en:

- **Visualización de Datos:** Cómo acceder y leer correctamente los datos en los computadores de flujo.
- **Cuidado del Equipo:** Las precauciones necesarias para proteger los equipos y sensores, asegurando su integridad y funcionamiento adecuado.
- **Restricciones Operativas:** Se enfatizó que no están autorizados a manipular, configurar o realizar cualquier acción sobre los computadores de flujo, garantizando así que cualquier intervención técnica sea realizada únicamente por personal capacitado.

Observaciones y Recomendaciones

- **Continuidad en la Formación:** Es recomendable que se realicen sesiones de actualización periódicas para mantener al personal al día con las últimas prácticas y tecnologías en la gestión de computadores de flujo.

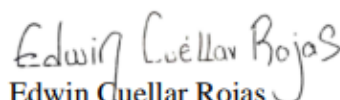
- **Documentación y Procedimientos:** Se debe fomentar el uso constante de los formatos y procedimientos estandarizados para asegurar la uniformidad y calidad en todas las intervenciones.
- **Mejora Continua:** Los participantes han sugerido algunas mejoras en los procedimientos actuales, las cuales serán revisadas y, de ser viables, implementadas para optimizar aún más nuestras operaciones.

Cierre

Quiero agradecer a todos los asistentes por su entusiasmo y dedicación durante la capacitación. Su participación y sus ganas de aprender han sido fundamentales para el éxito de esta sesión. Estoy seguro de que, con el conocimiento y las habilidades adquiridas, el equipo de Sur Colombiana de Gas podrá contribuir significativamente a la mejora continua de la calidad en la distribución de gas.

Les insto a aplicar lo aprendido en su trabajo diario y a mantener siempre un enfoque de mejora continua y cumplimiento de normativas para asegurar la excelencia en nuestras operaciones.

Atentamente,


Edwin Cuellar Rojas
Auxiliar de metrología e investigaciones
Sur Colombiana de Gas

Apéndice O

Desarrollo de Material de Capacitación

Desarrollo de Material de Capacitación

1. Introducción

Objetivo del Curso: Capacitar al personal en la generación y ejecución de órdenes de trabajo eficientes para el mantenimiento, calibración, verificación y configuración de los computadores de flujo.

Duración del Curso: 10 horas (2 horas de capacitación teórica y 8 horas de implementación práctica).

Público Objetivo: Personal de metrología, técnicos de electrónica y otros involucrados en el mantenimiento y operación de los computadores de flujo.

2. Contenido del Curso

Módulo 1: Fundamentos de los Computadores de Flujo

¿Qué es un computador de flujo?

- Según la NTC 6167, un computador de flujo es parte del sistema de medición que recibe las señales de salida provenientes de los dispositivos de medición de flujo o de otro computador de flujo y posiblemente de los instrumentos de medida asociados. Transforma y almacena los resultados en la memoria hasta que estos sean usados. Además, puede transmitir y recibir datos de equipos periféricos.

Importancia en la Distribución de Gas

- Los computadores de flujo son cruciales para realizar correcciones por efecto de variables como temperatura, presión y gravedad específica del gas natural medido. Aseguran que la medición del gas sea precisa y cumple con el estándar API capítulo 21, lo cual es esencial para la facturación y la seguridad en la distribución de gas.

Módulo 2: Normativas y Regulaciones

Normativas Colombianas (NTC):

1. **NTC 6167 - Medición de Transferencia de Custodia de Gas Natural en**

Gasoductos

Establece los requisitos y procedimientos técnicos necesarios para la medición de transferencia de custodia de gas natural en gasoductos. (ICONTEC, 2016)

2. **NTC 3838 - Presiones de Operación para Gases Combustibles:**

Especifica las presiones permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles, garantizando la seguridad y la integridad de las instalaciones. (ICONTEC, 2014)

3. **Resolución 127 de 2013 de la CREG - Requisitos para Distribución de Gas**

Combustible

- Establece los requisitos para la distribución de gas combustible por redes, asegurando la calidad y seguridad del servicio. (CREG, 2013)

4. **Resolución 237 de 2020 CREG - Código de Medida de Gas Licuado de**

Petróleo (GLP)

- Adopta el Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo, fundamental para la medición y regulación del GLP. (CREG, 2021)

Normativas Internacionales

5. **API MPMS 21.1 (Segunda Edición) - Flow Measurement Using Electronic**

Metering Systems

- Define métodos de cálculo para sistemas de medición electrónica, incluyendo computadores de flujo, asegurando precisión y confiabilidad. (Institute, 1993)

6. **ISO 9001 - Sistemas de Gestión de Calidad:**

- Proporciona un enfoque sistemático para la gestión de calidad en todas las operaciones, incluyendo la distribución de gas. (ISO.ORG, 1987)

7. **ISO 14001 - Sistemas de Gestión Ambiental:**

- Establece estándares para la gestión ambiental, asegurando prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en la distribución de gas. (ISO, 2015)

Módulo 3: Procedimientos de Mantenimiento

Mantenimiento Preventivo:

- **Objetivo:** Capacitar al personal en el manejo de los formatos y diligenciamiento de las hojas de vida, enfocándose en el mantenimiento preventivo de los equipos para mejorar la calidad en la medición.

Instructivo Breve de Mantenimiento Preventivo:

Preparación:

- **Identificación del Estado del Equipo:** Realizar un diagnóstico inicial para identificar el estado de los computadores de flujo.
- **Instalación de Protecciones:** Instalar protecciones adecuadas y sellar los gabinetes de protección según las recomendaciones del fabricante.
- **Verificación de Conexiones:** Asegurar una buena conexión de alimentación y un sistema de alimentación continuo para los equipos Eagle mediante celdas fotovoltaicas, y verificar la conexión a tierra.

Mantenimiento Anual:

- **Seguridad:** Cumplir con todas las medidas de seguridad y utilizar los equipos de protección personal (EPP).
- **Verificación Inicial:** Verificar que el computador de flujo esté encendido y sin alarmas visibles en la pantalla LCD.

- **Descarga de Lecturas:** Realizar una descarga de lecturas siguiendo el manual del fabricante.

- **Desmontaje:**

- Desconectar la señal de presión y la alimentación.
- Desmontar el equipo del sistema de protección y llevarlo a un lugar seguro.
- Desensamblar el equipo, desconectar sensores de temperatura y

transductores de presión.

- Utilizar una banda antiestática durante el procedimiento.

- **Limpieza:**

- Limpiar la board con alcohol isopropílico y una brocha de cerdas suaves.
- Limpiar el gabinete asegurando que no queden impurezas.

- **Ensamblaje:**

- Volver a ensamblar el computador de flujo siguiendo los pasos correctos.
- Realizar chequeos de funcionamiento con una fuente de alimentación

externa.

- Verificar configuraciones y calibrar transductores de presión y sensores de

temperatura.

- Generar un informe de ajuste y calibración.

- **Reinstalación:**

- Instalar nuevamente el computador de flujo en el sistema de protección.
- Conectar la señal de presión y verificar la correcta conexión del cable de

pulsos.

- Encender el equipo y verificar que las lecturas del medidor y el computador de flujo coincidan.

Módulo 4: Calibración y Verificación

- **Calibración:**
- Procedimientos para calibrar sensores de temperatura y transductores de presión. (de acuerdo a instrucciones del fabricante) utilizando instructivo del área de metrología que hace parte del sistema de gestión.

- Uso de equipos patrón (manómetros, termohigrómetros).
- Registro de actividades en la hoja de vida del instrumento.
- **Verificación:**
- Procedimientos similares a la calibración.
- Documentación y registro de resultados.

Módulo 5: Configuración de Computadores de Flujo

- **Procedimiento de Configuración:**
- Manual del fabricante y recomendaciones.
- Configuración de variables y parámetros.
- Verificación de la correcta instalación y funcionamiento.
- **Registro en la Hoja de Vida:**
- Detalles de la configuración realizada.

Módulo 6: Generación y Ejecución de Órdenes de Trabajo

- **Creación de Órdenes de Trabajo:**
- Información general y específica que debe incluirse.
- Planificación y asignación de recursos.

- **Ejecución y Registro:**
- Pasos para la ejecución de las órdenes de trabajo.
- Registro de la ejecución y cierre de la orden de trabajo.

3. Material Didáctico

- **Presentaciones (PowerPoint):** Diapositivas para cada módulo con contenido teórico y visuales.
- **Manual de Capacitación:** Documento impreso o digital con todos los procedimientos detallados.
- **Videos Tutoriales:** Demostraciones prácticas de mantenimiento, calibración y configuración.
- **Ejercicios Prácticos:** Casos prácticos y simulaciones para que los participantes apliquen los conocimientos adquiridos.
- **Quiz y Evaluaciones:** Evaluaciones al final de cada módulo para asegurar la comprensión del material.

4. Implementación de la Capacitación

- **Sesiones Teóricas:**
- Presentación del contenido de cada módulo.
- Explicación de los procedimientos y normativas.
- **Sesiones Prácticas:**
- Demostraciones en vivo de mantenimiento, calibración y configuración.
- Prácticas supervisadas para que los participantes realicen las tareas ellos mismos.
- **Evaluación Final:**
- Examen teórico y práctico para evaluar el conocimiento y habilidades adquiridas.

- Certificación de los participantes que completen satisfactoriamente el curso.

5. Seguimiento y Actualización

- **Feedback de los Participantes:**
- Recopilación de comentarios y sugerencias.
- **Actualización del Material:**
- Revisión y actualización periódica del contenido del curso para incluir nuevas

normativas y procedimientos.

Conclusión

El desarrollo de este material de capacitación tiene como objetivo principal asegurar que el personal involucrado en el mantenimiento y operación de los computadores de flujo esté debidamente capacitado. Esto garantizará que las órdenes de trabajo se generen y ejecuten de manera eficiente, siguiendo los procedimientos establecidos, contribuyendo así a la mejora continua de la calidad y seguridad en la distribución de gas en Sur colombiana de Gas.



Desarrollo de Material de Capacitación

Esta presentación tiene como objetivo capacitar al personal en la generación y ejecución de órdenes de trabajo eficientes para el mantenimiento, calibración, verificación y configuración de computadores de flujo, que son parte fundamental del sistema de medición de gas natural según la normativa NTC 6167.



Introducción

1 Objetivo del Curso

Capacitar al personal en la generación y ejecución de órdenes de trabajo eficientes, así como en el mantenimiento, mantenimiento, calibración, verificación y configuración de computadores de flujo.

2 Duración del Curso

10 horas (2 horas teóricas, 8 horas prácticas)

3 Público Objetivo

Personal de metrología, técnicos de electrónica y otros involucrados en la medición y distribución de gas.

Módulo 1 - Fundamentos de los Computadores de Flujo

¿Qué es un Computador de Flujo?

Un computador de flujo es parte del sistema de medición según la norma NTC 6167, NTC 6167, que recibe, transforma y almacena las señales de salida, y puede transmitir y recibir datos.

Importancia en la Distribución de Gas

Los computadores de flujo son esenciales para la corrección de variables como temperatura, presión y gravedad específica, lo que garantiza la precisión en la medición y facturación del gas, cumpliendo con el estándar API capítulo 21.



Módulo 2 - Normativas y Regulaciones (Parte 1)

Normativas Colombianas (NTC)

- NTC 6167: Medición de Transferencia de Custodia de Gas Natural en Gasoductos
- NTC 3838: Presiones de Operación para Gases Combustibles
- Resolución 127 de 2013 de la CREG: Requisitos para Distribución de Gas Combustible
- Resolución 237 de 2020 CREG: Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo (GLP)



Módulo 2 - Normativas y Regulaciones (Parte 2)

Normativas Internacionales

- API MPMS 21.1: Flow Measurement Using Electronic Metering Systems
- ISO 9001: Sistemas de Gestión de Calidad
- ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental





Módulo 3 - Procedimientos Procedimientos de Mantenimiento

1

Mantenimiento Preventivo

El objetivo es mejorar la calidad en la medición mediante el mantenimiento preventivo, lo que implica la identificación del estado del equipo, la instalación de protecciones y la verificación de conexiones.

Módulo 3 - Procedimientos de Mantenimiento



1

Mantenimiento Anual

El mantenimiento anual incluye el uso de EPP, la verificación inicial del computador de flujo, la descarga de lecturas y el desmontaje del equipo siguiendo las instrucciones del fabricante.





Módulo 3 - Procedimientos de Mantenimiento

1

Limpieza y Ensamblaje

La limpieza se realiza con alcohol isopropílico y brocha suave, seguida del ensamblaje con chequeos de funcionamiento y calibración de transductores.

Finalmente, se procede a la reinstalación, conectando las señales y verificando la coincidencia de lecturas.



Módulo 4 - Calibración y Verificación

Calibración

Los procedimientos de calibración incluyen el uso de equipos patrón, equipos patrón, como manómetros y termohigrómetros, para calibrar los sensores de temperatura y transductores de presión del computador de flujo.



Verificación

La verificación sigue procedimientos similares a la calibración, con la documentación y registro de los resultados resultados obtenidos.

Módulo 5 - Configuración de Computadores de Flujo

1


Procedimiento de Configuración

La configuración de los computadores de flujo se realiza siguiendo las instrucciones del manual del fabricante y las recomendaciones, incluyendo la configuración de variables y parámetros, y la verificación de la instalación y funcionamiento.



Apéndice P

Instructivo Para el Mantenimiento Preventivo de Computadores De Flujo

	Instructivo para el mantenimiento preventivo de computadores de flujo	Código: SUR-M-I-PR-027
		Versión: 0
		Fecha: 06/05/2024
		Página: 1 de 4

Instructivo para el mantenimiento preventivo de computadores de flujo

Introducción

Este instructivo detalla los pasos a seguir para realizar el mantenimiento preventivo de computadores de flujo, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil.


Herramientas y equipos necesarios:

- Implementos de protección personal (EPP): Guantes, gafas de seguridad, casco, etc.
- Destornilladores
- Llaves Allen
- Pinzas
- Brocha de cerdas suaves
- Limpiador electrónico (alcohol isopropílico)
- Fuente de alimentación externa (batería HP)
- Cable RS232
- Software Field Manager
- Manual del fabricante

Procedimiento:

1. Medidas de seguridad:

- Asegúrese de cumplir con todas las normas de seguridad establecidas por la empresa y el fabricante.
- Use los EPP adecuados durante todo el procedimiento.
- Trabaje en un área limpia y bien iluminada.

	Instructivo para el mantenimiento preventivo de computadores de flujo	Código: SUR-M-I-PR-027
		Versión: 0
		Fecha: 06/05/2024
		Página: 2 de 4

- Desconecte el computador de flujo de la alimentación y la señal de presión antes de comenzar.

2. Verificación del estado:

- Encienda el computador de flujo y verifique que no haya alarmas en la pantalla LCD.
- Realice una descarga de lecturas según el manual del fabricante.

3. Desinstalación:

- Desconecte la señal de presión y la alimentación del computador de flujo.
- Desmóntelo del sistema de protección contra factores ambientales.
- Llévelo a un lugar seguro y realice el desensamble completo.
- Desconecte los sensores de temperatura, el transductor de presión y la placa base.

4. Limpieza:


- Limpie la placa base con un limpiador electrónico y una brocha de cerdas suaves.
- Limpie el gabinete del computador de flujo.

5. Ensamblaje:

- Vuelva a ensamblar el computador de flujo siguiendo los pasos del desensamble.
- Utilice las herramientas adecuadas y asegúrese de que todas las conexiones estén firmes.

6. Pruebas y calibración:

- Conecte el computador de flujo a una fuente de alimentación externa.
- Verifique las configuraciones del equipo y calibre el transductor de presión y los sensores de temperatura (si es necesario).
- Genere un informe de ajuste y calibración.

	Instructivo para el mantenimiento preventivo de computadores de flujo	Código: SUR-M-I-PR-027
		Versión: 0
		Fecha: 06/05/2024
		Página: 3 de 4

7. Instalación:

- Instale el computador de flujo en el sistema de protección contra factores ambientales.
- Conecte la señal de presión y el cable de pulsos.
- Encienda el computador de flujo y verifique que el cable de pulsos funcione correctamente.

8. Verificación final:

- Conecte el computador de flujo al software Field Manager mediante el cable RS232.
- Compare las lecturas del odómetro del medidor con el volumen no corregido en el computador de flujo.
- Verifique que el volumen registrado por el medidor coincida con el volumen no corregido en el computador de flujo.


9. Documentación:

- Registre todas las actividades realizadas durante el mantenimiento preventivo.
- Guarde el informe de ajuste y calibración.

Recomendaciones:

- Realice el mantenimiento preventivo de los computadores de flujo al menos una vez al año.
- Siga las instrucciones del manual del fabricante para cada paso del procedimiento.
- Si no está seguro de cómo realizar alguna tarea, consulte con un técnico calificado.
- Mantenga un registro actualizado del historial de mantenimiento de cada computador de flujo.

Conclusión


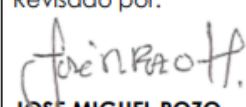

	Instructivo para el mantenimiento preventivo de computadores de flujo	Código: SUR-M-I-PR-027
		Versión: 0
		Fecha: 06/05/2024
		Página: 4 de 4

Siguiendo este instructivo, puede realizar el mantenimiento preventivo de sus computadores de flujo de manera segura y efectiva, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil.

HISTORIAL DE MODIFICACIONES Y CONTROL DE LOS CÁMBIOS

No	Fecha de aprobación	Descripción	Realizado por
0	06/05/2024	Creación del Documento	Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones

ESPACIO PARA APROBACIONES

Elaborado por:  Edwin Cuellar Rojas Auxiliar de Metrología e investigaciones	Revisado por:  JOSE MIGUEL ROZO HERNANDEZ Jefe de Metrología e investigaciones	Aprobado por:  ALVARO FABIAN GONZALES Director de Ingeniería y Desarrollo
---	---	---

Apéndice Q

Evaluación del Impacto de las Mejoras Implementadas

Evaluación del Impacto de las Mejoras Implementadas

Introducción

La capacitación impartida a los miembros del equipo de metrología y a los supervisores de municipio de Sur Colombiana de Gas ha sido parte de un esfuerzo continuo para mejorar la gestión y el mantenimiento de los computadores de flujo. Esta evaluación tiene como objetivo analizar el impacto de las mejoras implementadas a raíz de dicha capacitación, considerando los beneficios observados y las áreas que aún requieren atención.

Objetivos de la Evaluación

1. **Medir la Efectividad de la Capacitación:** Evaluar el grado de comprensión y aplicación de los conocimientos adquiridos durante la capacitación.
2. **Impacto en la Calidad de las Mediciones:** Analizar cómo las mejoras en los procedimientos han afectado la precisión y confiabilidad de las mediciones de gas.
3. **Eficiencia en el Mantenimiento:** Evaluar la efectividad del mantenimiento preventivo y correctivo de los computadores de flujo.
4. **Cumplimiento de Normativas:** Verificar el grado de adherencia a las normativas nacionales e internacionales tras la capacitación.

Metodología

La evaluación se basa en varios métodos de recopilación de datos:

- **Observación Directa:** Monitoreo de las actividades de mantenimiento y operación de los computadores de flujo.
- **Entrevistas y Encuestas:** Recopilación de opiniones y experiencias del personal capacitado y supervisores de municipio.

- **Análisis de Datos:** Revisión de registros y reportes de mantenimiento y calibración, así como los datos de medición de los computadores de flujo.

Resultados de la Evaluación

1. Efectividad de la Capacitación

- **Conocimiento y Habilidades:** Los participantes demostraron un alto nivel de comprensión y habilidad en las áreas clave tratadas durante la capacitación, como se evidenció en las evaluaciones teóricas y prácticas.
- **Aplicación Práctica:** En las semanas posteriores a la capacitación, se observó una correcta aplicación de los procedimientos aprendidos, especialmente en la configuración y mantenimiento preventivo de los computadores de flujo.

2. Impacto en la Calidad de las Mediciones

- **Precisión y Confiabilidad:** La implementación de los nuevos procedimientos ha resultado en una mejora notable en la precisión y confiabilidad de las mediciones. Los registros indican una reducción significativa en las discrepancias de medición y alarmas de error.
- **Consistencia de Datos:** Los supervisores de municipio han reportado una mayor consistencia en los datos de consumo de gas, facilitando una mejor planificación y control.

3. Eficiencia en el Mantenimiento

- **Mantenimiento Preventivo:** La adopción de un enfoque más sistemático y regular para el mantenimiento preventivo ha reducido el tiempo de inactividad de los equipos y ha prevenido fallas mayores.
- **Procedimientos de Calibración y Verificación:** Los procedimientos de calibración y verificación han sido seguidos con mayor rigor, asegurando que los equipos funcionen dentro de los parámetros establecidos.

4. **Cumplimiento de Normativas**

- **Adherencia a Normativas:** La capacitación ha asegurado que todos los procedimientos de mantenimiento y operación cumplan con las normativas nacionales (NTC 6167, NTC 3838, Resoluciones CREG) e internacionales (API MPMS 21.1, ISO 9001, ISO 14001).
- **Documentación y Registro:** Se ha mejorado la documentación y el registro de todas las intervenciones, facilitando la auditoría y seguimiento.

Beneficios Observados

- **Mejora en la Calidad y Seguridad:** Las mejoras implementadas han elevado el estándar de calidad y seguridad en la operación de los computadores de flujo.
- **Eficiencia Operativa:** La mayor eficiencia en el mantenimiento y operación ha optimizado el uso de recursos y reducidos costos.
- **Satisfacción del Personal:** El personal capacitado ha manifestado una mayor confianza en sus habilidades y comprensión de sus responsabilidades.


Recomendaciones y Áreas de Mejora

- **Capacitación Continua:** Se recomienda seguir con las sesiones de actualización periódicas para mantener al personal al día con las mejores prácticas y nuevas tecnologías.
- **Mejora en la Comunicación:** Fortalecer la comunicación entre el equipo de metrología y los supervisores de municipio para asegurar una coordinación eficiente.
- **Evaluación Regular:** Implementar evaluaciones regulares del impacto de las mejoras para ajustar y optimizar continuamente los procedimientos.

Conclusión

La capacitación y las mejoras implementadas han tenido un impacto positivo significativo en la gestión y mantenimiento de los computadores de flujo en Sur Colombiana de Gas. La precisión en las mediciones ha mejorado, el mantenimiento se realiza de manera más eficiente y se cumple rigurosamente con las normativas establecidas. Continuar con este enfoque de mejora continua garantizará que la empresa siga operando con altos estándares de calidad y eficiencia.

Atentamente,


Edwin Cuellar Rojas
Auxiliar de metrología e investigaciones
Sur Colombiana de Gas