

REPOSICIÓN DE ACTIVOS DE MEDICIÓN CON ENTREGA Y DESARROLLOS EN OPERACIÓN: OPTIMIZACIÓN OPERATIVA, IoT Y ENFOQUE ÁGIL

Entidad: Equipos y Controles Industriales S.A. – Bogotá, Colombia

Resumen

La medición y fiscalización de hidrocarburos constituye un pilar para la sostenibilidad financiera, la transparencia operativa y el cumplimiento regulatorio en sistemas de transporte por poliductos. En CENIT, los computadores de flujo son activos críticos para el control de volúmenes, la trazabilidad de productos y la facturación. Este artículo presenta la experiencia de reposición tecnológica de computadores de flujo OMNI, con aproximadamente veinte años de operación, hacia computadores SUMMIT 8800 de KROHNE, mediante un enfoque ágil adaptado a entornos industriales. Se describen dos proyectos ejecutados de forma paralela: la migración del sistema de medición en la estación Gualanday, ubicada en un poliducto estratégico para el país, y el desarrollo del sistema de medición y entrega en el terminal Pozos Colorados orientado a cargue de carrotanques. Se presentan los aprendizajes, resultados y beneficios estratégicos en términos de confiabilidad, flexibilidad operativa y evolución continua en operación.

Palabras clave: Medición fiscal; computadores de flujo; poliductos; terminales; metodología ágil; IoT industrial.

1. Introducción

En la cadena de valor de los hidrocarburos, la medición converge la operación técnica, la regulación y los ingresos económicos asociados al transporte y la comercialización. En sistemas multiproducto, pequeñas desviaciones pueden generar impactos financieros significativos y riesgos reputacionales para el operador. Los computadores de flujo ejecutan algoritmos de corrección, gestionan interfaces de productos y consolidan la información que soporta la fiscalización y la facturación; por ello, su reposición debe abordarse desde la gestión de activos y no como un cambio meramente tecnológico (American Petroleum Institute [API], s.f.; International Electrotechnical Commission [IEC], s.f.).

2. Operación de CENIT: poliductos, terminales y fiscalización

CENIT opera una red de transporte y almacenamiento de hidrocarburos en Colombia que incluye poliductos multiproducto y terminales de entrega. La coexistencia de múltiples productos, cambios frecuentes de

interface y condiciones comerciales diferenciadas exige altos niveles de confiabilidad y trazabilidad en la medición. En este contexto, la medición y la fiscalización garantizan la transparencia de balances, la integridad de la información de facturación y el cumplimiento normativo (API, s.f.).

Esquema lógico de operación y puntos de medición/fiscalización

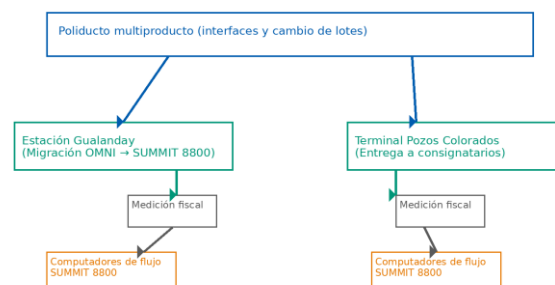


Figura 1. Esquema lógico de operación y puntos de medición/fiscalización.

3. Antecedentes tecnológicos

Los diferentes computadores de flujo operaron aproximadamente 20 años, alcanzando alta madurez operacional. Sin embargo, la obsolescencia de hardware, la dificultad de

reposición de repuestos, las limitaciones de integración digital y los requerimientos crecientes de ciberseguridad justificaron su reemplazo progresivo sin comprometer la continuidad del servicio (IEC, s.f.).

4. Selección y customización del SUMMIT 8800

El SUMMIT 8800 de KROHNE fue seleccionado por su capacidad de procesamiento, escalabilidad y compatibilidad con estándares modernos. Se realizó una customización específica para la operación real del poliducto y los esquemas de entrega de CENIT, habilitando operación multiproducto, diagnóstico avanzado e integración segura con sistemas de supervisión e IoT industrial (KROHNE, s.f.). Adicionalmente, el uso de tarjetas HART permitió optimizar cableado, reducir puntos de falla y mejorar el diagnóstico en campo.

5. Proyecto 1: Migración en estación Gualanday con enfoque ágil

La migración en la estación Gualanday se gestionó con un enfoque ágil desde la ingeniería, con entregas incrementales y revisión continua. El desarrollo corrió en paralelo a la procura, ejecutando construcción y pruebas en el Centro de Servicios en Bogotá. Se definió un Producto Mínimo Viable (PMV) para migrar el primero de tres computadores y, posteriormente, se implementó un laboratorio que emuló condiciones reales de campo, acelerando la validación y reduciendo el riesgo para los dos equipos restantes.

6. Proyecto 2: Terminal Pozos Colorados – entrega a consignatarios

En paralelo, el proyecto del terminal Pozos Colorados contempló el diseño y fabricación de un gabinete nuevo para la puesta en operación, y luego una evolución hacia una customización más profunda en operación. Las particularidades del proceso de cargue de

carrotaques exigieron funciones como marcación de productos, generación de tickets por vehículo y cortes periódicos para arqueos de entregas, con alta frecuencia de despachos.

7. Recuadro – Relevancia de la medición y fiscalización

- Transparencia de balances y control de pérdidas. (API MPMS)
- Integridad de datos y soporte de facturación. (API MPMS)
- Cumplimiento regulatorio y trazabilidad de entregas. (API MPMS)
- Resiliencia cibernética en sistemas críticos (acceso remoto seguro, segregación de redes). (IEC 62443)

8. Resultados y aprendizajes

Además de los beneficios cualitativos obtenidos, la ejecución de ambos proyectos evidenció resultados cuantitativos relevantes en esfuerzo de implementación y confiabilidad operativa. Durante la migración y puesta en operación en Gualanday y Pozos Colorados, no se presentaron paradas de planta ni fallas por integridad de los equipos, lo cual sustenta la efectividad del enfoque ágil y de las pruebas controladas previas a la migración.

Indicador	Resultado
Horas hombre – Estación Gualanday	3.763
Horas hombre – Terminal Pozos Colorados	2.698
Paradas de planta asociadas al equipo	0
Fallas por integridad del equipo	0

Tabla I. Indicadores clave (KPIs) de ejecución y confiabilidad.

9. Analítica de datos y desarrollos en línea

La nueva plataforma habilitó capacidades avanzadas de analítica de datos, permitiendo una mayor visibilidad del comportamiento de los procesos de medición. El acceso a variables en tiempo casi real facilitó el análisis de tendencias, la detección temprana de desviaciones y la toma de decisiones basada en datos.

Gracias a la metodología ágil, se realizaron desarrollos y ajustes en línea, reduciendo los tiempos de respuesta y permitiendo la mejora continua del sistema una vez en operación.

10. Metodología ágil y laboratorio de pruebas

En los proyectos se adoptó una metodología ágil adaptada a un entorno industrial crítico. Como habilitador clave, se desarrolló un laboratorio de pruebas en ECI que permitió ejecutar pruebas FAT incrementales, simular condiciones reales de operación y validar configuraciones antes de su despliegue en campo.

Este enfoque permitió que el sistema entrara en operación temprana y fuera optimizado progresivamente durante un periodo aproximado de un año.

11. Confiabilidad y seguridad de la información

Desde la perspectiva de seguridad de la información, la reposición tecnológica

permitió fortalecer los controles de acceso, la segregación de redes y el acceso remoto seguro. Estas capacidades son fundamentales en un contexto donde los sistemas industriales enfrentan crecientes amenazas cibernéticas.

La confiabilidad del equipo no solo se evaluó en términos de disponibilidad operativa, sino también en su capacidad para proteger la integridad y confidencialidad de la información de medición fiscal.

12. Resultados y beneficios estratégicos

La reposición de los computadores de flujo generó beneficios tangibles como la reducción de riesgos operacionales, la optimización de la instrumentación, el fortalecimiento de la fiscalización y la mejora en la capacidad analítica de la operación. Asimismo, se fortalecieron las capacidades locales y la autonomía técnica para futuras evoluciones del sistema.

9. Conclusiones

La reposición de activos de medición, abordada desde una visión integral de gestión de activos y metodologías ágiles, habilita evolución continua en operación y reducción de riesgos. El caso es replicable para infraestructura crítica de transporte de hidrocarburos (API, s.f.; IEC, s.f.).

Referencias (formato APA)

- American Petroleum Institute. (s.f.). Manual of Petroleum Measurement Standards (API MPMS). Washington, D.C.: API.
- International Electrotechnical Commission. (s.f.). IEC 62443: Industrial communication networks – IT security for networks and systems. Geneva: IEC.
- KROHNE. (s.f.). Summit 8800 Flow Computer – Technical Documentation. Duisburg: KROHNE Group.