



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



INTEGRACIÓN DE IBM MAXIMO CON POWER BI MEDIANTE CONSULTAS SQL A LA BASE DE DATOS DE ORACLE PARA LA GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DEL QUINDÍO EN EDEQ, GRUPO EPM

DARWIN CASTRO LUNA
EMPRESA DE ENERGÍA DEL QUINDÍO

Cra. 13 #14-17

Email: Darwin.castro@edeq.com.co

Armenia, Quindío – Colombia

RESUMEN

Este trabajo describe la integración de IBM MAXIMO con Power BI mediante consultas SQL directas a Oracle. La solución optimiza el seguimiento técnico y administrativo de órdenes de trabajo en subestaciones, permitiendo una visualización estratégica del cumplimiento del plan, tiempos de ejecución y uso de recursos. Actualmente en fase de implementación con resultados positivos, el proyecto mejora la eficiencia operativa y la calidad de los datos para la toma de decisiones. Representa un modelo escalable de gestión digital de activos que impulsa la transformación tecnológica del mantenimiento en el sector eléctrico, aprovechando la infraestructura corporativa existente.

Palabras clave: Gestión de Activos, IBM MAXIMO, Power BI, SQL, Subestaciones Eléctricas, Transformación Digital.

INTRODUCCIÓN

La gestión de activos en el sector de distribución de energía eléctrica exige una transición ágil hacia modelos de toma de decisiones basados en datos. En el entorno actual, la interoperabilidad entre los sistemas transaccionales de mantenimiento (EAM) y las herramientas de inteligencia de negocios (BI) es fundamental para garantizar la confiabilidad de la infraestructura crítica. Este documento expone cómo EDEQ ha evolucionado su estrategia de seguimiento de mantenimiento en

subestaciones, pasando de reportes estáticos a un ecosistema digital dinámico. El enfoque se alinea con la norma ISO 55000, buscando maximizar el valor de los activos a través de una visibilidad granular de las operaciones de campo y una gestión eficiente del capital humano y técnico. [1]

DECLARACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

En la gestión de activos de distribución eléctrica, la velocidad y calidad de la toma de decisiones está directamente condicionada por la arquitectura de los datos. Tradicionalmente, los sistemas transaccionales de mantenimiento ofrecen módulos de reporte estandarizados que, si bien cumplen funciones administrativas, presentan desafíos de rigidez en la visualización y latencia en la actualización de la información. Para el equipo de Mantenimiento de Subestaciones en EDEQ, se identificó la oportunidad de evolucionar hacia un modelo analítico que no dependiera de interfaces intermedias, las cuales limitaban la capacidad de personalización y la profundidad del análisis técnico requerido para la operatividad diaria.

El reto principal consistía en desvincular la inteligencia de negocios de las estructuras de reporte preconfiguradas para establecer un flujo directo desde la base de datos Oracle. Esta necesidad surge ante la demanda de indicadores de gestión en tiempo real y herramientas visuales adaptadas específicamente al flujo de trabajo del ingeniero de campo y el planeador. Al eliminar las capas de procesamiento convencionales, se buscó



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

implementar una metodología de extracción de valor que permitiera transformar registros crudos de órdenes de trabajo y tiempos laborados en activos de información estratégica, garantizando una respuesta inmediata ante desviaciones operativas y optimizando la asignación de recursos humanos y materiales bajo una narrativa de digitalización avanzada. [2]

OBJETIVO

Documentar el desarrollo e implementación de una solución tecnológica integral que conecte IBM MAXIMO con Power BI mediante consultas SQL directas a la base de datos Oracle. Se busca establecer una herramienta robusta para la planeación, seguimiento y toma de decisiones en el mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia, optimizando la toma de decisiones basadas en datos y permitiendo una gestión escalable con potencial de aplicación en todo el Grupo EPM y cualquier operador de red. En la figura 1, se puede observar gráficamente la hibridación de las herramientas en pro de optimizar el proceso ya mencionado.

METODOLOGÍA APLICADA

Análisis estructural y entendimiento de la base de datos: Como etapa inicial y fundamental, se realizó un estudio exhaustivo del diccionario de datos y la arquitectura de tablas de IBM MAXIMO sobre el motor Oracle. Este proceso permitió identificar las relaciones lógicas entre las entidades de mantenimiento, tales como órdenes de trabajo, planes de mantenimiento y registros de activos. El entendimiento profundo de este esquema relacional fue indispensable para asegurar que la extracción posterior fuera coherente con los procesos de negocio de EDEQ y para localizar los puntos exactos donde reside la información de valor técnico y administrativo.

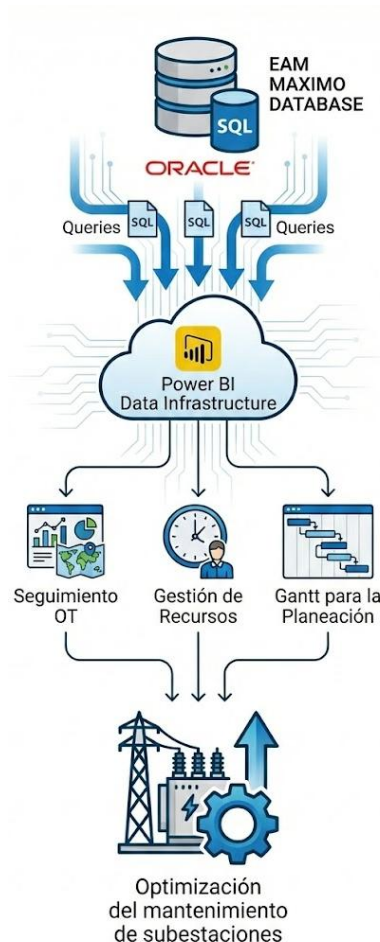


Fig 1. Diagrama de flujo de la solución.

Extracción, modelado y arquitectura de datos: Con la estructura clara, se procedió al diseño de consultas SQL optimizadas, diseñadas para interactuar directamente con el esquema de base de datos de Oracle. Este enfoque de conexión directa permitió eliminar intermediarios que tradicionalmente generan latencia o pérdida de granularidad en la información. Simultáneamente, se estableció una arquitectura de datos segura que soporta un motor de actualización automática en tiempo real, garantizando que los conjuntos de datos reflejen los cambios ejecutados en MAXIMO de manera inmediata y confiable para los usuarios finales. En la figura 2 se muestra de



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



manera simbólica cómo se conectan las consultas a la base de datos con una tabla “Maestra” llamada “WORKORDER” dentro del entorno de Power BI. Manteniendo las mismas llaves de conexión con las que trabaja el Front de MAXIMO.

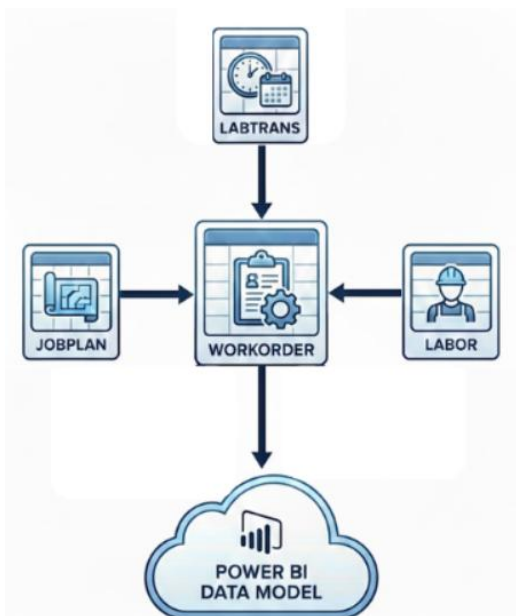


Fig 2. Conexión entre tablas análogas a la BD de MAXIMO directamente en Power BI.

Desarrollo de visualizaciones especializadas: La fase de construcción se centró en la implementación de tableros analíticos diseñados para cubrir el ciclo completo del mantenimiento sobre los activos de las subestaciones eléctricas. El primero, enfocado en el seguimiento de ordenes de trabajo, permite el monitoreo desde la creación hasta el cierre técnico; el segundo, dedicado al control de recursos, ofrece una visualización detallada de horas hombre invertidas, materiales y herramientas usadas; y el tercero consiste en un diagrama de Gantt, que proporciona una representación gráfica de la programación completa de mantenimiento, permitiendo una visión macro de la operación que facilita la planeación a largo plazo.

Validación y Puesta en Marcha: Una vez consolidada la herramienta, se ejecutó una fase de validación operativa mediante pruebas piloto en el área de subestaciones. Durante este periodo, se contrastaron los indicadores generados (KPIs) frente a la realidad de campo, permitiendo realizar ajustes finos en la lógica de las consultas y en la interfaz de usuario. Tras asegurar la precisión de los datos y la estabilidad de la conexión, se realizó la puesta en marcha oficial, entregando una plataforma ajustada a las necesidades específicas del equipo y lista para soportar la toma de decisiones basada en evidencia. [3]

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La solución desarrollada se despliega a través de tres nodos de visualización interconectados que transforman los datos de MAXIMO en herramientas de control táctico y estratégico.

Monitoreo dinámico y trazabilidad de órdenes de trabajo, este tablero centraliza la gestión del ciclo de vida de las OT en el sistema eléctrico del Quindío, permitiendo:

- Segmentación avanzada por ventanas temporales, niveles de criticidad y tipos de mantenimiento (preventivo, correctivo o predictivo), facilitando la visualización del valor planeado frente al ejecutado.
- El uso de georreferenciación, donde la ejecución en campo se representa mediante un mapa de burbujas; en este, el diámetro de cada nodo es directamente proporcional al tiempo invertido, permitiendo identificar geográficamente los activos que demandan mayor esfuerzo técnico
- Filtrado por niveles de tensión, logrando especial monitoreo al nivel de tensión IV, necesario dada su relevancia regulatoria y su



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



impacto en los indicadores de calidad del servicio.

- Enfoque de mantenimiento, permitiendo ver la principal destinación del recurso, evidenciando si el mantenimiento preventivo se hace de manera efectiva al poderse contrastar con el mantenimiento correctivo.
- Visualizar del KPI de avance porcentual del plan de mantenimiento y una curva de evolución mensual que permite detectar desviaciones estacionales en la ejecución de la carga de trabajo.

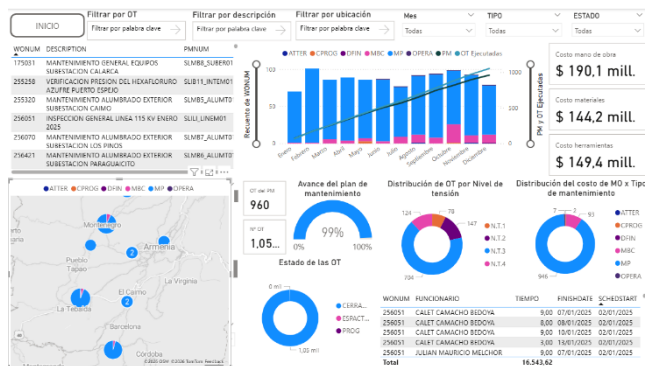


Fig 3. Tablero de seguimiento de OT.

Planeación táctica mediante Diagrama de Gantt automatizado, herramienta fundamental para la coordinación de actividades de alta complejidad en subestaciones, permite:

- Programación multivariable: Visualización por cuadrillas y subestaciones del tiempo programado, el avance real de las OT y la carga de trabajo pendiente en una línea de tiempo continua.
- Disparador logístico para actividades críticas: Identificación de tareas de larga duración que demandan logística adicional, tales como personal de refuerzo, vehículos especiales, materiales críticos o desenergizaciones.
- Optimización de ventanas de oportunidad: Facilita la planificación de actividades de

mejora o mantenimiento menor con el tiempo disponible al finalizar las órdenes del plan, maximizando la productividad en sitio.

- Gestión de cumplimiento: Seguimiento individual a la duración de cada actividad y visualización de fechas de vencimiento para asegurar el cumplimiento estricto de los compromisos técnicos y regulatorios.

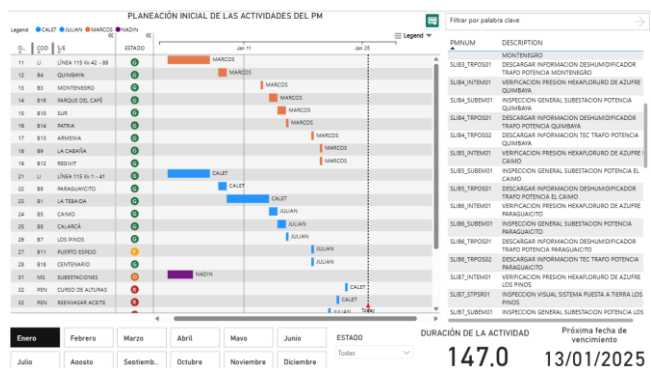


Fig 4. Diagrama de Gantt del plan de mantenimiento con los tiempos de la base de datos.

Optimización del talento humano y gestión del recurso usado, este módulo está diseñado para maximizar la eficiencia de las cuadrillas y el uso del recurso, destacando las siguientes funcionalidades:

- Mapa de calor (Heatmap) de asignaciones: Calendario interactivo que permite controlar visualmente los límites de carga laboral, evitando la sobreasignación y garantizando el cumplimiento de los tiempos de descanso y seguridad.
- Categorización del tiempo: Discriminación detallada entre tiempo ordinario y tiempo extra, permitiendo un control presupuestal riguroso sobre el costo de la mano de obra.
- Análisis de uso efectivo: Medición de los tiempos de desplazamiento frente al tiempo efectivo de intervención en el activo, facilitando la optimización de rutas y la logística de transporte.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



- **Seguimiento al valor de los recursos:** Desagregación del costo de mano de obra, materiales y herramientas usadas en las ordenes de trabajo, importante para la planeación del flujo de caja empresarial y la presupuestación futura.

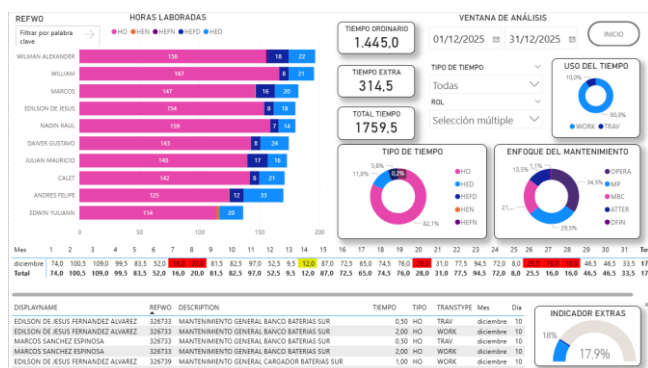


Fig 5. Tablero para la gestión del recurso.

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

La transición de reportes estáticos a un ecosistema analítico en tiempo real ha transformado la operatividad de EDEQ, arrojando resultados que impactan tanto la eficiencia técnica como la cultura organizacional de gestión de activos. [4]

- **Optimización de la eficiencia administrativa:** Reducción del 95% en los tiempos de consolidación de reportes, eliminando procesos manuales de recolección de datos y garantizando disponibilidad de información técnica en tiempo real con actualizaciones automáticas programadas.
- **Integridad y confiabilidad de la información:** Garantía del 100% en la trazabilidad y calidad de los datos respecto al motor Oracle de IBM MAXIMO, suprimiendo errores humanos de transcripción y eliminando las discrepancias de información típicas de las exportaciones a hojas de cálculo.

- **Visibilidad de la carga de trabajo crítica:** Capacidad de procesar y filtrar grandes volúmenes de información (Big Data) para identificar órdenes de trabajo que anteriormente podían quedar rezagadas, asegurando que ninguna actividad de mantenimiento regulatorio o técnico se pierda por falta de visibilidad.

- **Democratización y movilidad del dato:** Implementación del acceso vía dispositivos móviles, permitiendo que el personal de campo visualice el avance del plan de mantenimiento y se convierta en veedor directo de la calidad de la información, fortaleciendo la cultura de "decisiones basadas en datos" en todos los niveles.

- **Profesionalización de la comunicación estratégica:** Evolución hacia presentaciones de alto nivel técnico y gerencial mediante visualizaciones dinámicas, facilitando la identificación de cuellos de botella y la gestión proactiva de recursos ante la alta dirección del Grupo EPM.

- **Mitigación de riesgos regulatorios:** Seguimiento granular al nivel de tensión IV, permitiendo una reacción inmediata ante desviaciones en los indicadores de calidad del servicio que impactan directamente el cumplimiento normativo.

DISCUSIÓN TÉCNICA Y CONCLUSIONES

La superioridad técnica de esta solución radica en el desligue estratégico de las interfaces de reporte convencionales para adoptar un modelo de soberanía absoluta sobre el dato. Al interactuar directamente con el esquema relacional de IBM MAXIMO en Oracle, se han superado las barreras de latencia y rigidez visual que limitaban la respuesta operativa en EDEQ. Esta arquitectura



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



permite que la toma de decisiones pase de un modelo basado en percepciones o reportes estáticos a uno fundamentado en evidencia técnica irrefutable, donde la granularidad de la información permite un control total sobre el ciclo de vida de los activos de subestaciones. La integración de consultas SQL optimizadas garantiza que la carga de trabajo sea visible en su totalidad, eliminando el riesgo de que actividades críticas o de cumplimiento regulatorio, especialmente en niveles de tensión IV, queden diluidas en grandes volúmenes de datos.

Desde una perspectiva operativa, el impacto más significativo se observa en la democratización de la información y la mejora sustancial en la calidad de los datos. La capacidad de compartir estos tableros analíticos mediante plataformas móviles ha transformado al personal de campo en veedores activos del avance técnico, cerrando la brecha entre la planeación administrativa y la ejecución real. Este ecosistema digital no solo optimiza la logística de materiales, cuadrillas y descargos operativos, sino que eleva el estándar de las presentaciones profesionales ante la alta gerencia, permitiendo discusiones tácticas de alto nivel basadas en indicadores dinámicos y mapas de calor de asignación de recursos que antes eran técnicamente inviables de consolidar con agilidad.

En conclusión, este proyecto demuestra que la transformación tecnológica del mantenimiento en el sector eléctrico no requiere necesariamente de grandes inversiones en licenciamiento externo, sino de una ingeniería de datos aplicada que aproveche la infraestructura corporativa existente. La solución se alinea estrictamente con los pilares de la gestión de activos bajo la norma ISO 55001, maximizando la disponibilidad de la infraestructura y asegurando la sostenibilidad del negocio. Al eliminar el error humano en el procesamiento manual y suprimir el flujo de papel, EDEQ no solo mejora su eficiencia operativa y su

reputación técnica ante el Grupo EPM, sino que contribuye directamente a la descarbonización de sus procesos, consolidando un modelo de gestión digital que es totalmente escalable y replicable en cualquier entorno de distribución de energía. [5]

REFERENCIAS

- [1] ISO 55001:2024, "Asset management — Management systems — Requirements", International Organization for Standardization, Ginebra, 2024.
- [2] IEEE Standards Association, "IEEE Guide for Electric Power Substation Automation and Data Management", IEEE Standard 1615, Nueva York, 2023.
- [3] Microsoft Press, "Power BI Architecture and Enterprise Deployment Strategies: Data Modeling and Visualization", Redmond, WA, 2024.
- [4] McKinsey & Company, "The digital future of maintenance: How to leverage data for asset productivity", McKinsey Global Institute, 2023.
- [5] CIGRE, "Working Group B5.63: Protection, Control and Monitoring of Substation Assets", Technical Brochure 812, Paris, 2020.

HOJA DE VIDA

Darwin Castro Luna: Ingeniero electricista egresado de la Universidad Tecnológica de Pereira con el reconocimiento de "estudiante distinguido", Tecnólogo en Electricidad Industrial egresado del Servicio Nacional de Aprendizaje, diplomado en análisis de datos, diplomado en gestión de la responsabilidad social de las organizaciones, diplomado en optimización del mantenimiento de subestaciones, con experiencia en instalaciones



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



eléctricas industriales, en la planeación y seguimiento a la ejecución de obras eléctricas en media tensión y en la planeación y ejecución del mantenimiento de subestaciones de media y alta tensión. Cuenta con amplio conocimiento en normativas regulatorias para operadores de red en Colombia. Su perfil está orientado a la optimización de procesos mediante herramientas tecnológicas digitales y analógicas.

Datos de contacto:

1. Nombre del autor: Darwin Castro Luna
2. Teléfono
 - a. Residencia: N/A
 - b. Oficina: (606) 741 3100 – Cel: 115
 - c. Celular: 3205976576
3. Dirección del autor
 - a. Residencia: Edificio Britania, Carrera 11 # 9-79
 - b. Oficina: Edificio EDEQ, Carrera 13 N° 14-17 – Expansión y Reposición.
 - c. E. mail: Darwin.castro@edeq.com.co
 - d. Ciudad: Armenia, Quindío.
 - e. País: Colombia