



Tecnologías Avanzadas para el fortalecimiento del Mantenimiento **Predictivo de Ductos y Otras Infraestructuras Lineales**

Luis Polanco - Calle 140 # 11-45 | Oficina: 512 Bogotá – Colombia

E.mail: marketing@lpim.com.co

Jesús Lasso – Calle 20 Norte # 16N27 Popayán - Colombia

E.mail: jesus.lasso@lpim.com

Resumen

La industria de Oil & Gas y las infraestructuras lineales de alto valor estratégico enfrentan el reto de supervisar miles de kilómetros de activos distribuidos en entornos geográficos complejos, donde la confiabilidad operativa, el control del riesgo y la eficiencia son imperativos críticos.

La incorporación de Vehículos Aéreos No Tripulados (UAVs) equipados con sensores de vanguardia como LiDAR, cámaras térmicas radiométricas y sistemas ópticos RGB de ultra resolución, combinados con algoritmos avanzados de inteligencia artificial (AI), análisis geoespacial multitemporal y gemelos digitales integrados a plataformas BIM/GIS, habilita un ecosistema de inspección de precisión que supera ampliamente las capacidades del monitoreo tradicional.

Estos sistemas permiten detectar anomalías superficiales, subterráneas y estructurales, cuantificar cambios con exactitud centimétrica y generar evidencia técnica trazable para soportar decisiones de mantenimiento predictivo.

Este artículo presenta la arquitectura metodológica, las tecnologías habilitadoras y los casos de uso que demuestran la efectividad de este enfoque aplicado a

poliductos, oleoductos, gasoductos, líneas eléctricas, infraestructura de telecomunicaciones, batimetría de cuerpos de agua, detección de tuberías enterradas mediante GPR, identificación remota de metano, diagnóstico patológico de estructuras civiles e inspección segura en túneles y espacios confinados. El propósito es mostrar cómo la convergencia UAV-IA-geomática permite elevar los estándares de integridad, reducir costos y mitigar riesgos, posicionando estas soluciones como un habilitador clave de la ingeniería 4.0 en Latinoamérica.

Oportunidad

Maximizar la confiabilidad y disponibilidad de ductos e infraestructuras críticas mediante la captura sistemática de eficiencias operativas, reducción de costos OPEX y mitigación de riesgos a lo largo del ciclo de vida de los activos.

Objetivo

Fortalecer la Gestión de Activos mediante tecnologías innovadoras que permitan generar un marco integral de Mantenimiento Predictivo basado en riesgo (RBI) que: (i) modela y reduce la Probabilidad de Falla (PoF) mediante inspección multifuente y analítica de condición; (ii) mitiga la Consecuencia de Falla (CoF) en dimensiones de seguridad, ambiente y continuidad operativa; (iii) prioriza el mantenimiento por criticidad (PoF×CoF); y (iv) optimiza KPIs de desempeño.



Metodología

La Implementación de algoritmos de Inteligencia Artificial (AI), la integración con BIM y otras tecnologías de vanguardia para la inspección y el monitoreo en tiempo real, generan eficiencias en tiempo, costo y riesgos para el fortalecimiento de la gestión de activos vía el mantenimiento predictivo.

- **Vehículos Aéreos No Tripulados (UAVs):** Emplea drones de ala fija y multirrotores de alto rendimiento (ie, el Wingtra Ray, DJI Matrice 400, Autel II RTK, etc.) capaces de cubrir diariamente amplias distancias con precisión centimétrica. Estos UAVs operan con pilotos certificados bajo normas aeronáuticas, garantizando seguridad y cumplimiento regulatorio.
- **Sensores Multisensoriales:** Integración de sensores de última generación, incluyendo cámaras RGB de alta resolución, cámaras térmicas infrarrojas, sensores LiDAR para mapeo, cámaras multiespectrales, ecosondas para batimetría, radares de penetración terrestre (GPR) para detección subterránea y/o sensores especializados con detectores láser de metano (p.ej., tecnología *Laser Falcon*) para identificar fugas de gas. Esta suite multisensorial permite recolectar información visual, térmica, estructural y geofísica detallada.
- **Algoritmos de Inteligencia Artificial & Análisis Geoespacial:** Los datos brutos capturados son procesados mediante IA y software geomático especializado (Pix4D, ArcGIS Pro, GlobalMapper, etc.), identificando automáticamente anomalías y cambios

en el terreno o la infraestructura. Por ejemplo, algoritmos de visión artificial detectan instalaciones no autorizadas, puntos calientes o vegetación intrusiva, mientras que análisis multitemporal resaltan variaciones entre inspecciones periódicas. Un flujo de trabajo integrado en la nube (Microsoft 365) permite que los expertos en geotecnia, integridad y ambiente validen los hallazgos y generen informes técnicos.

- **Modelos Digitales y Gemelos Digitales:** A partir de fotogrametría y LiDAR, se construyen ortomosaicos georreferenciados y modelos digitales 2D/3D de alta resolución de la infraestructura y su entorno. Estos modelos sirven como *gemelos digitales* sincronizados con videos livestream y timelapse, integrados en plataformas BIM/GIS. Dichos gemelos permiten visualizar el estado actual de los activos, simular escenarios de fallo y planificar mantenimiento con base en datos en tiempo real.
- **Dashboards Interactivos:** se proporcionan tableros de control en Power BI y ESRI que centralizan los indicadores clave de la inspección para que el cliente visualice alertas tempranas (por ejemplo, detección de un deslizamiento incipiente o un punto de corrosión elevado) y pueda supervisar el progreso del mantenimiento en una línea de tiempo interactiva. Esto agiliza la toma de decisiones en tiempo real, habilitando respuestas proactivas antes que los problemas escalen.

Producto de la integración tecnológica, se pueden cubrir grandes extensiones de infraestructura en menos tiempo que los métodos tradicionales, con datos más detallados y frecuentes. Un dron puede inspeccionar en horas lo que antes tomaba días o semanas con patrullas a pie o helicóptero. Esto se traduce en inspecciones más frecuentes y exhaustivas, reducción significativa de costos (al prescindir cuadrillas y/o helicópteros), optimización



de la gestión predial y la mitigación de **riesgos** al disminuir la exposición del personal. Además, la combinación de sensores térmicos, LiDAR y magnetometría permite la identificación temprana de problemas potenciales – fugas, corrosión, daños estructurales, crecimientos de vegetación y conexiones subestándar – antes de que se conviertan en fallos críticos.

Resultados/casos de éxito

Monitoreo Integral de Derechos de Vía en Oleoductos, Gasoductos y Poliductos

El derecho de vía (DDV) de los ductos de transporte de hidrocarburos requiere vigilancia constante para prevenir riesgos geotécnicos, ambientales y de seguridad pública. Las inspecciones aéreas permiten identificar a tiempo amenazas y cumplir las regulaciones de integridad de ductos.

Mediante sobrevuelos con drones equipados con cámaras RGB y/o LiDAR de alta resolución, se detectan tempranamente riesgos geotécnicos (deslizamientos, erosiones, socavaciones), proliferación de maleza y vegetación invasora, así como la ocupación no autorizada del DDV (construcciones ilegales, talas, etc.) Adicional, se identifican instalaciones no estándar en el ducto – por ejemplo, conexiones o válvulas clandestinas – que comprometen la integridad de la tubería. Los datos recopilados se plasman en productos cartográficos y analíticos de valor: ortomosaicos georeferenciados de toda la franja del ducto, análisis multitemporales comparando el estado actual con inspecciones previas, vídeos comparativos antes y después y reportes técnicos con recomendaciones de mantenimiento proactivo.

Por ejemplo, tras una inspección reciente a un oleoducto, LPIM entregó tablas detalladas (en formato GIS/Excel) con la cuantificación de puntos críticos (deslizamientos incipientes, árboles a talar, vallados ilegales) para planificar las obras de mantenimiento. Esta información permitió al operador priorizar intervenciones antes de la temporada de lluvias, evitando potenciales roturas o suspensiones del servicio.

Además del monitoreo rutinario, se realizan estudios especializados de Clase de Localidad y Áreas de Alta Consecuencia (HCA) en ductos, actualizando la clasificación del entorno del oleoducto según normativa vigente. Con apoyo de levantamientos geoespaciales, se realiza inventario de las viviendas y estructuras a lo largo del derecho de vía y se determinan tramos de consecuencia moderada/alta conforme a la *Mega Rule* de PHMSA (EE. UU.). En un caso de éxito.

Casos de éxito: En el proyecto de revestimiento de un gasoducto en el norte de Colombia, se implementó el monitoreo digital del progreso de obra. Mediante UAVs y software especializado (Pix4DMapper, Pix4DCloud), se documentó diariamente el estado del gasoducto expuesto y la aplicación del nuevo recubrimiento. Se generaron ortomosaicos y modelos 3D del tramo intervenido, integrados en un tablero de control para el cliente. Gracias a la analítica de AI, se automatizó el cálculo de volúmenes de tierra movida y se comparó el avance real vs. planificado en cada etapa. Este enfoque demostró una eficiencia muy superior al método tradicional: la gerencia del proyecto recibió informes de avance casi en tiempo real, reduciendo retrasos y permitiendo correcciones inmediatas, algo que antes requería inspecciones presenciales esporádicas. Los resultados muestran cómo el uso de drones e AI en mantenimiento de ductos acortó tiempos de supervisión de semanas a horas y generó ahorros de costo superiores al 30% respecto a esquemas convencionales.



En otro caso de éxito, LPIM llevó a cabo la actualización de un estudio de clase de localidad para una importante red de gasoductos, identificando nuevas zonas pobladas cercanas a la tubería; el resultado fue la reclasificación oportuna de segmentos y la adecuación de planes de inspección según el mayor riesgo, garantizando cumplimiento regulatorio y seguridad pública.

Inspección Aérea de Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones

La integridad de las líneas de transmisión eléctrica, torres de energía y antenas de telecomunicaciones es fundamental para la continuidad del servicio eléctrico y de comunicaciones. Se utilizan drones de última generación equipados con cámaras térmicas, sensores LiDAR y RGB. Esta combinación tecnológica permite evaluar en detalle componentes en altura sin interrupción del servicio ni riesgos para el personal, eliminando la necesidad de escalar torres o programar cortes.

Las líneas de transmisión y distribución eléctrica son inspeccionadas con cámaras RGB de alta resolución para detectar daños visibles en cables, aisladores quebrados, elementos sueltos (grapas, tornillería) e identificar vegetación que pudiera causar interferencias o cortocircuitos mientras que las cámaras termográficas revelan *puntos calientes* en conexiones, empalmes o transformadores – signos tempranos de sobrecarga eléctrica o mala conexión – antes de que deriven en una falla o incendio. Por su parte, el sensor LIDAR genera un modelo 3D de las líneas y torres, facilitando mediciones precisas de las distancias de seguridad (por ejemplo, separación entre cables y vegetación) y

detectando deformaciones estructurales en las torres.

En torres de energía y subestaciones, el dron recorre cada estructura examinando soldaduras, pernos, barras y equipos: se pueden detectar en etapas tempranas fenómenos de corrosión en elementos metálicos, grietas en estructuras, fugas (p.ej. de aceite en transformadores) y puntos de calor anómalos en seccionadores o interruptores. En torres de tele - comunicaciones, LPIM verifica el azimut e inclinación de antenas, el estado de cables y plataformas, generando también modelos 3D que sirven para planificar expansiones o reconfiguraciones de equipos. En parques solares, drones equipados con cámaras infrarrojas inspeccionan rápidamente los paneles fotovoltaicos, identificando celdas sobrecalentadas o sucias que indiquen pérdida de eficiencia, lo que permite programar limpiezas o recambios oportunos.

Cartografía Batimétrica con UAV

La batimetría consiste en medir la profundidad y morfología de cuerpos de agua (ríos, lagos, embalses, canales) para proyectos de ingeniería y ambientales. Tradicionalmente, se utilizan botes equipados con ecosondas, lo cual puede ser costoso, lento y de alto riesgo en ciertas condiciones. LPIM ha revolucionado esta actividad mediante UAVs acuáticos o drones equipados con ecosondas de alta precisión, capaces de realizar levantamientos batimétricos sin necesidad de embarcaciones tripuladas. Estos drones navegan o vuelan a baja altura sobre la superficie del agua siguiendo rutas preprogramadas, emitiendo pulsos de sonar que registran la profundidad con exactitud centimétrica.

Esta metodología duplica la eficiencia respecto a métodos convencionales, llegando a ser “2 veces más rentable” al evitar costos de embarcaciones y personal en campo. El riesgo operativo también disminuye, ya que no hay contacto físico con aguas turbulentas, contaminadas o de difícil acceso. El resultado es un modelo batimétrico 2D/3D



detallado del lecho del cuerpo de agua, con cálculos volumétricos y perfiles transversales precisos, listo para integrarse en plataformas CAD/GIS (AutoCAD, Google Earth, ArcGIS) aplicable en planificación de dragados, construcción de muelles, control de sedimentos en embalses, monitoreo ambiental de cauces, perfilado de ríos para cálculos de caudal e incluso definición de trazados óptimos para nuevos oleoductos subfluviales y puentes basándose en la topografía subacuática.

Caso de éxito: En un proyecto de dragado portuario, se mapeó el fondo de un canal navegable de 5 km de longitud en un tercio del tiempo estimado con técnicas tradicionales. El modelo 3D resultante reveló zonas de alta sedimentación no consideradas previamente, permitiendo optimizar el plan de dragado y reduciendo en 20% el volumen de material a remover. Asimismo, el uso de drones evitó exponer buzos en aguas con corrientes fuertes. La autoridad portuaria destacó la rapidez y seguridad del levantamiento, recalcando que pudieron reabrir la vía marítima antes de lo programado gracias a la información oportuna recolectada.

Detección de Tuberías y otros dispositivos enterrados

Muchas instalaciones enterradas (tuberías de gas, petróleo, agua, cables) carecen de planos actualizados o permanecen ocultas tras años de modificaciones. Para afrontar esta incertidumbre del subsuelo, LPIM emplea drones con Radar de Penetración Terrestre (GPR) orientado al suelo, que permiten la detección no invasiva de tuberías enterradas y otras infraestructuras subterráneas. Al sobrevolar o recorrer el terreno en malla, el radar emite señales electromagnéticas hacia el subsuelo y capta

los reflejos de objetos enterrados, generando un mapa de anomalías que revelan la ubicación de ductos u oquedades.

Este servicio proporciona mapeos precisos de ductos subterráneos (gasoductos, oleoductos, acueductos) incluyendo profundidad y alineación, incluso si carecían de registros cartográficos. También permite descubrir líneas no registradas (por ejemplo, antiguas tuberías fuera de uso o instalaciones clandestinas) y actualizar los planos de servicios públicos de un área urbana. Una aplicación crucial en obras de excavación al conocer de antemano la ubicación de cables y tuberías ocultas, lo que previenen daños accidentales durante la construcción, evitando costosos y cortes de servicio. Complementariamente, se integran datos de magnetómetros en casos necesarios para distinguir tuberías metálicas de poliméricas.

Caso de éxito: En 2024, una compañía de oleoductos contrató el servicio para localizar una sospechada derivación ilícita en un poliducto rural. El dron equipado con GPR sobrevoló la franja del ducto y detectó una anomalía a 1.5 metros de profundidad cerca del kilómetro 42. Al excavar, se halló una conexión clandestina con mangueras destinadas al hurto de combustible. La intervención oportuna permitió sellar la toma ilegal y evitar un desastre ambiental. En el mismo levantamiento, se identificaron dos tramos de tubería enterrada no registrados en los planos originales – remanentes de oleoductos más antiguos – información valiosa que fue incorporada al GIS del cliente. Este caso evidenció cómo la detección con GPR en drones puede descubrir amenazas ocultas bajo tierra y mejorar el conocimiento del subsuelo para la toma de decisiones de mantenimiento.

Detección de Fugas de Metano (CH₄)

Las fugas de gas metano en ductos y facilidades de producción representan riesgos de seguridad e impacto ambiental significativo. Se han incorporado detectores de metano de alta sensibilidad en drones



para la localización temprana de emisiones de CH₄. Uno de los dispositivos empleados es el sensor láser tuneable (Laser *Falcon* u otros similares), capaz de identificar concentraciones de metano en ppm volando sobre ductos e instalaciones. Alternativamente, se usan cámaras infrarrojas de imagen óptica de gas (OGI) para visualizar penachos de gas invisibles al ojo humano en instalaciones industriales.

En una inspección típica, el dron recorre el trazado del ducto a baja altura o sobrevuela cabezales de pozos, “olisqueando” metano en tiempo real. Cuando el sensor detecta una pluma de gas, marca la localización GPS y cuantifica la tasa de fuga estimada. Estas lecturas precisas permiten al operador reaccionar de inmediato, planeando cuadrillas de reparación en el sitio de la fuga.

Caso de éxito: en una importante transportadora de gas natural se identificaron cuatro fugas pequeñas que no habían sido detectadas por los medidores de balance, mediante drones equipados con detector CH₄ en un recorrido de 200 km de un gasoducto montañoso. Tres de ellas se localizaron en válvulas de alivio con empaques deteriorados, y otra en una brida flange con fuga percolante. Todas fueron reparadas en semanas, reduciendo emisiones equivalentes a 80 toneladas de CO₂ al año. Este enfoque proactivo de detección remota mejora la seguridad al disminuir la acumulación de gas inflamable y contribuye a las metas ambientales de reducción de emisiones fugitivas. La combinación de drones e AI también facilita revisiones periódicas tras eventos sísmicos para asegurar la integridad de la red de gasoductos.

Patología de Grandes Estructuras Civiles y Vías

Los servicios se extienden a la inspección y al diagnóstico de la salud estructural de puentes, represas, muros de contención, vías y otras grandes estructuras. Mediante UAVs con cámaras de ultra alta definición, sensores LiDAR y cámaras multiespectrales, se realiza un barrido completo de la estructura para diagnosticar la patología. Este servicio es especialmente útil para infraestructura envejecida o tras eventos extremos (terremotos, crecientes).

Las cámaras RGB de alto detalle capturan imágenes cercanas de la superficie de la estructura, pudiendo detectar grietas, fisuras, exfoliación de concreto, corrosión en armaduras expuestas o pernos, y cualquier indicio de deterioro material. El LiDAR aporta un modelo 3D preciso de la geometría actual del elemento, con el que se pueden medir deformaciones o deflexiones respecto a planos o inspecciones previas (por ejemplo, asentamiento de un estribo de puente, o ligera inclinación de un muro). Con cámaras multiespectrales e infrarrojas se detectan problemas no visibles en espectro visible, como humedad interna, filtraciones o áreas con distinta reflectancia asociadas a materiales degradados.

Este análisis integral permite *anticipar fallas* mediante la identificación de discontinuidades antes de que sean perceptibles en inspecciones visuales convencionales, lo que abre la puerta al mantenimiento predictivo. Por ejemplo, en la inspección de un puente vial de gran longitud, los drones detectaron inicio de corrosión en las vigas interiores y un desplazamiento milimétrico en una junta de expansión. Gracias a ello, se programó un refuerzo estructural antes de que se comprometiera la seguridad del puente. Igualmente, en una hidroeléctrica LPIM identificó humedades anómalas en el paramento aguas abajo, señal de posible filtración interna; el hallazgo fue confirmado por ingenieros geotécnicos y condujo a una intervención de sellado de la grieta de filtración.



Los resultados de la “patología digital” de estructuras contemplan informes técnicos incluyendo mapas de daños, fotos georreferenciadas de cada patología encontrada y modelos 3D con anotaciones de las zonas afectadas, lo que facilita a los ingenieros estructurales planificar las reparaciones de forma precisa. Este enfoque mejora la seguridad de las infraestructuras críticas al detectar problemas incipientes que podrían pasar inadvertidos, evitando colapsos o cierres imprevistos mediante un mantenimiento predictivo planificado.

Caso de éxito: En 2026 se adelantará patología de 94 puentes con concesionario vial en Colombia.

Inspección de Túneles, Minas y Espacios Confinados

La exploración visual y estructural de túneles, galerías mineras y espacios confinados (p.ej., tanques, alcantarillas grandes) plantea riesgos particulares: condiciones de poca ventilación, oscuridad y difícil acceso. LPIM emplea drones especializados de inspección interior (de tamaño reducido, con protección anti-colisión) y robots terrestres, equipados con cámaras y sensores, para entrar en entornos hostiles sin exponer personas. A través de modelos 3D generados por fotogrametría láser y algoritmos de AI, se lleva a cabo el monitoreo de la estabilidad de taludes y revestimientos en túneles y minas.

En túneles viales o ferroviarios, los UAVs recorren la bóveda detectando grietas en el concreto, filtraciones de agua, deformaciones en el arco y midiendo el peralte y sección del túnel en toda su longitud. En minería subterránea, los

drones inspeccionan chimeneas, socavones y frentes de trabajo, identificando fracturas nuevas o acumulación de gases (mediante sensores ambientales). Cuando se trata de taludes abiertos en cortes de vía o minas a cielo abierto, LPIM con fotogrametría periódica y análisis comparativo; con AI puede anticipar movimientos de masa de tierra inestable antes de que colapsen.

Los reportes técnicos contemplan documentación visual georreferenciada de cada hallazgo. Por ejemplo, para la inspección de un túnel de alcantarillado antiguo, se pudo cartografiar en 3D toda la galería y pudo detectar una sección con desprendimiento de material y riesgo de falla, recomendando su intervención. En otro caso, en una mina subterránea de oro, los drones permitieron inspeccionar áreas con presencia de gas grisú (metano) que eran inseguras para brigadas humanas; se identificaron zonas de acumulación del gas y se mejoró el sistema de ventilación antes de reingresar personal. Estas experiencias confirman que la inspección remota en espacios confinados la seguridad y proporciona datos objetivos para la gestión del riesgo geotécnico.

Conclusiones

La aplicación de tecnologías avanzadas está redefiniendo las prácticas de mantenimiento en proyectos lineales. A través de drones de ala fija y multirrotorres, AI, análisis geoespacial, geomática y gemelos digitales, **es posible ver lo invisible** y anticipar problemas en ductos, líneas eléctricas, espacios confinados y otras infraestructuras críticas con un nivel de detalle y eficiencia sin precedentes.

Los casos de éxito han evidenciado la reducción de costos, mejora en la seguridad y en los estándares de confiabilidad de los activos.

La transformación digital como innovación y la AI potencian la gestión de activos al anticipar riesgos y optimizar recursos, garantizando la continuidad operativa de sus sistemas, y contribuyendo a un



futuro más seguro y sostenible. En adelante, se espera que la integración de estas tecnologías sea un pilar fundamental en los programas de gestión inteligente de activos mediante el fortalecimiento del mantenimiento predictivo.

La precisión de los datos transformados mediante tecnologías de vanguardia en información oportuna, se traduce en:

- Rapidez de la inspección y el reporte
- Diagnósticos confiables
- Respuesta oportuna ante contingencias
- Mejora en la seguridad operativa para la protección de la vida y los activos.
- Optimización de costos
- Aseguramiento de la información para el control interno y las auditorías de tercera parte

Bibliografía

[1] American Society of Mechanical Engineers (ASME B31.8S). 2022. Managing System Integrity of Gas Pipelines.

[2] Norma Técnica Colombiana (NTC 3728). 2011. Gasoductos. Líneas de Transporte y redes de distribución de gas.

[3] Norma Técnica Colombiana (NTC 5747). 2009. Gestión de Integridad de Gasoductos.

Autores

Luis Ernesto Polanco Patiño - Calle 140 # 11-45 |
Oficina: 512 Bogotá – Colombia

marketing@lpim.com.co

Ingeniero Civil con más de 35 años de trayectoria en infraestructura crítica y en el sector Oil & Gas, con formación en Finanzas (Universidad de los Andes), Gerencia Integral de Proyectos (Pontificia Universidad Javeriana) y Transformación Digital (MIT). Ha ocupado posiciones directivas en compañías nacionales e internacionales. Es cofundador de la Compañía LPIM, donde impulsa la transformación digital del mantenimiento e inspección mediante drones, inteligencia artificial (AI), análisis geoespacial y gemelos digitales, además de desarrollar capacidades académicas como diseñador del Diplomado en Tecnologías 4.0 de la Universidad Santo Tomás de Bogotá.

Jesús Alonso Lasso Lozano– Celular 318735214

Calle 20 Norte # 16N27 Popayán - Colombia

jesus.lasso@lpim.com

Ingeniero Civil, Especialista en Gerencia de Proyectos, Magister Ingeniería Industrial con énfasis en gestión tecnológica de hidrocarburos. en Experto en Gestión de Activos Industriales y seguridad de procesos del segmento de Oil & Gas con más de 32 años de experiencia en la definición e implementación de estrategias de mantenimiento y confiabilidad de activos bajo criterios costo – riesgo – rentabilidad. Experto en planeación de incorporación y desincorporación de activos, continuidad operativa, análisis de riesgos y optimización del desempeño de activos, incorporando premisas de calidad, excelencia y mejoramiento continuo.