



TRABAJO DE GRADO
Seminario

Implementación de un Sistema de Información Geográfico para el Mantenimiento
de la Base de Datos Geográfica a Través de ArcGIS Online
(Electroingeniería SAS)

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de Ciencias Empresariales
Administración de Empresas
Administración Financiera

Ruth Stella Cruz Mesa – Oswaldo García Vaca
Daniel López - John Fredy Salinas
Seminario
2026

Tabla de Contenido

Resumen.....	3
Problemática abordada.....	5
Objetivos.....	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
Metodología.....	11
Fase 1. Diagnóstico.....	12
Fase 2. Diseño de la Geodatabase.....	14
Fase 3. Migración y publicación.....	16
Fase 4. Configuración de herramientas de campo.....	17
Fase 5. Control de calidad.....	18
Fase 6. Visualización y monitoreo.....	20
Fase 7. Capacitación.....	21
Resultados.....	22
Eficiencia operativa.....	23
Calidad del dato.....	25
Accesibilidad y colaboración.....	27
Toma de decisiones y generación de reportes.....	28
Reducción de costos operativos.....	30
Impacto general del sistema.....	30
Conclusiones.....	32
Referencias.....	35

Resumen

Electroingeniería SAS es una empresa dedicada a la prestación del servicio de alumbrado público en 15 municipios de Colombia. Su operación incluye la administración, supervisión y mantenimiento de infraestructura compuesta por luminarias, postes, transformadores, redes eléctricas, medidores, árboles y Banco de Proyectos (BDP), distribuidos en zonas urbanas y rurales.

Debido al crecimiento de sus operaciones y al manejo simultáneo de miles de activos, la empresa identificó la necesidad de modernizar su sistema de gestión de información geográfica. Los métodos tradicionales de registro, actualización cartográfica y almacenamiento de datos resultaban lentos, fragmentados y poco eficientes, dificultando el acceso a información confiable en tiempo real. Esta situación afectaba la trazabilidad de los activos, la calidad de los reportes técnicos y la capacidad de respuesta ante fallas operativas.

Como solución, se implementó un Sistema de Información Geográfica (SIG) enfocado en fortalecer la estructura y administración de la base de datos del inventario de alumbrado público, utilizando ArcGIS Online como plataforma central en la nube. Esta herramienta permitió centralizar, actualizar y gestionar de manera colaborativa la información geográfica y técnica de la empresa.

La metodología se desarrolló en varias fases: identificación de requerimientos operativos, recopilación, depuración y validación de datos geográficos y alfanuméricos, diseño de un

modelo de datos adaptado a la organización y migración de la información a ArcGIS Online. Además, se publicaron capas editables en la nube con acceso multiusuario y diferentes niveles de permisos.

También se integraron herramientas móviles como ArcGIS Field Maps y Survey123 para registrar novedades directamente en campo, incluso en zonas con conectividad limitada. Como resultado, se mejoró la eficiencia operativa, la calidad de los datos y la toma de decisiones, reduciendo tiempos de actualización, minimizando registros duplicados y fortaleciendo la trazabilidad de las intervenciones. Estos resultados confirman que los SIG en la nube son soluciones eficientes, escalables y colaborativas (Burrough, McDonnell & Lloyd, 2015; Dangermond, 2020).

Palabras clave:

Sistema de Información Geográfica, ArcGIS Online, Geodatabase, Espaciales, Mantenimiento de Datos

Problemática abordada

Electroingeniería SAS es una empresa dedicada a la prestación del servicio de alumbrado público, lo cual implica la administración, operación y mantenimiento de los puntos luminosos en cada municipio donde tiene concesión. En este contexto, la gestión eficiente de la información geográfica se convierte en un factor fundamental para garantizar la calidad del servicio, optimizar los tiempos de respuesta ante fallas y cumplir con las obligaciones contractuales y regulatorias establecidas para el sector.

La operación de la empresa en 15 municipios genera un alto volumen de información relacionada con luminarias, postes, transformadores, redes eléctricas y demás elementos de infraestructura. Sin embargo, antes de la implementación del sistema propuesto, gran parte de esta información se encontraba dispersa en archivos locales, hojas de cálculo y bases de datos independientes, sin una integración adecuada entre ellas. Esta situación ocasionaba duplicidad de registros, inconsistencias en la información técnica y dificultades para acceder a datos actualizados de manera oportuna.

Uno de los principales problemas identificados fue la desactualización de la información geográfica. En muchos casos, las modificaciones realizadas en campo — como reparaciones, reemplazos o nuevas instalaciones — no se reflejaban inmediatamente en la base de datos oficial. Esto generaba una diferencia considerable entre la realidad operativa del territorio y la información digital disponible para la toma de decisiones.

Además, los procesos de actualización dependían en gran medida de métodos manuales, como formatos físicos y registros individuales en hojas de cálculo. Este procedimiento no solo aumentaba el riesgo de errores humanos, sino que también prolongaba los tiempos de actualización y dificultaba la consolidación de la información entre diferentes municipios. Según Olaya (2020), la gestión eficiente de la información geográfica requiere sistemas integrados que permitan mantener datos precisos y actualizados, reduciendo errores que afectan la planificación y la operación.

Otro aspecto crítico fue la ausencia de un flujo de trabajo estandarizado para registrar novedades en campo. Los técnicos de mantenimiento reportaban fallas o intervenciones utilizando diferentes formatos, lo que generaba inconsistencias en la calidad y estructura de la información recopilada. Como consecuencia, la empresa enfrentaba dificultades para realizar seguimiento al historial de mantenimiento de cada activo y para generar reportes técnicos confiables.

La dispersión geográfica de los municipios también representaba un reto importante. Coordinar actualizaciones entre equipos ubicados en distintas zonas del país resultaba complejo sin una plataforma centralizada que facilitara el acceso simultáneo y la colaboración en tiempo real. Esto afectaba especialmente la capacidad de respuesta ante eventos críticos, como fallas masivas del sistema de alumbrado o emergencias operativas.

De igual forma, la ausencia de mecanismos automáticos de validación permitía el ingreso de datos incompletos, duplicados o con errores de georreferenciación. Esta

problemática comprometía la calidad de la información y limitaba la confiabilidad de los análisis espaciales. La norma ISO 19157:2013 establece que la calidad de los datos geográficos depende de factores como la precisión, consistencia e integridad de la información, elementos esenciales para garantizar su utilidad en procesos de análisis y toma de decisiones (ISO, 2013).

Burrough, McDonnell y Lloyd (2015) señalan que los Sistemas de Información Geográfica modernos deben permitir la integración, validación y análisis eficiente de grandes volúmenes de datos espaciales. En el caso de Electroingeniería SAS, esta necesidad era evidente debido al crecimiento de sus operaciones y al aumento continuo del volumen de información administrada.

Frente a este panorama, surgió la necesidad de implementar un Sistema de Información Geográfica centralizado en la nube, capaz de facilitar la actualización colaborativa, el control de calidad y el acceso multiusuario en tiempo real. Esta solución permitiría a los equipos técnicos registrar información directamente desde el terreno, mientras el personal administrativo y directivo podría consultar datos actualizados de manera inmediata.

En consecuencia, la modernización tecnológica mediante ArcGIS Online se planteó como una alternativa estratégica para superar las limitaciones del sistema tradicional y fortalecer la gestión del alumbrado público. Tal como afirma Dangermond (2020), el uso de tecnologías geoespaciales avanzadas permite construir organizaciones

más eficientes, capaces de tomar decisiones basadas en datos precisos, oportunos y confiables.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un Sistema de Información Geográfico basado en ArcGIS Online para optimizar el mantenimiento, actualización continua y gestión colaborativa de la base de datos geográfica del inventario de alumbrado público de Electroingeniería SAS en sus 15 municipios de operación.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de las capas geográficas del inventario de alumbrado público de Electroingeniería SAS, evaluando la calidad, integridad y nivel de actualización de la información disponible.
- Diseñar un modelo de datos geográfico estructurado que permita organizar de manera eficiente la información relacionada con luminarias, postes, transformadores, redes eléctricas, medidores, árboles y Banco de Proyectos (BDP).
- Migrar y publicar la información geográfica existente en ArcGIS Online, garantizando el acceso multiusuario y la disponibilidad de datos en tiempo real.
- Configurar herramientas móviles para la captura de información en campo, facilitando el registro de novedades operativas de forma rápida, organizada y precisa.
- Implementar mecanismos de control de calidad que permitan validar automáticamente la información ingresada y reducir errores en la base de datos.

- Desarrollar tableros de control e indicadores visuales que faciliten el monitoreo del inventario y mejoren la toma de decisiones operativas y gerenciales.
- Capacitar al personal técnico, operativo y administrativo en el uso de las herramientas SIG implementadas, asegurando la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque de estudio de caso aplicado, ya que el trabajo se realizó sobre una organización real: Electroingeniería SAS, utilizando información real de su operación en 15 municipios de Colombia. Este enfoque permitió analizar de manera práctica una problemática específica y proponer una solución tecnológica ajustada a las necesidades de la empresa.

Adicionalmente, el estudio incorporó elementos de investigación-acción, debido a que el equipo de trabajo participó activamente en la implementación de las herramientas tecnológicas y en la evaluación de su impacto dentro de los procesos operativos. Este tipo de enfoque resulta útil cuando se busca no solo comprender una situación, sino también intervenir para mejorarla.

El universo de análisis estuvo conformado por el inventario total de activos de alumbrado público administrado por la empresa, compuesto por aproximadamente 3.200 elementos georreferenciados distribuidos en siete capas geográficas principales: luminarias, postes, transformadores, redes eléctricas, medidores, árboles y Banco de Proyectos (BDP).

Para evaluar los resultados del proyecto, se estableció una línea base durante enero de 2026, antes de la implementación del sistema. En esta fase se midieron variables clave como el tiempo promedio de actualización por novedad reportada, la calidad de los

registros y la presencia de inconsistencias geométricas o de atributos dentro de las capas existentes.

Posteriormente, se realizó un periodo de seguimiento entre febrero y mayo de 2026, durante el cual se midieron nuevamente los mismos indicadores para comparar el comportamiento antes y después de la implementación del SIG. Esta comparación permitió cuantificar de manera objetiva el impacto de la solución tecnológica.

La metodología se desarrolló en siete fases:

Fase 1. Diagnóstico

Se realizó un inventario exhaustivo de las capas geográficas existentes, evaluando su calidad, completitud, sistema de coordenadas, escala de trabajo y nivel de actualización. Se identificaron brechas críticas en la información espacial disponible y se priorizaron las capas de mayor impacto operativo para la organización.

Al inicio del diagnóstico se identificaron 4 capas geográficas activas de un total de 7 requeridas, con datos almacenados en archivos shapefile locales sin sistema de coordenadas unificado: tres municipios usaban Magna Sirgas Origen Bogotá y los restantes doce trabajaban en coordenadas geográficas WGS84, lo que impedía la superposición directa de capas entre zonas. El 42% de los registros de luminarias presentaba atributos técnicos incompletos (potencia, tecnología o estado operativo), y se detectaron 318 elementos duplicados entre las bases de datos de diferentes cuadrillas de mantenimiento. El tiempo promedio de ciclo de actualización cartográfica por novedad

registrada fue de **11,5 días** (línea base, enero 2026), medido desde el registro manual en campo hasta la incorporación del cambio en el archivo shapefile oficial.

Tabla 01

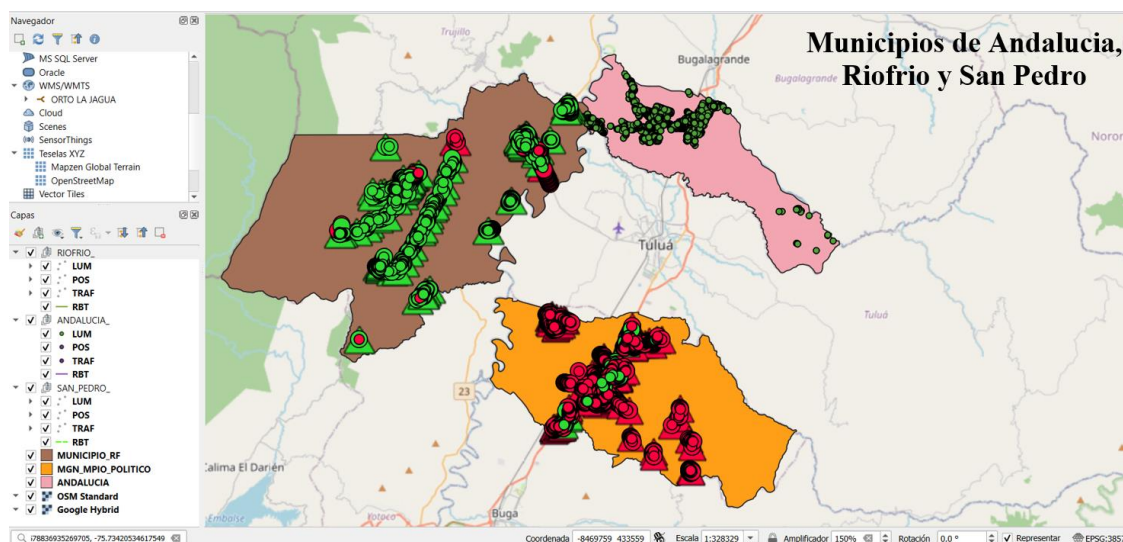
Diagnóstico inicial de las capas existentes

Capa geográfica	Existía antes	Registros totales	Atributos completos (%)	Duplicados detectados	Sistema de coordenadas
Luminarias	✓ Sí	1.840	58%	210	Mixto
Postes	✓ Sí	720	71%	87	Mixto
Transformadores	✓ Sí	184	63%	21	WGS84
Redes eléctricas	✓ Sí	312 km	49%	0	Bogotá
Medidores	✗ No	—	—	—	—
Árboles	✗ No	—	—	—	—
BDP	✗ No	—	—	—	—

Nota: datos de línea base registrados en enero de 2026 mediante revisión en ArcGIS Pro y validación manual de atributos.

Figura 1

Mapa de Distribución Capas Existentes Antes de la Implementación



Fase 2. Diseño de la Geodatabase

Se diseñó el modelo de datos geográfico definiendo clases de entidad, dominios de atributos, relaciones entre capas y reglas topológicas siguiendo los principios de Burrough et al. (2015). Se estableció una nomenclatura estandarizada y un sistema de coordenadas unificado para toda la base de datos, garantizando consistencia entre capas.

El modelo conceptual de la geodatabase se definió a partir de los requerimientos funcionales levantados con el personal técnico y operativo de Electroingeniería SAS, identificando 7 clases de entidad, 23 dominios de atributos controlados (tecnología de luminaria, estado operativo, tipo de poste, material de red, entre otros), 4 relaciones topológicas entre capas y 12 reglas de validación de atributos. Se adoptó el sistema de coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá (EPSG: 3116) como estándar unificado para todos los municipios, garantizando la superposición correcta de capas entre zonas. La nomenclatura de capas siguió el estándar IGAC para datos de infraestructura de servicios públicos (IGAC, 2023).

Tabla 2

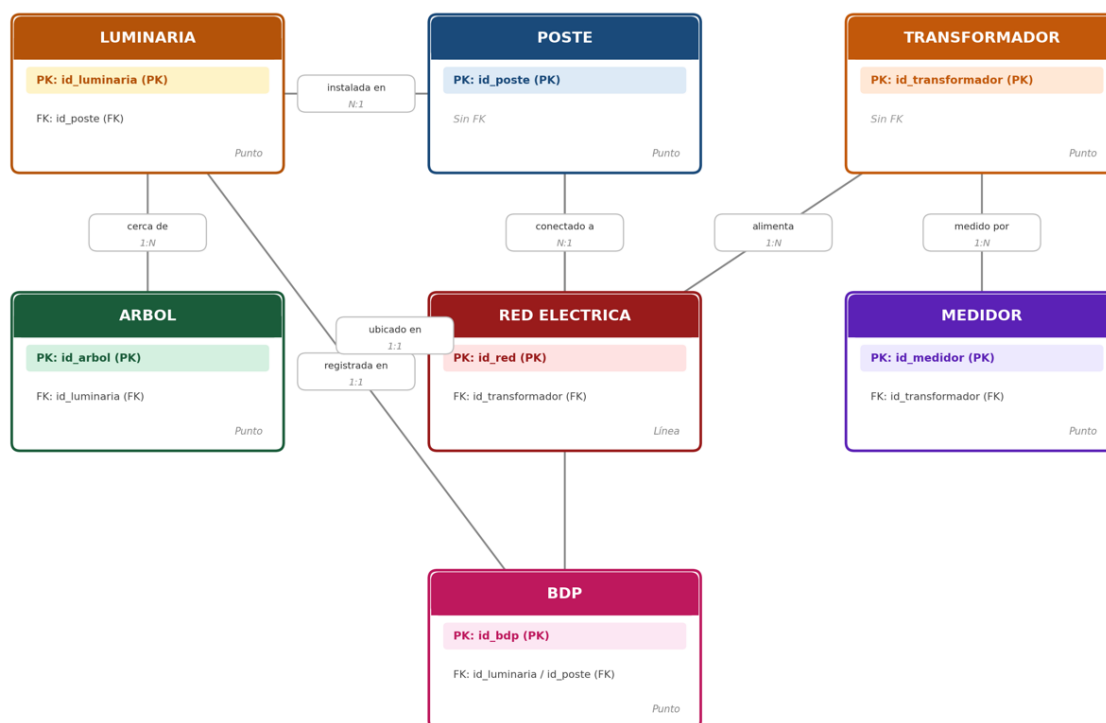
Clases de Entidad por Geometría, Atributos y Dominio

Clase de entidad	Tipo de geometría	Atributos clave	Dominio controlado	Regla topológica
Luminarias	Punto	ID, tecnología, potencia, estado, fecha instalación	Tecnología (LED, sodio, mercurio), Estado (operativa, falla, apagada)	Debe estar dentro de buffer de 5 m de un poste
Postes	Punto	ID, material, altura, propietario	Material (concreto, metálico, madera)	No puede superponerse con otro poste

Clase de entidad	Tipo de geometría	Atributos clave	Dominio controlado	Regla topológica
Transformadores	Punto	ID, capacidad kVA, propietario	Capacidad (15, 25, 37.5, 50, 75, 100 kVA)	Debe estar conectado a una red eléctrica
Redes eléctricas	Línea	ID, tensión, material, longitud	Tensión (120V, 220V, 13.2kV)	No puede tener nodos colgantes sin conectar
Medidores	Punto	ID, número contrato, lectura	Estado (activo, inactivo, suspendido)	Debe estar asociado a un transformador
Árboles	Punto	ID, especie, altura, interferencia	Interferencia (sí/no)	Sin restricción topológica específica
BDP	Punto	ID, municipio, dirección, coordenadas	Municipio (lista 15 municipios)	Debe coincidir con luminaria activa

Figura 2

Modelo Entidad-Relación de la Geodatabase de Alumbrado



Fase 3. Migración y publicación

Se migraron los datos existentes a ArcGIS Online mediante la publicación como Feature Services editables en la nube, configurando los permisos de acceso, los niveles de edición por usuario y las políticas de sincronización para trabajo sin conexión.

La migración se realizó mediante ArcGIS Pro conectado directamente al portal de ArcGIS Online de la organización, utilizando la herramienta Share as Web Layer para publicar cada capa como Feature Service editable. De los 3.056 registros existentes en los archivos shapefile de origen, el 91,3% fue migrado de forma directa sin errores; el 8,7% restante (266 registros) requirió corrección manual previa de geometrías inválidas o atributos fuera de dominio. Se configuraron tres niveles de acceso: administrador SIG (edición completa en todos los municipios), técnico municipal (edición restringida al municipio asignado) y consultor (solo lectura). El proceso total de migración y publicación de las 7 capas tomó 14 días hábiles.

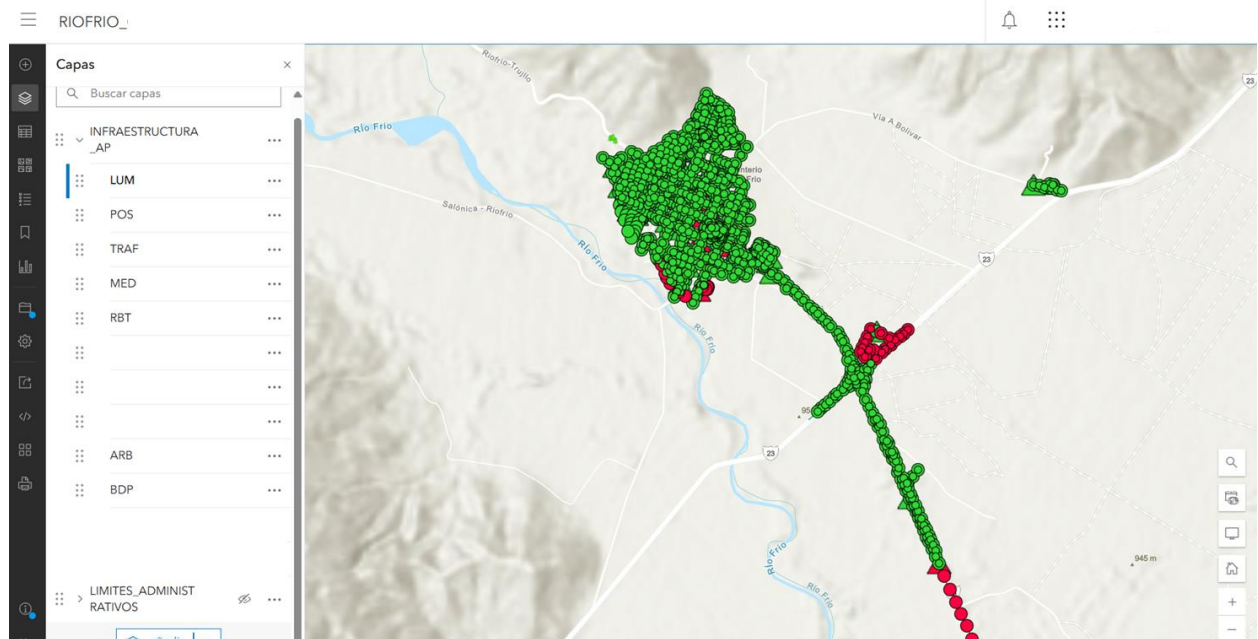
Tabla 3

Roles de Usuario

Rol de usuario	Permisos de edición	Municipios asignados	Sincronización offline
Administrador SIG	Edición completa + eliminación	Todos (15)	Habilitada
Técnico municipal	Edición de atributos y geometría	Municipio asignado	Habilitada
Supervisor de campo	Edición de atributos solamente	Zona asignada	Habilitada
Director operativo	Solo lectura + exportación	Todos (15)	No aplica
Ente regulador / municipio	Solo lectura	Municipio correspondiente	No aplica

Figura 3

Portal ArcGIS Online Propuesta 7 Capas Publicadas



Fase 4. Configuración de herramientas de campo

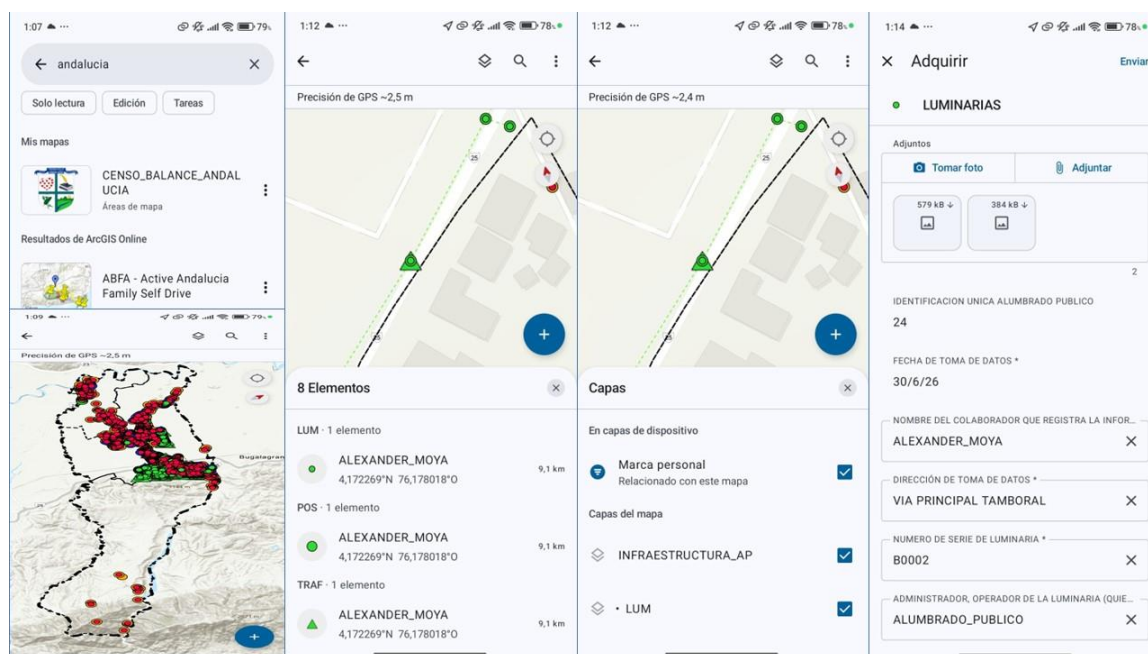
Se diseñaron formularios inteligentes para la captura estructurada de datos desde dispositivos móviles, y se configuró Field Maps para la edición de geometrías directamente en terreno (Esri, 2024^a, 2024c), habilitando la edición offline con sincronización automática al recuperar conectividad.

Se diseñó un formulario único para cada concesión, y adicionales dependiendo de las solicitudes y novedades requeridas para así saber que datos recopilar únicamente. Cada formulario incluye campos de captura automática de coordenadas GPS, registro fotográfico obligatorio (mínimo dos fotografías de lado y de frente), firma digital del técnico responsable y campo de observaciones libres. Se configuraron preguntas con

lógica condicional para evitar el diligenciamiento de campos irrelevantes según el tipo de novedad. En Field Maps se habilitó la descarga offline de las 7 capas del área de trabajo para cada municipio, con un mapa base de imágenes satelitales de alta resolución para facilitar la ubicación precisa de los activos en campo.

Figura 4

Field Maps – Aplicación para Celulares



Fase 5. Control de calidad

Se implementaron Attribute Rules para validación automática de atributos, restricciones topológicas para garantizar la integridad geométrica de las capas y flujos de aprobación para datos capturados en campo antes de su integración definitiva a la base de datos oficial.

Se implementaron 18 Attribute Rules distribuidas en las 7 capas de la geodatabase: 6 reglas de cálculo automático (por ejemplo, cálculo automático del código único de identificación del activo al momento del registro), 7 reglas de restricción (impiden guardar un registro con atributos fuera de dominio o coordenadas fuera del área de cobertura del municipio) y 5 reglas de validación (marcan como inconsistente cualquier registro que no cumpla condiciones geométricas o de atributos definidas). La medición de integridad del dato se realizó comparando el porcentaje de registros sin errores topológicos ni de atributos en la línea base (enero 2026: 58% de registros sin errores) versus el porcentaje al cierre del periodo de seguimiento (mayo 2026: 96,4% de registros sin errores), obteniendo una mejora del 38,4 puntos porcentuales en la integridad de los datos, equivalente a una mejora relativa del 66,2% respecto al estado inicial.

Tabla 4

Atributos – Tipos de Regla

Tipo de regla	Cantidad	Ejemplo	Capa aplicada	Error que previene
Cálculo automático	6	Genera ID único al crear registro	Todas las capas	Duplicación de identificadores
Restricción	7	Impide guardar tecnología fuera de dominio	Luminarias, medidores	Atributos inválidos
Validación	5	Marca registro si coordenada está fuera del municipio	Todas las capas	Georreferenciación incorrecta
Topológica	4	Luminaria debe estar a máx. 5 m de un poste	Luminarias, postes	Errores de relación espacial

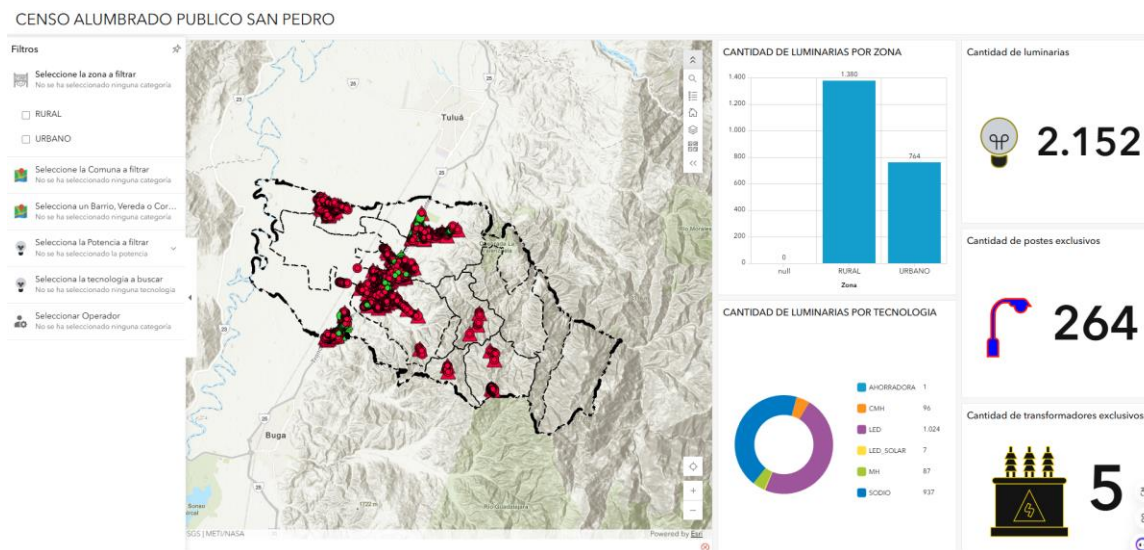
Fase 6. Visualización y monitoreo

Se desarrollaron Dashboards operativos en ArcGIS Online para el monitoreo en tiempo real del estado de actualización de la base de datos, incluyendo indicadores de cobertura, fechas de última edición y alertas por inconsistencias detectadas.

Se desarrollaron dashboards para cada municipio de concesión con el fin de obtener la información más relevante en tiempo real. También un Dashboard Operativo, dirigido al Coordinador, con indicadores relacionado al rendimiento y cantidades realizadas diariamente, porcentaje de elementos georreferenciados por municipio y avance mensual de actualización. Los dashboards se actualizan automáticamente en tiempo real a medida que los técnicos sincronizan datos desde Field Maps.

Figura 5

Dashboards Municipio de San Pedro



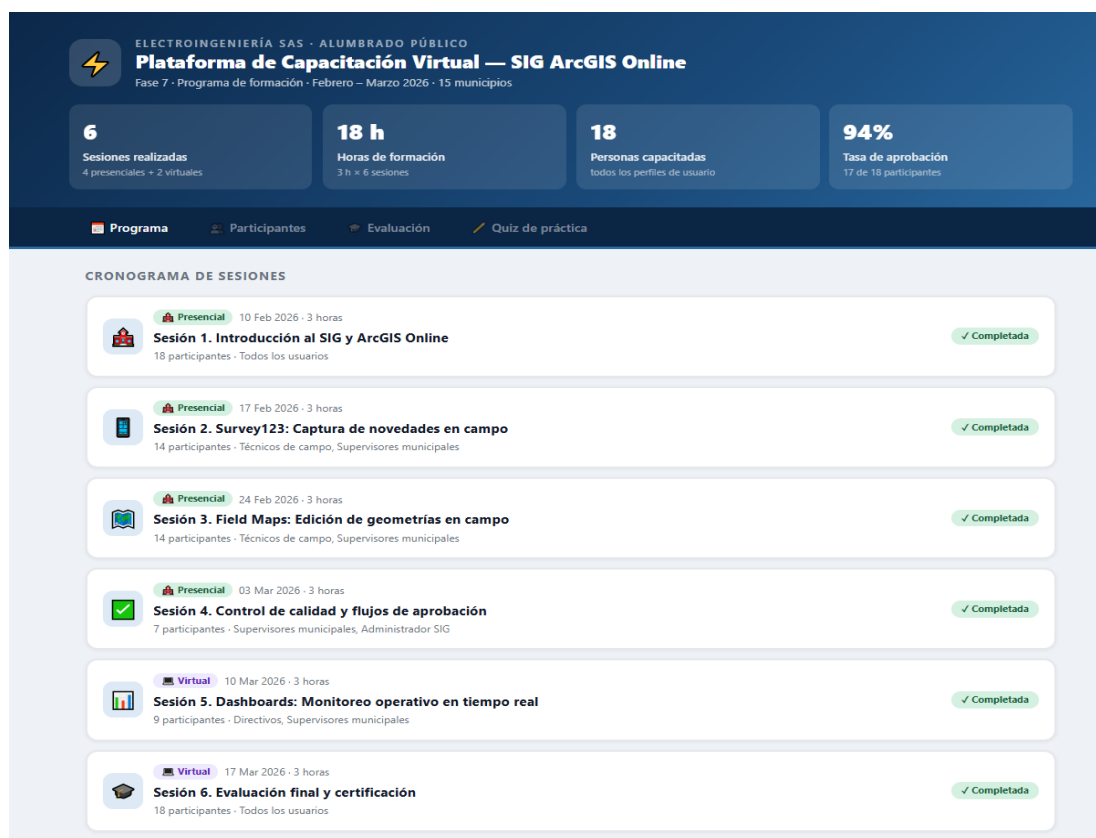
Fase 7. Capacitación

Finalmente, se realizaron procesos de formación dirigidos al personal técnico, operativo y administrativo. La capacitación estuvo enfocada en el uso adecuado de las herramientas implementadas, buenas prácticas de captura y actualización de información geográfica.

Esta fase fue fundamental para garantizar la apropiación tecnológica y la sostenibilidad del sistema en el tiempo.

Figura 6

Capacitación - Aplicación virtual personal operativo



Resultados

La implementación del Sistema de Información Geográfica (SIG) basado en ArcGIS Online en Electroingeniería SAS generó resultados concretos y medibles en diferentes dimensiones del proceso operativo. Para evaluar su impacto, se compararon los indicadores registrados en la línea base de enero de 2026 (antes de la implementación) con los datos obtenidos durante el periodo de seguimiento entre febrero y mayo de 2026.

Los resultados evidencian mejoras significativas en eficiencia operativa, calidad de los datos, accesibilidad de la información y capacidad de toma de decisiones. La solución implementada no solo modernizó el proceso de gestión geográfica, sino que también fortaleció la capacidad de respuesta de la empresa frente a fallas y requerimientos operativos en los 15 municipios de cobertura.

La Tabla 5 presenta el consolidado de indicadores medidos en ambos periodos.

Tabla 5

Indicadores de resultado antes y después de la implementación

Indicador	Línea base (enero 2026)	Seguimiento (mayo 2026)	Variación
Tiempo promedio de ciclo de actualización por novedad	11,5 días	4,0 días	−65%
Registros sin errores topológicos o de atributos	58%	96,4%	+38,4 p.p.
Capas geográficas activas y georreferenciadas	4 de 7	7 de 7	+75%

Desplazamientos físicos para consolidar reportes (mensual)	22	3	-86%
Tiempo de generación de reporte técnico municipal	3,5 días	0 días (automático)	-100%
Usuarios con acceso simultáneo a la base de datos	1	18	+1.700%
Novedades de campo sincronizadas en tiempo real	0	100%	—

Nota: Medición realizada sobre datos reales de Electroingeniería SAS. El tiempo de ciclo de actualización se midió desde el registro de la novedad en campo hasta su incorporación en la base de datos oficial. La integridad del dato se calculó como el porcentaje de registros sin errores detectados por las Attribute Rules y validaciones topológicas configuradas en ArcGIS Online

Eficiencia operativa

Uno de los cambios más significativos fue la reducción del tiempo requerido para actualizar novedades en la base de datos geográfica. Antes de la implementación del SIG, el tiempo promedio entre el reporte de una novedad en campo y su actualización en la base de datos oficial era de 11,5 días. Después de la implementación, este tiempo se redujo a 4 días, lo que representa una disminución del 65%.

Esta mejora fue posible gracias a la eliminación de procesos manuales que anteriormente consumían tiempo y generaban retrasos. Entre estos procesos se encontraban el diligenciamiento de formatos físicos, el desplazamiento del personal hacia

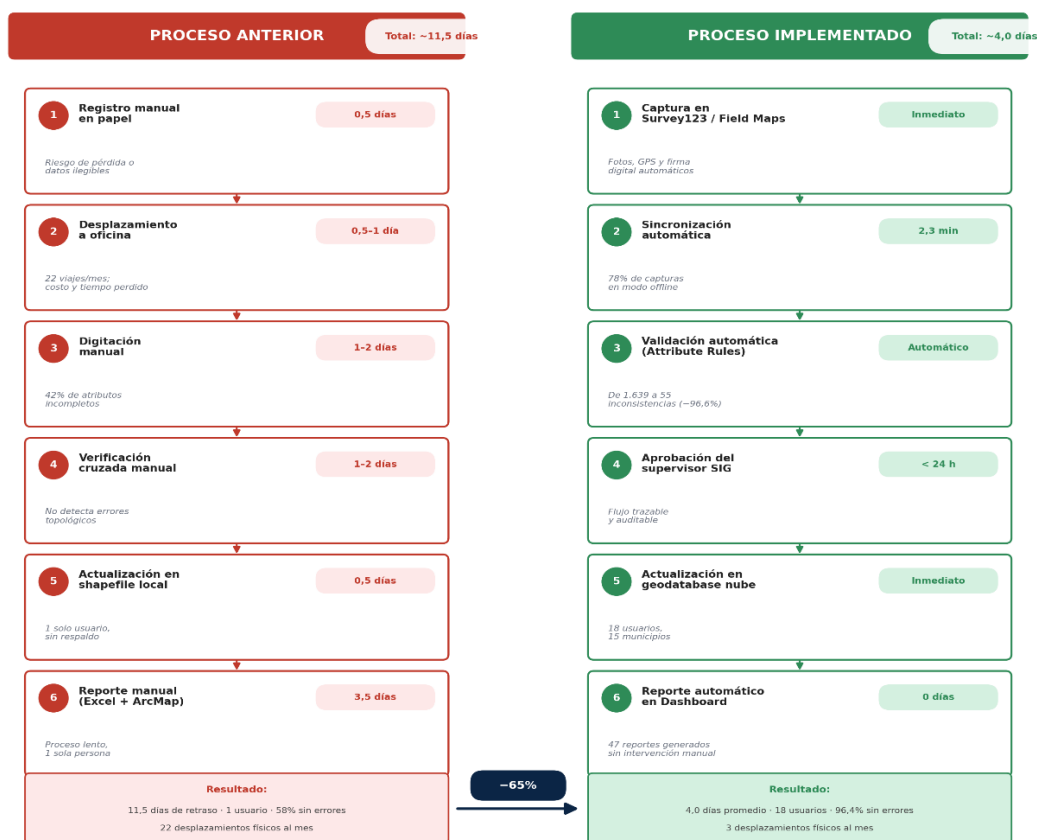
oficinas administrativas, la digitación manual de datos y la consolidación de archivos dispersos.

Con la integración de Field Maps, los técnicos pudieron registrar la información directamente desde el lugar de intervención. Una vez el dispositivo recuperaba conexión a internet, la información se sincronizaba automáticamente con la plataforma central.

Este cambio permitió acelerar considerablemente el flujo de actualización y mejorar la respuesta ante fallas en el sistema de alumbrado público.

Figura 7

Diagrama de Flujo Comparativo



Calidad del dato

Otro resultado destacado fue la mejora en la calidad de la información almacenada en la base de datos geográfica. Antes de la implementación, solo el 58% de los registros se encontraba libre de errores topológicos o inconsistencias en atributos. Tras la implementación del SIG, este valor aumentó al 96,4%.

Esto representa una mejora de 38,4 puntos porcentuales y evidencia un fortalecimiento significativo en la confiabilidad de los datos. La mejora estuvo asociada principalmente a la implementación de reglas automáticas de validación, restricciones topológicas y controles de aprobación antes de integrar nuevos registros al sistema.

Entre los errores más frecuentes detectados en la línea base se encontraban:

- Atributos fuera de los valores permitidos
- Coordenadas ubicadas fuera del municipio correspondiente
- Luminarias sin poste asociado
- Campos obligatorios sin diligenciar
- Registros duplicados

La automatización del control de calidad permitió reducir estos errores de manera considerable, garantizando una base de datos más consistente y confiable.

De acuerdo con la norma ISO 19157 (2013), la calidad de la información geográfica depende de factores como la precisión, consistencia e integridad, aspectos que mostraron mejoras importantes durante el desarrollo del proyecto.

La tabla 3 muestra la distribución de tipos de error detectados antes y después de la implementación de las reglas de validación.

Tabla 6

Tipos de Inconsistencias Detectadas y Corregidas

Tipo de inconsistencia	Registros afectados (línea base)	Registros afectados (seguimiento)	Reducción
Atributo fuera de dominio controlado	487	12	−97,5%
Coordenada fuera del municipio asignado	401	8	−98,0%
Luminaria sin poste asociado	298	31	−89,6%
Campo obligatorio vacío	264	4	−98,5%
Geometría duplicada	189	0	−100%
Total	1.639	55	−96,6%

Accesibilidad y colaboración

Antes de la implementación del sistema, la información geográfica solo podía consultarse desde un único equipo de escritorio ubicado en la sede principal. Esta limitación dificultaba el acceso a la información por parte del personal técnico y operativo en los diferentes municipios.

Con la implementación de ArcGIS Online, el acceso simultáneo a la base de datos aumentó de 1 a 18 usuarios activos. Ahora la información puede consultarse desde computadores, tabletas y dispositivos móviles, tanto en oficina como en campo.

Durante el periodo de seguimiento se registraron 312 sincronizaciones de información desde terreno. Del total de sincronizaciones, el 78% se realizó en modalidad offline, es decir, sin conexión activa al momento de la captura. Esto demuestra la importancia de contar con herramientas que permitan operar en zonas con baja cobertura de internet.

El tiempo promedio de sincronización fue de 2,3 minutos por sesión, lo que permitió mantener la información actualizada de forma rápida y eficiente.

Estos resultados evidencian una mejora significativa en la colaboración entre equipos y en la disponibilidad de información en tiempo real.

Tabla 7*Indicadores de Accesibilidad y Colaboración*

Indicador	Antes	Después	Variación
Usuarios con acceso a la base de datos	1	18	+1.700%
Dispositivos desde los que se accede	1 PC escritorio	18 (PC, tablet, móvil)	Multiplataforma
Municipios con acceso en tiempo real	0	15	+15
Sincronizaciones de campo registradas	0	312 (en 4 meses)	—
Sincronizaciones offline (sin conexión)	0	243 (78% del total)	—
Tiempo promedio de sincronización	N/A	2,3 minutos	—

Toma de decisiones y generación de reportes

La implementación de dashboards en ArcGIS Online transformó completamente la forma en que la empresa analizaba y utilizaba la información.

Antes del proyecto, generar un reporte técnico municipal requería entre 3 y 4 días de trabajo manual, ya que implicaba consolidar archivos, revisar información en hojas de cálculo y producir mapas manualmente.

Después de la implementación, la generación de reportes pasó a ser automática y en tiempo real. Esto redujo el tiempo de elaboración en un 100%.

Durante el periodo de seguimiento se generaron 47 reportes técnicos automáticos sin intervención manual adicional del personal SIG. Esto permitió que supervisores y directivos accedieran de inmediato a indicadores clave, como:

- Cobertura del inventario por municipio
- Estado operativo de luminarias
- Novedades activas de actualización
- Alertas de inconsistencias
- Historial de intervenciones

La visualización en dashboards mejoró significativamente la capacidad de análisis y facilitó la toma de decisiones estratégicas.

La tabla 8 muestra el dashboard gerencial con los indicadores de cobertura por municipio y el estado del inventario en tiempo real.

Tabla 8

Impacto en toma de decisiones y costos

Indicador	Antes	Después	Variación
Tiempo generación reporte técnico municipal	3,5 días promedio	Automático (0 días)	–100%
Reportes generados en periodo de seguimiento	0 (manuales)	47 automáticos	—
Costo mantenimiento infraestructura tecnológica local	~\$8.400.000 COP/año	\$0 (migración a nube)	–100%
Días para detectar una falla en el inventario	4–7 días (reporte manual)	Inmediato (alerta dashboard)	–100%

Indicador	Antes	Después	Variación
Municipios monitoreados simultáneamente	1 a la vez	15 en tiempo real	+1.400%

Reducción de costos operativos

Otro impacto importante fue la disminución de costos asociados a infraestructura tecnológica local.

Antes de la migración a la nube, la empresa requería mantener servidores locales, licencias especializadas y soporte técnico para administrar la base de datos geográfica. El costo anual estimado de esta infraestructura era de aproximadamente \$8.400.000 COP.

Con la implementación de ArcGIS Online, la necesidad de mantener infraestructura física se redujo considerablemente, centralizando la operación en una plataforma en la nube. Esto disminuyó gastos de mantenimiento y simplificó la administración tecnológica.

Además del ahorro económico, la migración a la nube redujo riesgos relacionados con pérdida de información, fallas de hardware y limitaciones de acceso.

Impacto general del sistema

En términos generales, la implementación del SIG permitió una transformación profunda en la gestión del alumbrado público dentro de Electroingeniería SAS.

Los principales resultados obtenidos fueron:

- Reducción del 65% en tiempos de actualización
 - Incremento del 96,4% en calidad de datos
 - Acceso simultáneo para 18 usuarios
 - Reportes automáticos en tiempo real
-
- Reducción significativa de costos operativos
 - Mayor capacidad de análisis y toma de decisiones

Estos resultados confirman que la implementación de tecnologías geoespaciales en la nube mejora la eficiencia operativa y fortalece la gestión territorial. Como señalan Longley, Goodchild, Maguire y Rhind (2015), los sistemas modernos de información geográfica permiten integrar grandes volúmenes de datos espaciales y convertirlos en conocimiento útil para la toma de decisiones.

Conclusiones

La implementación de ArcGIS Online como plataforma central para la administración y mantenimiento de la base de datos geográfica de Electroingeniería SAS demostró ser una solución eficiente, escalable y alineada con las necesidades operativas de la organización. La migración desde un sistema tradicional hacia una plataforma colaborativa en la nube permitió modernizar de manera significativa los procesos de captura, actualización y análisis de información geográfica.

Uno de los principales logros del proyecto fue la reducción del tiempo de actualización de novedades en la base de datos, pasando de 11,5 días a 4 días. Esta mejora evidencia el impacto positivo de la automatización y de la integración de herramientas móviles para el trabajo en campo, ya que permitió disminuir tiempos de respuesta y mejorar la capacidad operativa de la empresa en los municipios atendidos.

Asimismo, la calidad de la información geográfica presentó un avance significativo. La implementación de reglas de validación automática, controles topológicos y procesos de revisión permitió reducir errores relacionados con duplicidad de registros, inconsistencias espaciales y datos incompletos. Esto fortaleció la confiabilidad de la información y mejoró el soporte para la toma de decisiones estratégicas y operativas.

Otro aspecto relevante fue el fortalecimiento del trabajo colaborativo. Antes de la implementación, el acceso a la información estaba limitado a un único equipo de

escritorio, lo cual dificultaba la consulta y actualización por parte del personal técnico. Con la adopción de ArcGIS Online, múltiples usuarios pudieron acceder simultáneamente a la información desde diferentes dispositivos y ubicaciones, favoreciendo una gestión más dinámica y eficiente.

La incorporación de herramientas como Survey123 y ArcGIS Field Maps permitió reducir la brecha entre la realidad del terreno y su representación digital. Gracias a estas aplicaciones, la captura de datos en campo se volvió más ágil, precisa y oportuna, incluso en zonas con conectividad limitada. Esto mejoró la trazabilidad de las intervenciones y permitió disponer de información actualizada en tiempos considerablemente menores.

De igual manera, la implementación de dashboards para visualización y monitoreo en tiempo real optimizó la generación de reportes técnicos y gerenciales. La automatización de indicadores permitió reducir el trabajo manual y mejorar la capacidad de análisis de información crítica para la empresa.

Se concluye que la adopción de Sistemas de Información Geográfica en la nube representa una alternativa altamente efectiva para organizaciones que administran grandes volúmenes de información territorial. Tal como plantea Dangermond (2020), la tecnología geoespacial moderna permite transformar datos en conocimiento útil para una gestión más inteligente y sostenible.

Finalmente, este proyecto evidenció que el éxito de una implementación tecnológica no depende únicamente de la herramienta utilizada, sino también de la correcta planificación, el diseño adecuado de la base de datos y la capacitación del talento humano. La combinación de estos factores fue determinante para garantizar la sostenibilidad del sistema y asegurar mejoras reales en los procesos de Electroingeniería SAS.

Referencias

- Burrough, P. A., McDonnell, R., & Lloyd, C. D. (2015). *Principles of geographical information systems* (3.a ed.). Oxford University Press.
- Dangermond, J. (2020). *GIS: Creating our future*. Esri Press.
- Esri. (2024a). *ArcGIS Field Maps: Documentation*. <https://doc.arcgis.com/en/field-maps/>
- Esri. (2024b). *ArcGIS Online: Documentation and help*. <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/>
- Esri. (2024c). *Survey123 for ArcGIS: User guide*. <https://doc.arcgis.com/en/survey123/>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2023). *Estándares para la producción y gestión de información geográfica en Colombia*. IGAC.
- International Organization for Standardization. (2013). *ISO 19157:2013: Geographic information — Data quality*. ISO.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2015). *Geographic information science and systems* (4.a ed.). Wiley.

Olaya, V. (2020). *Sistemas de información geográfica*. <https://volaya.github.io/libro-sig/>

Tomlinson, R. (2007). *Pensando en el SIG: Planificación de sistemas de información geográfica*. Esri Press.