

# **EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE EMASESA, 30 AÑOS DE EVOLUCIÓN CARTOGRÁFICA**

## **Introducción**

EMASESA, la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A., comenzó como empresa municipal del Ayuntamiento de Sevilla en 1974. En 2007, al incluirse en su accionariado las poblaciones abastecidas (como Camas, Dos Hermanas y Alcalá de Guadaíra), se convirtió en una entidad metropolitana. Gestiona el ciclo integral del agua de manera sostenible, incluyendo servicios de abastecimiento, vertido y depuración.

El Sistema de Información Geográfica (GIS) ha sido, desde su inicio hace tres décadas, una herramienta innovadora y fundamental para la gestión técnica en EMASESA. A través de variadas aplicaciones, ofrece soporte al mantenimiento y operación de las redes de abastecimiento y saneamiento, a la planificación y supervisión de las obras en las infraestructuras, o al control de calidad del agua en la red, entre otras, y ha demostrado ser un recurso valioso para aumentar la eficiencia, reducir costes y asegurar un servicio de calidad.

En consonancia con el tema del congreso, esta presentación subrayará la importancia de la cartografía técnica histórica de EMASESA en el desarrollo y evolución del GIS.

## **¿Qué es un Sistema de Información Geográfica?**

Un Sistema de Información Geográfica (SIG/GIS) es una herramienta informática que permite la captura, almacenamiento, análisis y visualización de datos geográficos. Estos datos pueden ser de cualquier temática, desde información sobre la topografía del terreno y las infraestructuras, hasta datos sobre la población, la economía o el medio ambiente.

## **¿Cómo funciona un GIS?**

Un GIS utiliza una base de datos para almacenar información geográfica organizada en capas específicas, como carreteras, ríos, edificios, tuberías, líneas eléctricas, etc. Estas capas pueden superponerse para crear mapas temáticos.

Los datos se obtienen de satélites, drones o encuestas de campo y una vez almacenados en la base de datos, pueden ser manipulados mediante software especializado, permitiendo obtener consultas, análisis y visualizaciones temáticas y personalizadas.

## **Beneficios de utilizar un GIS**

Un GIS ofrecen múltiples ventajas:

- Aumenta la eficacia de los procesos, pues automatizan tareas tediosas de captura y análisis de los datos, disminuyendo errores de procesamiento manual.
- Reduce los costes asociados, consiguiéndose eficacia con menos recursos.
- Permite tomar mejores decisiones, sólidamente informadas con criterios técnicos basados en el análisis de datos geográficos.
- Mejora la comunicación, permitiendo comunicar de manera visual, efectiva, clara, transparente, generalmente usando mapas.

## **Evolución de los Sistemas de Información Geográfica**

Los GIS surgieron en los años 60 con la llegada de los ordenadores y la necesidad de manejar grandes volúmenes de datos geográficos, e inicialmente se destinaron al inventario de recursos naturales.

En las décadas de los 70 y 80, los avances tecnológicos y las primeras aplicaciones comerciales extendieron su ámbito de aplicación. En los 90 y 2000, Internet y la tecnología los hicieron más potentes y accesibles, ganando enorme popularidad gracias a interfaces gráficas intuitivas y amigables.

Hoy en día, los GIS se han convertido en plataformas web, integrándose con múltiples fuentes de información online, permitiendo el acceso en movilidad a datos en tiempo real y la colaboración en línea.

Las tendencias tecnológicas también se están implementando en estos sistemas:

- GIS, BIM, gemelo digital.
- Almacenamiento y procesamiento en la nube para mayor escalabilidad.
- Big Data para manejar grandes volúmenes de datos.
- Realidad Virtual y Aumentada para visualizaciones inmersivas.
- Internet de las Cosas para acceso a datos sensorizados en tiempo real.
- Inteligencia Artificial para análisis predictivos.

En resumen, los GIS evolucionan hacia sistemas más sofisticados e interconectados, revolucionando la gestión de la información geográfica.

### **Usos del GIS en EMASESA**

Los GIS tienen múltiples usos, como la planificación urbana, la gestión de recursos naturales, la cartografía, la agricultura, la salud pública, la seguridad, el turismo, etc.

En EMASESA, el GIS da soporte a numerosos procesos, especialmente a la explotación de las redes de abastecimiento y saneamiento. La gestión de las redes es compleja debido a que la mayor parte de los activos están enterrados y comparten el subsuelo con otros servicios (redes eléctricas, telecomunicaciones, gas).

Algunas de las funcionalidades clave del GIS de EMASESA son:

- Capas de información:
  - Cartografía de fondo ráster y vectorial, así como fotografías aéreas.
  - Modelo digital del terreno (MDT) construido a partir de más de 9.200 puntos de nivelación topográfica propios y las cotas de tapa de 130.000 pozos de registro.

- Modelo detallado de distintas redes, como agua potable, agua bruta y riego, saneamiento pluvial y fecal, electricidad y telecomunicaciones.
- Activos patrimoniales y afecciones sectoriales: instalaciones, edificios, servidumbres, ocupaciones, dominio público.
- Planeamiento tanto general como de desarrollo.
- Herramientas y aplicaciones:
  - Buscadores temáticos de callejero, instalaciones, elementos de red, obras actuales e históricas, etc.
  - Impresión pdf y exportación a formatos gráficos (dxf, shp, kmz).
  - Integración con herramientas de análisis y modelización hidráulica.
  - Integración con los sistemas corporativos de gestión de clientes (CRM) y de operaciones en la red (GMAO).
  - Acceso a documentación vinculada, destacando los enlaces a los planos históricos del Archivo Cartográfico.
  - Operaciones de explotación de la red de abastecimiento: polígono de corte (válvulas que aíslan un tramo de red), sectorización para el control de las fugas, inventarios, etc.
  - Operaciones de explotación de la red de saneamiento: perfil altimétrico de la red (importante por la escasa pendiente del terreno), cálculo de cuencas de vertido aguas arriba y abajo, gestión de la limpieza de la red, acceso a información de video inspecciones, etc.

### **Evolución tecnológica del GIS de EMASESA**

En 1995 EMASESA priorizó digitalizar su inventario de activos en un GIS, disponiendo ya de una parte de estos datos en CAD y en bases de datos relacionales. Se necesitaba un sistema que modelara redes complejas, gestionara grandes volúmenes de datos geográficos, fuera escalable y permitiera la integración con otros sistemas corporativos.

En ese momento, las principales tecnologías GIS disponibles en el mercado eran:

- ArcGIS

- AutoCAD Map 3D
- Intergraph
- Mapinfo
- GE Smallworld

Tras un análisis exhaustivo, se eligió la plataforma GE Smallworld por su innovadora gestión de redes, ya utilizada en importantes empresas de electricidad, telecomunicaciones y gas a nivel mundial.

EMASESA sigue usando esta plataforma, habiéndola evolucionado para dar soporte geográfico a múltiples procesos empresariales e integrándola con sus otros sistemas de información, como se mencionó previamente.

### **Integración de datos en el GIS de EMASESA**

En un GIS los datos son el recurso más valioso y a la vez más costoso. Sin datos que sean relevantes, mantenibles, exactos y actualizados, un GIS es ineficaz e incapaz de ofrecer información útil para la toma de decisiones.

La calidad de los datos es esencial para ofrecer un servicio eficiente, y para ello se debe:

- Integrar únicamente datos de fuentes oficiales o empresas especializadas en recopilación de datos geográficos.
- Realizar campañas topográficas para capturar datos no disponibles.
- Actualizar periódicamente los datos según evoluciona el ciclo de vida del activo.
- Validar los datos proporcionados por las contratistas de obras y mantenimiento, asegurando su precisión y coherencia.

EMASESA gestiona una red de más de 7.200 km, que incluye 350.000 elementos de control y 250.000 acometidas de abastecimiento y saneamiento, sobre un callejero con 11.500 calles, abarcando una extensión de 120.000 Ha (1.200 km<sup>2</sup>).

Integrar esta información en el sistema ha requerido un esfuerzo minucioso, costoso y largo, realizado por etapas desde 1995 hasta 2015, y con una participación clave de las secciones organizativas de Topografía y Documentación Gráfica y Archivo Técnico, encargadas de garantizar la calidad de la información en GIS.

Los trabajos realizados para alcanzar el 100% del inventario de la red en GIS han consistido en:

- Recopilación de cartografías base:
  - Disponibles en EMASESA, de manufactura propia, en papel o CAD.
  - No disponibles en EMASESA, pero existentes, mediante convenios con diversas administraciones.
  - Elaboración de cartografías digitales no existentes, por encargo a empresas especializadas, mediante vuelos fotogramétricos y topografía tradicional.
- Integración en el GIS de las diversas cartografías según el formato (fotografía aérea, ráster, vectorial); trabajos adicionales para asegurar coherencia, corrección de solapamiento y continuidad, adaptación de escalas, husos, etc.
- Recopilación de callejeros digitales; incorporación al sistema, ajuste y enriquecimiento acorde al modelo GIS.
- Implantación de una red de nivelación topográfica, incluyendo la instalación de bases, obtención precisa de coordenadas y generación del modelo digital del terreno en el GIS.
- Recopilación de información existente sobre redes e instalaciones, disponibles en fichas de elementos en papel (planos de corte), planos en papel vegetal a escalas 1:500, 1:2.000, 1:5.000 y 1:10.000 y planos CAD de las obras recientes. Carga en el sistema, ajuste y enriquecimiento acorde al modelo GIS.
- Campañas en campo para captura o verificación topográfica de elementos de red; carga en el sistema, y adecuación y enriquecimiento acorde al modelo GIS.
- Datos adicionales complementados en campañas topográficas o documentales posteriores:
  - Grandes colectores y arterias
  - Instalaciones
  - Redes adicionales: telecomunicaciones y eléctricas
  - Vinculación documental al Archivo Técnico Histórico.
- Datos adicionales obtenidos por la integración de sistemas corporativos.

## **El GIS y la Gestión Patrimonial de Infraestructuras**

En el año 2014, EMASESA puso en marcha una metodología de gobernanza estratégica denominada Gestión Patrimonial de Infraestructuras (GPI) para planificar inversiones y garantizar la sostenibilidad desde perspectivas económicas, técnicas, sociales y ambientales.

La GPI permite modelar la vida útil de los activos, diagnosticar su estado, evaluar deterioro, prever fallos y riesgos, y planificar reemplazos e inversiones.

Esta metodología se implementó en el GIS, realizándose una destacable ampliación del modelo de datos y desarrollo de aplicaciones de análisis. Se requirió información detallada adicional sobre redes e instalaciones, debiéndose analizar numerosa documentación técnica histórica.

El material de una tubería y su antigüedad son factores clave al evaluar la probabilidad de fallos futuros. Para documentar estos datos en GIS, se realizaron iniciativas para completar con precisión las fechas de instalación de los activos. Se partió de un conocimiento certero de la fecha de instalación del 20% de la red, alcanzando un 80% al finalizar los trabajos.

Las actividades realizadas incluyeron:

- Análisis de publicaciones históricas relacionadas con el desarrollo urbano: revistas, artículos periodísticos, blogs, informes anuales, libros, fotografías corporativas, entre otros. Estas fuentes proporcionaron datos sobre el crecimiento de áreas pobladas y se utilizaron para datar tramos de tuberías sin fechas de instalación, con un alto grado de certeza.
- Revisión precisa de planos antiguos en papel relacionados con redes generales y liquidaciones de obras, que aportan una certeza exacta:
  - Planos y documentación técnica de obras propias desde 1921 hasta 2016.
  - Planos y documentación técnica de obras de promoción particular y desarrollos urbanísticos desde 1967 hasta 2016.
  - Cartoteca Histórica de EMASESA: 471 obras singulares entre finales del siglo XIX y mediados del XX.
  - Planos generales: planos y mapas no vinculados a proyectos específicos, indexados, pero no catalogados, de grandes infraestructuras, datan de principios del siglo XX hasta 2016.

- Análisis de información externa: portales web con cartografía histórica, fotos aéreas antiguas, catastro, etc.
- Implementación en GIS de reglas de validación considerando material, durabilidad, fechas de instalación, vigencias y certezas del dato.
- Asignar a las tuberías su año de instalación y certeza, validando la coherencia relacional.
- Integrar con gestión documental, escaneando y catalogando planos y mapas en papel no digitalizados, y vinculando las obras en GIS con los planos digitalizados.

### **Conclusiones**

A lo largo de tres décadas, el GIS ha sido una herramienta fundamental para la gestión técnica en EMASESA. Una parte destacable de los datos de la red provienen de fuentes de cartografía antigua, que EMASESA ha preservado y catalogado meticulosamente. La capacidad del GIS para consultar directamente esta cartografía histórica vinculada, proporcionando un contexto histórico crucial para diversos análisis y operaciones en la red.