

# El Sistema de Información de la Alhambra SIALH. Nuevas tecnologías en la tutela del Conjunto Monumental de la Alhambra y el Generalife

María del Mar Villafranca, Francisco Lamolda, Antonio Manuel Montufo, Lucía Pérez y Belén Prados

Patronato de la Alhambra y el Generalife, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía. Spain

## Resumen

*El proyecto SIALH tiene como objetivo implementar el Sistema de Información de la Alhambra, entendido como herramienta de conocimiento, gestión y difusión del Conjunto Monumental, declarado Patrimonio Mundial por la UNESCO. Construido sobre la base de un Sistema de Información Geográfica, SIALH integra bases de datos, documentación y herramientas para la gestión de procesos de trabajo. La metodología para el desarrollo de SIALH se ajusta a Métrica v3 y la construcción del mismo se efectúa en software libre, garantizando la interoperabilidad del sistema. Además del desarrollo del software, SIALH implica otros proyectos como la sectorización de la Alhambra, la elaboración de nueva cartografía y ortofotos o la publicación de la realidad aumentada de la Alhambra.*

**Palabras Clave:** SIG, SISTEMAS DE INFORMACIÓN, GESTIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL, ALHAMBRA, SOFTWARE LIBRE

## Abstract

*The SIALH project aims to set up the Information System of the Alhambra, considered as tool for the knowledge, management and dissemination of the Monument, considered World Heritage by UNESCO. Based on a Geographic Information System (GIS), SIALH integrates thematic databases, process management systems and electronic records management systems on a common framework. The methodology used in the project follows the standard Métrica v3 for software developments. SIALH is built using free software and ensures interoperability. In addition to software development, SIALH involves other projects such as the geocoding of the Alhambra, new maps and orthophotos and the publication of augmented reality of the Alhambra.*

**Key words:** GIS, INFORMATION SYSTEMS, CULTURAL HERITAGE MANAGEMENT, ALHAMBRA, FREE SOFTWARE

## 1. La Alhambra y el Generalife. Una realidad patrimonial compleja.

El Conjunto Monumental de la Alhambra y el Generalife constituye uno de los lugares patrimoniales más visitados del mundo. La Alhambra no es sólo un monumento, sino también un amplio territorio de más de 10 km<sup>2</sup> en el que se solapan edificaciones de diferentes épocas y funciones, jardines, murallas, bosques, huertas, terrenos vírgenes, acequias y restos arqueológicos.

A sus valores históricos como ciudad palatina de la dinastía nazarí se suman no sólo su excelencia artística y refinada estética sino sobre todo un emplazamiento único y singular, un extenso y abrupto territorio, antropizados gracias a las aguas del río Darro, canalizadas y domesticadas a través de un sofisticado sistema hidráulico que incluye acequias, canales, pozos, norias, estanques o albercas, aljibes y fuentes.

Desde 1984, la Alhambra y el Generalife forma parte de los bienes inscritos en el Patrimonio Mundial, afirmándose que “representan una categoría arquitectónica y urbana excepcional que suma funcionalidades defensivas, áulicas, residenciales y recreativas”.

A los valores históricos, arquitectónicos y estéticos vinculados a los edificios palatinos se suman los que aportan los restos arqueológicos, los elementos etnológicos y la red de abastecimiento hidráulico que se extiende por el valle del río Darro.

El privilegiado emplazamiento de la Alhambra en la colina que domina el valle del río Darro, la riqueza natural de sus bosques y dehesas, y la exhuberancia de los jardines y huertas que podemos encontrar a lo largo de la extensión del conjunto, añaden un sin fin de valores paisajísticos, medioambientales, sensoriales incluso, que hacen de la Alhambra y el Generalife un enclave único.

La Alhambra y el Generalife constituyen así una realidad patrimonial poliédrica y compleja, a la que es posible acercarse desde múltiples escalas y perspectivas. Éstas abarcan desde la visión territorial y paisajística que contempla el valle del Darro y su articulación de asentamientos e infraestructuras como uno de los paisajes culturales de más personalidad, hasta la escala de detalle que se detiene en las formas y texturas de su arquitectura y la compleja decoración de atauriques y epigrafías que jalonan las paredes de los edificios nazaríes.

## 2. El sistema de información de la Alhambra (SIALH)

La tutela de una realidad patrimonial de la complejidad de la Alhambra demanda una herramienta que permita dar respuesta a requisitos diversos desde variados ámbitos. El objetivo del proyecto SIALH (Sistema de Información de la Alhambra) es el de desarrollar e implantar un sistema de información que proporcione el soporte necesario a las actividades que desarrolla el Patronato de la Alhambra y Generalife (en adelante PAG) para dar cumplimiento a los fines y funciones que le designan sus Estatutos.

### 2.1. Objetivos y ámbitos funcionales

Se entiende por tanto que SIALH debe dar respuesta a los siguientes ámbitos:

a) Sistema de Conocimiento: SIALH debe ser en primer lugar un repositorio del Conocimiento acerca de la realidad patrimonial de la Alhambra y su territorio, permitiendo el acceso a la misma de forma clara y amigable. La información deber estar normalizada, unificada y centralizada en un repositorio único.

b) Sistema de Gestión Documental: el PAG crea un elevado volumen de información documental en el ejercicio de sus competencias, además de contar con un rico fondo de documentación histórica gestionada en el Archivo de la Alhambra. SIALH debe gestionar de forma ágil esta información, a la vez que debe facilitar un acceso igualmente ágil y sencillo a los fondos documentales del Archivo. Proporcionará así un repositorio unificado de documentación, basado en un gestor documental.

c) Sistema de Gestión de Procesos de Trabajo: SIALH debe servir como apoyo a los procesos de trabajo que se desarrollan en la Alhambra, ofreciendo a los usuarios las herramientas necesarias para cumplimentar las tareas definidas en cada uno de los procesos de trabajo. Se permitirá así el seguimiento en tiempo real de los mismos, además de aportar la normalización y definición del workflow para cada uno de ellos.

d) Sistema de Difusión: en el marco de la sociedad de la información el sistema debe prestar la necesaria atención a la difusión de la información a los ciudadanos y facilitar su estudio por los investigadores. SIALH debe por tanto ofrecer las herramientas para abrir el conocimiento sobre la Alhambra a la sociedad y los ciudadanos a través de Internet.

SIALH constituye por tanto un proyecto ambicioso con múltiples implicaciones respecto tanto a los objetivos y estrategias del PAG, reflejados en su Plan Director, como al marco de desarrollo de las aplicaciones informáticas en el seno de la Junta de Andalucía.

La implantación de un sistema de información para el PAG establece una significativa evolución en las formas de trabajo cotidianas, aportando una sensible mejora gracias a las innovaciones funcionales que proporciona el sistema.

Así, SIALH mejora la Información explotada por la organización, aportando un repositorio único de datos veraces y contrastados, se refuerza el trabajo colaborativo y se impulsa la administración electrónica. El sistema integrará la gestión y el trabajo en dispositivos móviles, de gran trascendencia en la

Alhambra por la entidad de los trabajos de campo que se desarrollan, a la vez que se reforzará la seguridad y el control de usuarios. En definitiva, SIALH se convertirá en el escritorio virtual de trabajo para el PAG.

El modelo conceptual de SIALH debe dar respuesta a las variadas necesidades que presenta el PAG. Debe ser un sistema integrado por distintos módulos o subsistemas que, sobre la base de una información y documentación unificada, faciliten las herramientas necesarias para dar soporte a distintos ámbitos de negocio. Éstos pueden establecerse a partir de las áreas temáticas y funcionales del PAG y se sintetizan en los siguientes:

- Subsistema de Información de Elementos Patrimoniales.
- Subsistema de Gestión de Actuaciones y Procesos de trabajo.
- Subsistema SIG.
- Subsistema de Actores.
- Cuadro de Mando y Apoyo a la Dirección.
- Gestión Documental.
- Difusión.



Figura 1: Elementos arquitectónicos, epigrafías y atauriques en la Alhambra

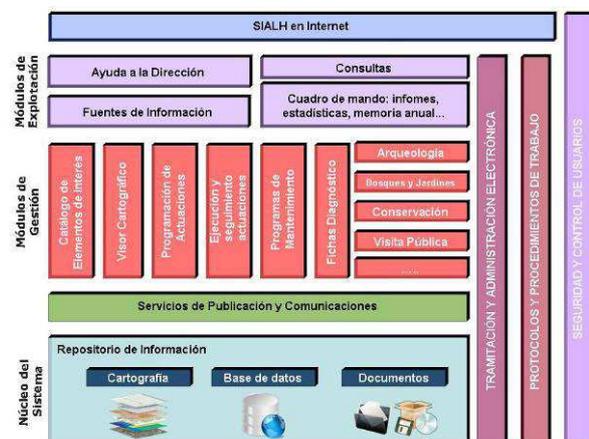


Figura 2: Modelo conceptual de SIALH

## 2.2. Metodología de desarrollo

El desarrollo de SIALH se adecua a las especificaciones y determinaciones vigentes en las administraciones públicas para la construcción e implantación de sistemas informáticos. De este modo, se emplea Métrica V3 como metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información.

Sin embargo, se han adoptado algunas medidas para ajustar la metodología de trabajo a las particularidades de la Alhambra.

La complejidad y ambición del sistema propuesto, unidas a la amplitud de ámbitos de negocio gestionados por el PAG y al número de agentes implicados, han motivado que a la vez que se desarrolla el Análisis del Sistema de Información y su Diseño, se haya creado un prototipo funcional que ilustra los objetivos, resultados y metodología de trabajo que puede aportar el sistema de información. De esta manera se acerca a los futuros usuarios del sistema de una forma más inteligible los aspectos funcionales y de requisitos que subyacen en los documentos estándares de Métrica V3.

Con este mismo fin y ante la dificultad para establecer con claridad los requisitos sin una base práctica que sirva para enfocar la identificación de necesidades, se ha optado por un paradigma en espiral para la realización de los desarrollos.

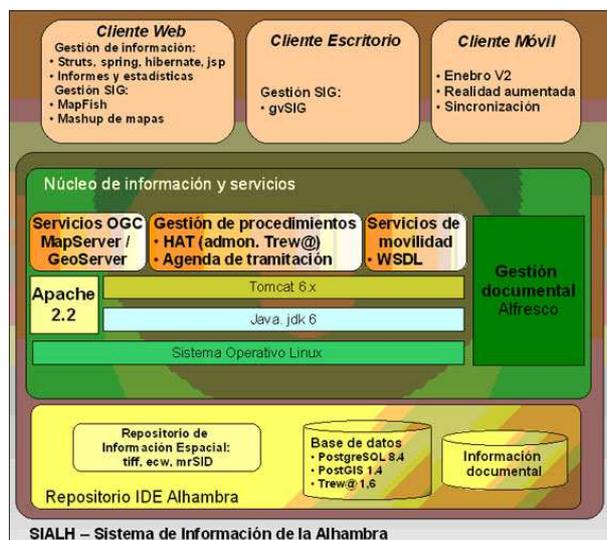


Figura 3: Arquitectura tecnológica de SIALH

Esta metodología (BOEHM, 1988) se basa en la obtención temprana de una primera versión del sistema, que será modificada con las aportaciones de los usuarios, realimentando así el catálogo de requisitos inicial y perfilando la aplicación de acuerdo con las necesidades reales que observan sobre el sistema.

Por otro lado, el desarrollo de SIALH se aborda en el marco de las iniciativas y directrices establecidas por la Junta de Andalucía para la construcción de sistemas de información, así como aquellas otras existentes a nivel autonómico, estatal y europeo para el tratamiento de la información, en especial la de carácter geográfico.

Así, SIALH da cobertura a los requisitos establecidos por las directivas y normativa que regulan el tratamiento de la información geográfica como la directiva europea INSPIRE, la Ley 14/2010, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España y el Decreto 141/2006, por el que se ordena la actividad cartográfica en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

SIALH responde asimismo a los objetivos trazados en las iniciativas estratégicas de la Junta de Andalucía en relación con las tecnologías de la información, como el proyecto MADEJA (Marco de Desarrollo de Software de la Junta de Andalucía), la Estrategia de Modernización de los Servicios Públicos en la Junta de Andalucía (EMSP) o el Plan de Innovación y Modernización de Andalucía (PIMA) o Plan Estratégico para la Cultura en Andalucía (PECA).

## 2.3. Tecnologías aplicadas

Una de las apuestas de la Junta de Andalucía en el ámbito de las tecnologías de la información es el uso del software libre. En consecuencia con esta apuesta, SIALH se desarrolla en software libre, garantizando la interoperabilidad del sistema y de la información almacenada y gestionada por el mismo.

El sistema operativo para los servidores SIALH es el Linux, completado por un servidor Apache Tomcat y la máquina virtual JAVA que dan cobertura a las aplicaciones SIALH.

Los servicios OGC son facilitados por MapServer y GeoServer, mientras que la base de datos es PostGre SQL con el módulo PostGIS para gestión de información geográfica. La gestión documental se confía al gestor Alfresco, mientras que GV-SIG se configura como aplicación GIS de escritorio.

Los clientes Web de SIALH se construyen en JSP, empleando el modelo Struts-Spring-Hibernate-JSP, que utiliza el framework MVC Struts en la capa presentación, Spring para la capa de negocio e Hibernate para la capa de acceso a datos. JSP es la tecnología que se utiliza para la construcción de aplicaciones.

Se contemplan finalmente un cliente móvil para dar soporte a los trabajos de campo, empleando la aplicación Enebro y un servicio de sincronización de datos, y un cliente de difusión para la publicación de realidad aumentada.

## 2.4. La aplicación SIALH

La primera aplicación desarrollada de SIALH adopta la forma de un prototipo funcional que permite a los usuarios desarrollar tres grandes ámbitos de trabajo: un visor cartográfico, un sistema de gestión de procesos de trabajo y un sistema de gestión documental.

El **visor cartográfico** facilita a usuarios sin conocimientos específicos el trabajo con la cartografía y planimetría de la Alhambra. Ofrece las funciones habituales de navegación, zoom in/out, activación y desactivación de capas, consulta e identificación de elementos, medición de distancias y áreas, etc.

Además permite otras funciones menos comunes, como la elección de estilos de simbología alternativos (capas vectoriales representadas en color o en gris) o la aplicación de transparencia a las capas para permitir superposiciones.

Asimismo, se puede elegir entre varios formatos de impresión para crear mapas impresos a partir de plantillas normalizadas.

La cartografía integrada en el visor es amplia y variada e incluye varios grupos de capas:

- Cartografía base de la Alhambra: elaborada por el PAG, incluye también las zonificaciones de la sectorización de la Alhambra.
- Cartografía patrimonial: incluye las delimitaciones de ámbitos protegidos (BIC, Patrimonio Mundial) e inventarios de bienes patrimoniales.
- Cartografía de vegetación: localización e identificación de los elementos vegetales individuales (árboles, arbustos, setos, etc.).
- Infraestructuras: elementos de las redes infraestructura hidráulica, eléctrica y de iluminación.
- Cartografía base: servicios WMS que permiten acceder al Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 y a la cartografía catastral.
- Cartografía histórica: planos históricos del conjunto monumental desde 1770, que han sido escaneados y georreferenciados.
- Ortofotografías: incluye tanto servicios WMS con ortofotos generales publicadas por la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía como las ortofotos de la Alhambra, elaboradas por el PAG (Montufo et al., 2011).

El **sistema de gestión de procesos** es una aplicación piloto para testar el uso óptimo del sistema para dar soporte a procesos de trabajo. Se ha escogido un procedimiento sencillo y frecuente en el PAG, consistente en la cumplimentación y posterior tratamiento de partes que comunican deficiencias y problemas en las infraestructuras y edificios de la Alhambra.

La aplicación permite dar de alta un parte, marcando su localización de forma interactiva en el visor cartográfico, procediendo a la cumplimentación de los datos necesarios y a la indicación del estado de tramitación del mismo hasta su cierre.

Finalmente, SIALH incluye un **sistema de gestión documental** integrado con la información geográfica. De esta forma es posible catalogar documentos, incluyendo el archivo digital del mismo si existe, cumplimentar sus metadatos y asociarlo a una o varias localizaciones de la sectorización de la Alhambra (ver epígrafe 3.1). Se facilita así la recuperación de información documental por múltiples criterios, incluyendo la localización. Esta recuperación de información puede efectuarse directamente desde el visor cartográfico gracias a un botón que al clicar identifica la zona de interés y recupera la documentación asociada.

### 3. Proyectos asociados

#### 3.1. Sectorización de la Alhambra

El proyecto de sectorización pretende establecer la correcta identificación y denominación de los sitios y lugares de la Alhambra, aspecto problemático por la extensión y complejidad del espacio y la abundante y variada toponimia que históricamente se ha empleado para identificar una misma zona.

Con la perspectiva de integración en un SIG, la sectorización cumple el rol de sistema de geocodificación, que permite hacer referencia y asociar documentación a los espacios y lugares definidos en la zonificación.

La definición de las diferentes zonas incluidas en la sectorización se efectúa por un análisis multicriterio en el que se valoran factores de carácter histórico, jurídico-administrativo, topográfico, de uso del suelo, etc.

La sectorización se articula según un esquema jerárquico que permite el tránsito desde ámbitos extensos (nivel 1, identificado como sectores) a otros más reducidos (niveles jerárquicos sucesivos de menor entidad: áreas, subáreas, zonas, etc.).

#### 3.2. Nueva cartografía

En paralelo con el desarrollo de SIALH se ha abordado la elaboración de una nueva cartografía digital 3D de precisión y de ortofotografías detalladas del territorio Alhambra.

Esta nueva información constituye la cartografía base de referencia para elaborar mapas temáticos de la Alhambra y levantamientos planimétricos detallados de los inmuebles (MONTUFO et al., 2011).

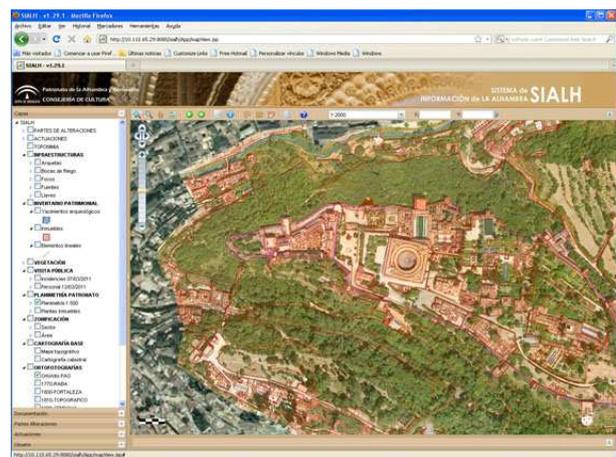


Figura 4: la aplicación SIALH. Visor cartográfico

#### 3.3. Realidad aumentada

La realidad aumentada constituye un ámbito de creciente interés para la difusión del patrimonio cultural. En el marco del proyecto SIALH y aprovechando la información georreferenciada existente se ha creado un servicio de realidad aumentada para prestar servicio al visitante del conjunto monumental.

La realidad aumentada de la Alhambra presenta información sobre más de 70 puntos de interés patrimonial, además de elementos de interés para la visita pública (taquillas, aseos, tiendas, etc.) y de otros edificios de referencia en la ciudad de Granada, visibles desde la Alhambra.

El servicio de realidad aumentada de la Alhambra se ha desarrollado en el seno del proyecto JARA, impulsado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa y el Instituto de Cartografía de Andalucía.

La realidad aumentada de la Alhambra se publica en el navegador Layar, empleando la información almacenada en la base de datos PostGIS para la creación de los puntos de interés (POIs). Cada POI indica la identificación del punto en cuestión,

una breve descripción, una fotografía ilustrativa y el enlace a la Web de la Alhambra en la que se describe con detalle el elemento visionado



Figura 5: Realidad Aumentada de la Alhambra. Captura de pantalla desde un smartphone

## References

- BERMUDEZ LÓPEZ, J. (2010): *La Alhambra y el Generalife, Guía Oficial*. Granada: TF Editores.
- BOEHM, B. (1988): "A Spiral Model of Software Development and Enhancement", in *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 11(4), pp. 14-24.
- COCCOLI, C., BORELLINI, G. C., CAVAGNINI, G. y SUSANI, E. (2011): "La Chiesa di Santo Stefano a Viggiù: un cantiere digitale" in *GOVERNARE L'INNOVAZIONE. Processi, strutture, materiali & tecnologie tra passato e futuro, Atti del XXVII Convegno di Studi "Scienza e Beni Culturali*. Bressanone, 21-24 giugno 2011, pp. 445-453.
- CHoudary, O., Charvillat, V., Grigoras, R. y Gurdjos P. (2009): "MARCH: mobile augmented reality for cultural heritage" In *Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia (MM '09)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 1023-1024. DOI=10.1145/1631272.1631500 <http://doi.acm.org/10.1145/1631272.1631500>
- DORNINGER, P, KIPPES, W. y JANSa, J. (2004): "Technical Push on 3D Data Standards for Cultural Heritage Management" in *Proceedings of the 10th International Conference on Information and Communication Technology in Urban Planning and Spatial Development and impacts of ICT on Physical Space*. Wien, Austria, 2004. CORP
- MONTUFO MARTIN, A.M., LÓPEZ SÁNCHEZ, J.M., FERRARIO, S., CAPITAS, I. y GARCÍA, I. (2011): "Integración de sensores aéreos y terrestres para la producción de cartografía multiescala 3D en la Alhambra y su territorio" in *III Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica, Patrimonio e Innovación ARQUEOLÓGICA 2.0*. Sevilla, 22 a 24 de junio de 2011.