

SICA - El sistema de información de carreteras de Andalucía. Instrumento de apoyo a la toma de decisiones, a la explotación del dominio público viario y a la información a los usuarios

REVISTA **MAPPING**
Vol. 28, 198, 6-11
noviembre-diciembre 2019
ISSN: 1131-9100

SICA - The road information system of Andalusia. Instrument in support of decision-making, exploitation of road public domain and information to users

Moisés Barea Solís, Álvaro Arroyo Díaz

Resumen

La entrada en vigor de la Ley 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía, dota a la Comunidad Autónoma de Andalucía de un marco legislativo y normativo propio para el ejercicio de su competencia exclusiva en materia de carreteras, y establece en su artículo 52 la obligatoriedad de la Administración andaluza de contar con un Sistema de Información de Carreteras.

Este sistema, el SICA, integra todos los datos básicos de la Red de Carreteras de Andalucía necesarios para el desarrollo y aplicación de la política sectorial en esta materia, y requiere la actualización y mantenimiento continuos y sistematizada de su información debido a la dinamicidad de la Red de Carreteras de Andalucía.

Desde 2017, el SICA está abordando un ambicioso proceso de optimización, con una clara vocación de servicio transversal dentro de la Junta de Andalucía y de innovación tecnológica, tanto en la captura de las características físicas y geométricas del dominio público viario, como en la aplicaciones y sistemas que sirven de apoyo a la toma de decisiones, a la explotación de ese dominio público viario y a la información a los usuarios. Que convierte al SICA en el más ambicioso de España en esta materia.

Abstract

The entry into force of Law 8/2001 of July 12, on Roads of Andalusia, provides the Autonomous Community of Andalusia with its own legislative and regulatory framework for the exercise of its exclusive competence in terms of roads, and establishes in its article 52 the obligation of the Andalusian Administration to have a Road Information System.

This system, SICA, integrates all the basic data of the Road Network of Andalusia necessary for the development and application of the sectoral policy in this matter, and requires the continuous and systematic update and maintenance of its information due to the dynamism of the Road Network of Andalusia.

Since 2007, SICA is addressing an ambitious optimization process, with a clear intention of cross-cutting service within the Andalusian Regional Government and technological innovation, both in the capture of physical and geometric characteristics of the road public domain, as in the applications and systems that serve as support for the decision-making and the exploitation of this public domain, and in the information to users. All this makes SICA the most ambitious Road Information System in Spain.

Palabras clave: Carreteras, SICA, Junta de Andalucía, LIDAR, INSPIRE, OGC, MAPEA, Open Source, interoperabilidad.

Keywords: Roads, SICA, Junta de Andalucía, LIDAR, INSPIRE, OGC, MAPEA, Open Source, interoperability.

*Director del Proyecto. Servicio de Planificación
Dirección General de Infraestructuras. Consejería de Fomento,
Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía
moises.barea@juntadeandalucia.es
Gerente SICA UTE Estudios GIS-Airestudio
aarroyo@estudiosgis.com*

*Recepción 03/12/2019
Aprobación 09/12/2019*

1. INTRODUCCIÓN

El Sistema de Información de Carreteras de Andalucía (SICA) se crea en el año 2001 como un instrumento de apoyo a la toma de decisiones, a la explotación del dominio público viario y a la información a los usuarios.

Es a partir del año 2017, cuando el SICA aborda un ambicioso proceso de optimización, con una clara vocación de servicio transversal dentro de la Junta de Andalucía y de innovación tecnológica, tanto en la captura de las características físicas y geométricas del dominio público viario, como en la aplicaciones y sistemas que sirven de apoyo a la toma de decisiones, a la explotación de ese dominio público viario y a la información a los usuarios.

En este contexto se están inventariando 11 000 kilómetros de carreteras que integran la Red de Carreteras de Andalucía, utilizando tecnología *Mobile Mapping*, generando imágenes panorámicas 360° y nubes de puntos LIDAR. Lo que convierte al Sistema de Información de Carreteras de Andalucía (SICA) en el proyecto más ambicioso de España en esta materia.

En el marco de la innovación tecnológica en el SICA se están realizando labores de consultoría sobre procesos y utilidades para el tratamiento y explotación de la información, que han desembocado en el diseño, construcción e implantación de nuevas aplicaciones para la gestión, toma de decisiones e información a los usuarios internos y externos.

Estas aplicaciones se están desarrollando sobre tecnología *Open Source* homologada en la Junta de Andalucía, concretamente MAPEA y PENTAHO. Utilizan servicios estándares (INSPIRE y OGC) y están diseñadas para facilitar la interoperabilidad con otros sistemas de la Junta de Andalucía y otros organismos.

2. PROCESO DE CAPTURA DE DATOS

El proceso de captura de datos de los 11 000 kilómetros de carreteras que integran la Red de Carreteras de Andalucía y del entorno de las mismas se está realizando utilizando el sistema *Mobile Mapping IP-S3* de TOPCON. Este equipo ofrece una nube de puntos LIDAR de alta precisión y alta densidad combinada con imágenes panorámicas de alta resolución. Su sistema de posicionamiento integra una unidad de medición inercial (IMU), el receptor GNSS (GPS y GLONASS) y un odómetro de vehículo. Proporciona orientación y posicionamiento precisos en un entorno dinámico.

La planificación de la captura y la posterior extracción

de los activos de las infraestructuras viarias andaluzas se han realizado consensuando las necesidades de los diferentes departamentos y servicios de la Dirección General de Infraestructuras de la Junta de Andalucía. Resultando que, a fecha de noviembre de 2019, se han escaneado y obtenido imágenes panorámicas 360° de las carreteras situadas en las provincias de Almería, Jaén, Cádiz, Sevilla y Málaga. Y está previsto que a lo largo del año 2020, se finalice el escaneo y captura de imágenes de las carreteras de las provincias de Huelva, Córdoba y Granada.



Figura 1. Vehículo con sistema *Mobile Mapping IP-S3* de TOPCON embarcado empleado en la toma de datos para el SICA



Figura 2. Nube de puntos LIDAR



Figura 3. Detalle de imagen panorámica 360°

MATRÍCULA	ORIGEN	FINAL	PRINCIPAL	SECUNDARIA	DENOMINACIÓN	ORIGEN	FINAL	LONGITUD	ANCHURA
A-1000	0,00	0,33	0,00	0,33	De N-340A a la A-7	Int. N-340a	Int. A-7	3,06	Comg
A-1000	0,33	2,19	0,33	2,15	De N-340A a la A-7	Int. N-340a	Int. A-7	3,06	Comg
A-1000	2,19	3,06	2,15	3,00	De N-340A a la A-7	Int. N-340a	Int. A-7	3,06	Comg
A-1001	0,00	0,52	0,00	0,52	De la A-1000 a la AL-3117	Int. A-1000	Int. AL-3117	2,06	Comg
A-1001	0,52	0,78	0,52	0,78	De la A-1000 a la AL-3117	Int. A-1000	Int. AL-3117	2,06	Comg
A-1001	0,78	1,52	0,78	1,46	De la A-1000 a la AL-3117	Int. A-1000	Int. AL-3117	2,06	Comg
A-1001	1,52	2,06	1,46	2,02	De la A-1000 a la AL-3117	Int. A-1000	Int. AL-3117	2,06	Comg
A-1050	0,00	2,00	0,00	1,78	De A-7 a La Mojonera por Las Norias de Daza	Int. A-7 (E-15)	T.M. Roquetas de Mar	11,85	Comg
A-1050	2,00	4,68	1,78	4,46	De A-7 a La Mojonera por Las Norias de Daza	Int. A-7 (E-15)	T.M. Roquetas de Mar	11,85	Comg
A-1050	4,68	7,59	4,46	7,30	De A-7 a La Mojonera por Las Norias de Daza	Int. A-7 (E-15)	T.M. Roquetas de Mar	11,85	Comg
A-1050	7,59	9,73	7,30	9,36	De A-7 a La Mojonera por Las Norias de Daza	Int. A-7 (E-15)	T.M. Roquetas de Mar	11,85	Comg

Figura 5. Catálogo de Carreteras de Andalucía

3. RESULTADOS

Como ya se ha indicado anteriormente, a partir del año 2017, el SICA abordó un ambicioso proceso de optimización, con una clara vocación de servicio/producto transversal que pretendía satisfacer las necesidades y demandas de gestión de los diferentes departamentos y servicios de la Junta de Andalucía.

Desde esta premisa, la UTE adjudicataria del SICA, formada por las empresas Estudios GIS y Airestudio, elaboró junto con los responsables de la Junta de Andalucía, un catálogo de productos entregables, y sus modelos de datos asociados, que conforman actualmente el Sistema de Información de Carreteras de Andalucía.

Este catálogo de servicios/productos del SICA pretende cubrir todo el ciclo de vida del dato relativo a las carreteras y su entorno. Y abarca aspectos relacionados con la planificación, construcción y certificación de carreteras, conservación de los diferentes activos ubicados en ellos, intercambio de información entre administraciones con competencias en las carreteras de Andalucía (Junta de Andalucía, Ministerio de Fomento y las Diputaciones de Almería, Jaén, Sevilla, Málaga, Huelva, Córdoba, Granada y Cádiz), y el apoyo a la toma de decisiones, a la explotación del dominio público viario y a la información a los usuarios.

Se pretende disponer de un dato único, accesible a través de estándares de interoperabilidad (OGC, INSPIRE), por las diferentes delegaciones de la Junta de Andalucía, en cada una de las provincias de Andalucía, así como agencias públicas y administraciones públicas que demanden dicha información.

Por todo ello se ha realizado un proceso de consultoría tecnológica para definir, desarrollar e implantar las bases de datos, aplicaciones y formatos de datos que den respuesta a estos retos.

3.2. Mantenimiento del Catálogo y la Red de Carreteras de Andalucía

Uno de los principales resultados del proyecto es la propia actualización de los datos de elementos y atribu-

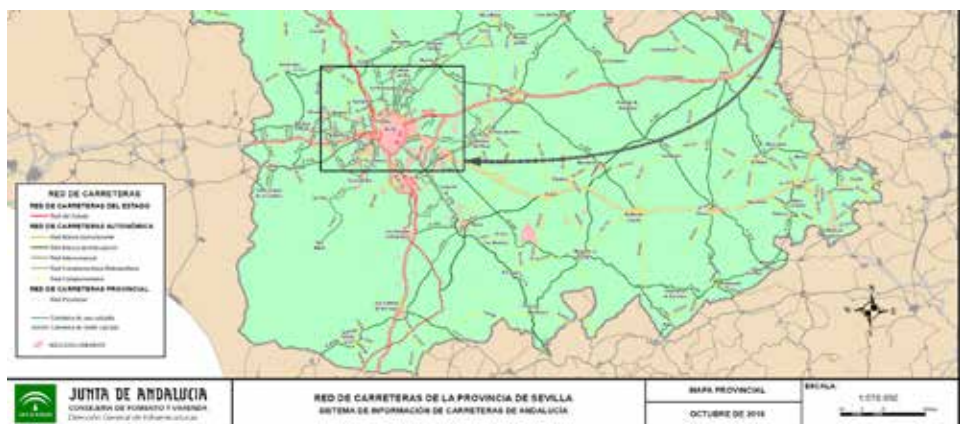


Figura 4. Red de Carreteras de Andalucía

tos del inventario que componen la Red de Carreteras de Andalucía, y datos sobre las características físicas y geométricas de cada carretera, equipamiento y características de su entorno. Así como la actualización del Catálogo de la Red de Carreteras de Andalucía, recogiendo las modificaciones puntuales que se produzcan derivadas de cesiones, incorporaciones o revisiones de determinados tramos de carretera.

3.3. Generación de informes y mapas

La ingente cantidad de datos normalizados y estructurados del SICA permiten dar respuesta a la propia gestión de las carreteras y a solicitudes diversas relativas a ellas, procedentes de otros servicios de la Junta de Andalucía y otras instituciones como, por ejemplo, el caso de Ministerio de Fomento que regularmente solicita datos estadísticos a todas las administraciones públicas españolas competentes en materia de carreteras.

En ese sentido la diversidad de peticiones de información, en forma de informes, mapas y/o estadísticas es muy amplia, y muestra la potencialidad y utilidad de la información recogida en el SICA.

De igual manera se generan y entregan mapas con la planificación de las tareas de conservación de carreteras que se llevan a cabo por parte del organismo competente de la Junta de Andalucía, como por ejemplo la planificación de trabajos relativos al mantenimiento de las zonas verdes del entorno de la red de carreteras, mejoras de la seguridad vial, zonas de actuación por centro de conservación etc.

LONGITUD DE RED DE CARRETERAS DE ANDALUCÍA. TITULARIDAD JUNTA DE ANDALUCÍA. DISTRIBUIDAS POR PROVINCIAS Y PORCENTAJES SOBRE				
ALMERÍA				
Jerarquía	Longitud (Kms)	% Provincia	% RCA	
Básica Estructural	86,45	10,00%	0,78%	
Básica de Articulación	67,45	7,80%	0,61%	
Intercomarcal	352,81	40,80%	3,18%	
Complementaria	290,26	33,57%	2,61%	
Complementaria Metropolitana	15,60	1,80%	0,14%	
Vialio Anexo	16,30	1,88%	0,15%	
Elemento Funcional	35,88	4,15%	0,32%	
Total	864,75	100%	7,79%	
HUELVA				
Jerarquía	Longitud (Kms)	% Provincia	% RCA	
Básica Estructural		0,00%	0,00%	
Básica de Articulación	227,26	26,69%	2,05%	
Intercomarcal	393,55	45,69%	3,54%	
Complementaria	104,16	13,15%	0,94%	
Complementaria Metropolitana	42,02	5,30%	0,38%	
Vialio Anexo	25,06	3,16%	0,23%	
Elemento Funcional		0,00%	0,00%	
Total	792,04	100%	7,13%	

Figura 6. Informe destinado al Ministerio de Fomento



Figura 7. Eje INSPIRE navegable con características físicas y geométricas

Entre los productos que se obtienen en el SICA destaca el eje de carreteras navegable (conforme a INSPIRE) que como información semántica dispone de las características físicas y geométricas de las carreteras en tramos de 20 metros.

Dichas características físicas y geométricas son principalmente las siguientes:

- Punto kilométrico
- Distancia a origen
- Radio de curvatura
- Pendiente
- Peralte
- Anchuras de calzada y arcenes
- Número de carriles

Para el cálculo de dicho eje y siempre partiendo de las nubes de puntos capturadas por el sistema *Mobile Mapping*, se realiza una clasificación automática del suelo, con el objeto de diferenciar la plataforma de la carretera



Figura 8. Ejes correspondientes a la autovía A-316 a su paso por la provincia de Jaén

del resto de superficies y objetos presentes en la nube de puntos. Sobre esta primera clasificación, se realiza una segunda para extraer tanto el asfalto como las marcas viales horizontales que se editan para obtener una clasificación lo más precisa posible. A partir esta segunda clasificación, se calcula el eje de la carretera que posteriormente es parametrizado para extraer las características físicas y geométricas previamente indicadas.

3.4. Inventario de señalética, hitos kilométricos...

Entre la información inventariada se encuentran todos los activos de las carreteras y su entorno. De los cuales se dispone de su geometría, posición geográfica exacta y atributos, algunos de ellos destinados a las labores de conservación y mantenimiento de dichos activos.

El volumen de datos recopilado sobre las carreteras andaluzas es ingente. Como ejemplo, se han inventariado hasta el momento más de 175 000 señales verticales a las cuales se les ha asignado su correspondiente código D.G.T. para una correcta clasificación de éstas (señales de advertencia de peligro, reglamentación, indicación, ...).

Además se dispone de información de otros activos presentes en las carreteras como:

- Marcas viales longitudinales
- Sistemas de contención
- Balizamiento
- Estructuras
- Muros
- Pasos de mediana
- Iluminación
- Semáforos
- Control de gálibo
- Postes SOS
- Lechos de frenado
- Túneles
- Paneles de señalización variable
- ...

3.5. Nube de puntos, panoramas 360° y Visualizador

Como ya se ha indicado anteriormente, se está capturando la realidad de 11 000 kilómetros de carreteras utilizando técnicas de *Mobile Mapping* por lo que un producto



Figura 9. Señal vertical de tipo cartel sobre banderola, sistemas de contención de tipo barrera metálica simple tanto con una como con dos alineaciones y pretiles, ejemplos de activos inventariados en la carretera A-381 de Cádiz



Figura 10. Visualizador de nubes de puntos y panoramas, funcionalidad de medición

entregable son las propias nubes de puntos LIDAR resultado del escaneo y las imágenes panorámicas 360°.

Con el Objetivo de facilitar la consulta y explotación de las nubes de puntos LIDAR desde cualquier ubicación, se está desarrollando en paralelo un visualizador web que permite funcionalidades avanzadas de consulta y explotación de los datos LIDAR y los panoramas, tales como realizar mediciones sobre los activos, obtener perfiles o clasificar las nubes de puntos, así como la navegación virtual en modo 360° por toda la Red de Carreteras de Andalucía.

Facilitando enormemente las labores de los técnicos que realizan o necesitan información relativa a las carreteras, optimizando recursos y reduciendo desplazamientos a campo.

Las funcionalidades que ofrece esta herramienta son las siguientes:

- Navegación por los panoramas, modo 360° y/o estereoscópico.
- Gestión del número de puntos LIDAR a visualizar.
- Gestión del campo de visión.
- Gestión de la calidad de la visualización de la nube de puntos.
- Recorte de la nube de puntos para trabajar con un área geográfica determinada.
- Generación de perfiles.

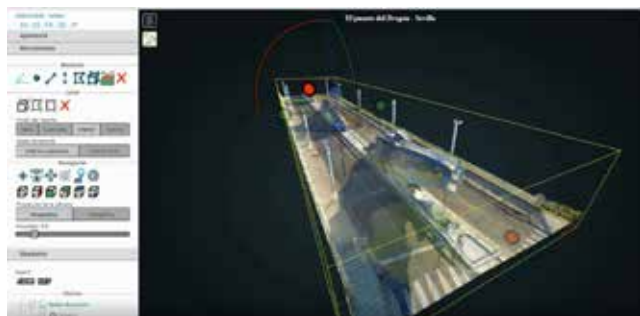


Figura 11. Ejemplo de funcionalidad recorte

- Clasificación de nube de puntos (intensidad, color, elevación).
- Realización de diferentes tipos de mediciones.
- Exportación de recortes de nubes de puntos.

3.6. Ficheros CAD

Con el objetivo de facilitar el uso de la información de todo tipo de perfiles técnicos y desde el mayor número posible de aplicaciones de software, otro producto entregable es la información relativa a ejes, marcas viales longitudinales y límite de calzada en formato CAD.

3.7. Aplicación de Consulta Avanzada

Además del Visualizador de nube de puntos LIDAR y panoramas 360°, se hace necesario disponer de una herramienta que permita consultar y explotar las características físicas y geométricas de la Red de Carreteras de Andalucía.

Por ello, el SICA cuenta con una aplicación diseñada e implementada a medida de las necesidades en esta materia de la Dirección General de Infraestructuras.

Esta aplicación se ha desarrollado sobre tecnología *Open Source* homologada en la Junta de Andalucía, concretamente MAPEA y PENTAHO. Utiliza servicios (INSPIRE y OGC) y está diseñada para facilitar la interoperabilidad con otros sistemas de la Junta de Andalucía y otros organismos.

Esta aplicación permite localizar una carretera, por nombre, categoría, titularidad, PK o municipio. O bien filtrarla o generar temáticos en función de sus característi-

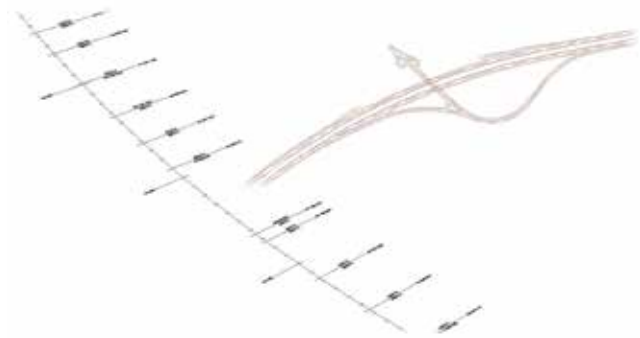


Figura 12. Ejes, marcas viales longitudinales y límite de calzada, en formato CAD

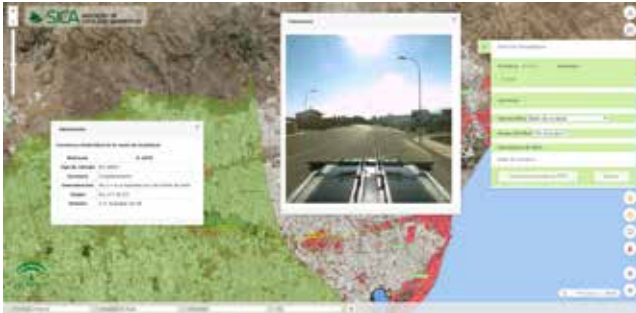


Figura 13. Aplicación de Consulta Avanzada

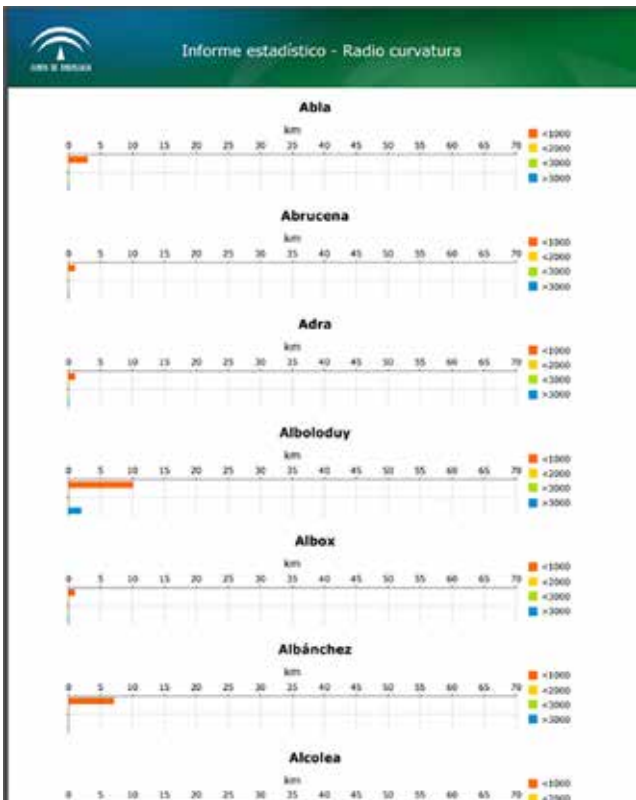


Figura 14. Ejemplo de informe de Radio de Curvatura

cas: radio de curvatura, ancho de calzada, ancho de arcén, número de carriles...

Así como consultar las características físicas y geométricas mencionadas en el apartado 3.4 *Eje INSPIRE navegable con características físicas y geométricas*.

Además de navegar por los panoramas 360°, permite la generación de informes alfanuméricos o de extracción de base de datos o bien estadísticos como, por ejemplo, relativos al radio de curvatura o similares.

La Aplicación de Consulta Avanzada hace uso de servicios WMS publicados por la Junta de Andalucía para cargar la información cartográfica y ortofotografías. Y permite añadir, como información geográfica al mapa, cualquier servicio WMS disponible en Internet, además de capas en local en formatos como Shapefile, GeoJSON, GPX y KML.

4. CONCLUSIONES

En definitiva, el Sistema de Información de Carreteras de Andalucía ha dado un salto cualitativo desde 2017, basado en un enfoque en pos de la innovación tecnológica y la evolución continua. Asumiendo el reto de capturar y mantener la información de la Red de Carreteras de Andalucía, respondiendo así, al reto de disponer de un dato único, preciso y actualizado que pueda dar respuesta a las necesidades de los diferentes departamentos y servicios de la Junta de Andalucía, así como de otros organismos e instituciones públicas, cuya gestión está ligada a las infraestructuras viarias.

El actual Sistema de Información de Carreteras de Andalucía, gestiona una ingente cantidad de datos de más de 11 000 kilómetros de carreteras, en cuya captura, tratamiento, explotación y difusión se están utilizando las últimas tecnologías del sector, convirtiendo al SICA en un referente a nivel nacional.

Sobre los autores

Moisés Barea Solís

Arquitecto Técnico, experto universitario en la Gestión y Uso de la información geográfica en la administración pública y Director del Proyecto del Sistema de Información de Carreteras de Andalucía, adscrito al Servicio de Planificación de la Dirección General de Infraestructuras de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.

Álvaro Arroyo Díaz

Ingeniero en Geomática y Topografía, y Master en Sistemas de Información Geográfica. Es Director Gerente y Consultor GIS de Estudios GIS, y gerente de SICA UTE, la UTE adjudicataria del mantenimiento y actualización del SICA. Posee una experiencia de más de 23 años en la dirección de proyectos nacionales e internacionales (Europa, Latinoamérica y Medio Oriente) y pertenece a los grupos de trabajo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España.

En 2006 recibió el premio «Joven Empresario» de la Asociación de Jóvenes Empresarios de Álava. Entre los reconocimientos más recientes destacan el Premio Cantábrico Excelente (2016) en la categoría «Consultoría TIC» y el Premio Tecnología Siglo XXI (2018) en la categoría «Smart Cities».