

Varela García, F.A., Borobio Sanchiz, M., Martínez Crespo, G. y Ocampo Couto, J. (2010): Tecnologías de información geográfica en el análisis territorial de los caminos de Santiago en Galicia. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 597-614. ISBN: 978-84-472-1294-1

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ANÁLISIS TERRITORIAL DE LOS CAMINOS DE SANTIAGO EN GALICIA

Fco. Alberto Varela García¹, Manuel Borobio Sanchiz², Gonzalo Martínez Crespo³, Jorge Ocampo Couto⁴

(1) Laboratorio de Ingeniería Cartográfica, Universidad de Coruña, ETS Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Campus de Elviña s/n, A Coruña, avarela@udc.es

(2) Escuela de Arquitectura de la Universidad de Coruña, Campus de Zapateira s/n, A Coruña, mborobio@udc.es

(3) Cartolab, Laboratorio de Ingeniería Cartográfica, Universidad de Coruña, ETS Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Campus de Elviña s/n, A Coruña, gmartinez@cartolab.es

(4) Cartolab, Laboratorio de Ingeniería Cartográfica, Universidad de Coruña, ETS Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Campus de Elviña s/n, A Coruña, jocampo@cartolab.es

RESUMEN

El Camino de Santiago ofrece desde su origen su dimensión como ruta de peregrinación que lo convierten en un Itinerario Cultural de enorme valor, y al mismo tiempo que se mantiene su dimensión funcional como vía de comunicación. Desde el año 2007 la Xunta de Galicia impulsa la elaboración de profundos estudios de carácter multidisciplinar de las características de los Caminos y de su territorio vinculado.

Cartolab ha colaborado en la elaboración de los estudios territoriales del Camino Francés, la Vía de Plata en Ourense y, de manera menor, al Camino Inglés. Mediante un equipo multidisciplinar formado por ingenieros de Caminos, arquitectos, arqueólogos, informáticos, etc. se realizó una completa toma de datos estructurales y funcionales, al mismo tiempo que se analizó la integración de la ruta, no sólo con el paisaje, sino también con la historia que la enmarca.

Gracias al potencial de las tecnologías de información geográfica fue posible tratar adecuadamente toda esta información, y poder elaborar una caracterización completa de la ruta. Se desarrolló una metodología basada en SIG para parametrizar la información tomada en campo y generar indicadores geoespaciales que pusiesen en relación diversos aspectos considerados en los trabajos, como toponimia, patrimonio, poblaciones, visibilidad, etc. y que se concretaron en la definición de un ámbito territorial asociado históricamente al Camino de Santiago.

Palabras Clave: Caminos de Santiago, SIG, análisis espaciales, territorio, indicadores

RESUMEN

El Camino de Santiago offers its size from its origin as a route of pilgrimage, making it a Cultural Route of tremendous value, while maintaining its functional dimension as a means of communication. Since 2007 the Galician regional government encourages the development of multidisciplinary depth studies of the characteristics of the roads and their associated territories.

CartoLab has collaborated in the development of regional studies of the French Way, the Way of Silver in Ourense

and, lower, the English Way. Through a multidisciplinary team consisting of civil engineers, architects, archaeologists, computer, etc. there was a complete taking of structural and functional data, while the integration was discussed on the route, not just the landscape but also the story that frames it.

With the potential of geographical information technologies was possible to adequately treat all such information, and to develop a complete characterization of the route. We developed a GIS-based methodology for parametric-zar information taken in the field and generate indicators geospatial them to put on various aspects considered in the work, such as place names, heritage, population, visibility, etc. and were achieved through the definition of a territory historically associated with the Way of Santiago.

Keywords: Caminos de Santiago, GIS, spatial analysis, territory, indicators

INTRODUCCIÓN

El Camino de Santiago es un elemento histórico de enorme relevancia por los territorios europeos por los que atraviesa, especialmente en la franja norte de la península ibérica y en sus etapas finales por tierras gallegas. Este corredor supuso una vía de unión de los reinos hispanos con Europa por la cual circularon artistas, científicos, nobles, sacerdotes e incluso reyes. A diferencia de otros elementos patrimoniales, su uso como vía de comunicación se mantiene hoy en día, siendo por tanto necesario aproximarse a él desde una doble perspectiva: histórica y funcional.

Desde un punto de vista histórico el Camino está directamente vinculado al desarrollo del arte, la arquitectura y la ingeniería, especialmente en el medievo. Los equipos de arquitectos y canteros que poblaron el Camino dejaron su huella en catedrales y templos con un estilo propio dentro de los grandes movimientos del románico y el gótico. Nacieron las iglesias de peregrinación en los reinos peninsulares y en Francia, y también en la literatura y la música el Camino ejerció un importante influjo. Buena parte de este patrimonio se conserva en la actualidad y debe ser correctamente protegido y preservado no sólo como elemento artístico puntual, si no también por su vinculación con el trazado jacobeo.

Desde el punto de vista funcional el Camino sigue vivo. En el año 2009 según estadística del archivo de la Catedral de Santiago de Compostela se registraron 145.877 peregrinos. Esta presión sobre la ruta requiere un especial esfuerzo de adecuación de la misma para asegurar un buen trayecto, así como dotarla de infraestructuras para los viajeros, tales como albergues, fuentes o áreas de descanso.

Ambas perspectivas deben combinarse armoniosamente. El Camino es además un elemento singular en el paisaje, que merece ser estudiado en profundidad. Una alteración en el entorno del trazado que sea perceptible por el peregrino es un impacto paisajístico del más alto nivel, y para el cual es necesario diseñar medidas correctoras.

En 2007 la Consellería de Cultura de la Xunta de Galicia inició los trabajos de estudio del territorio histórico vinculado a los Caminos, incluyendo el análisis e información previa necesaria para la delimitación de los trazados jacobeos así como sus zonas de protección. Durante los años 2007 y 2008 se licitaron los estudios del itinerario Francés, Norte, Primitivo, Inglés, de Fisterra, Portugués y del llamado Camino Tradicional o Antiguo - Itinerario desde Chaves, que en adelante denominaremos simplemente "Vía de la Plata".

De esta forma la administración autonómica busca dar cumplimiento a la Ley de Protección de los Caminos de Santiago en Galicia, de 1996, que establece la obligatoriedad de delimitar cada uno de los Caminos existentes en la comunidad, así como redactar un plan especial de protección para el ámbito de los mismos.

La UTE formada por BAU Arquitectura y Urbanismo y SIGNO Ingeniería del Territorio fue adjudicataria del proyecto del Camino Francés en 2007. El Laboratorio de Ingeniería Cartográfica - Cartolab - de la ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña formó desde el primer momento parte del equipo para realizar la caracterización de los trazados del Camino, colaborar en el estudio de su origen y desarrollo histórico, y apoyar en la elaboración de la cartografía y en la gestión y tratamiento de todos los datos geográficos recopilados. Posteriormente, en 2008 las mismas empresas fueron adjudicatarias del Camino de la Vía de la Plata, y nuevamente contaron con el apoyo del Cartolab. Además durante el año 2009 se colaboró puntualmente con la empresa COTESA, adjudicataria del Camino Inglés, en el análisis de su trazado.

La presente comunicación se centra en las líneas de trabajo que - en el marco de los estudios territoriales del Camino Francés y de la Vía de la Plata - más directamente están vinculadas al estudio del trazado jacobeo. La

metodología de trabajo es muy similar en los estudios de ambas rutas, y el empleo de tecnologías de la información geográfica, análogo.

PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TRABAJO

El objetivo del proyecto es delimitar con la mayor rigurosidad y precisión los trazados históricos del Camino Francés y de la Vía de la Plata en territorio gallego, y establecer las zonas de protección correspondientes. Para dar cumplimiento a esta propuesta, el pliego elaborado por la Dirección Xeral de Patrimonio Cultural de la Xunta de Galicia exigía la recopilación de un amplísimo volumen de información así como la elaboración de informes técnicos y series cartográficas actualizadas.

El área objeto de estudio es doble: el estudio extensivo se limitó inicialmente a las parroquias que atraviesa alguno de los trazados del Camino, y alguna vecina de interés en potenciales variantes, complementado por un estudio intensivo en la franja inmediata de los trazados.

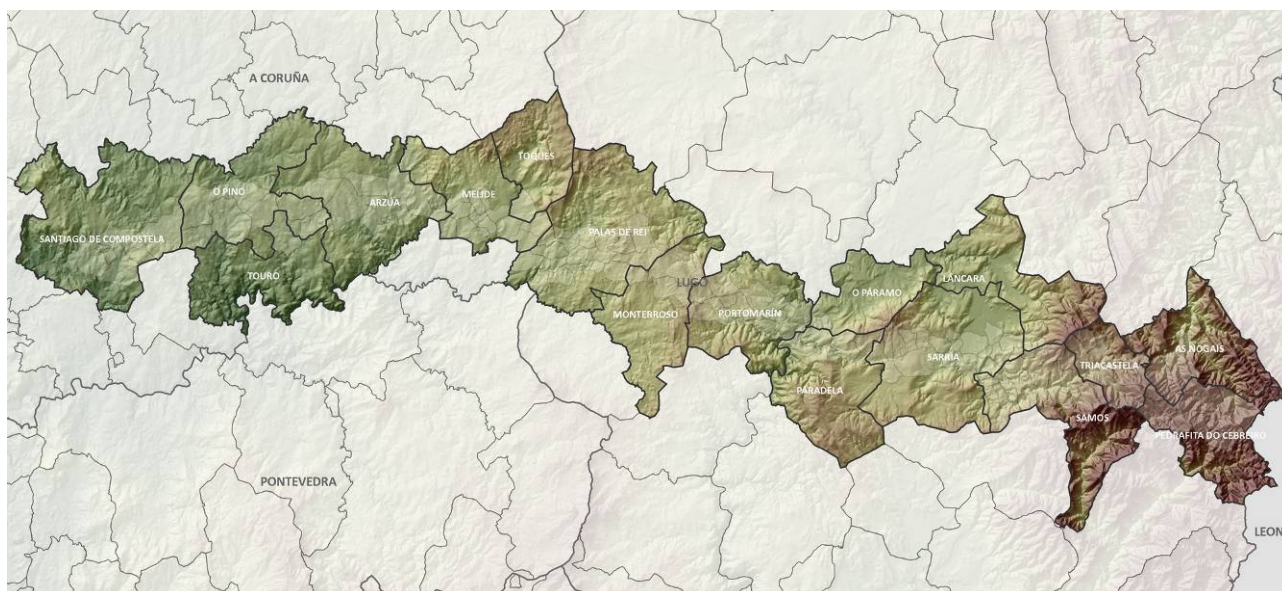


Figura 11. Municipios y parroquias dentro del ámbito del estudio en el caso del Camino Francés

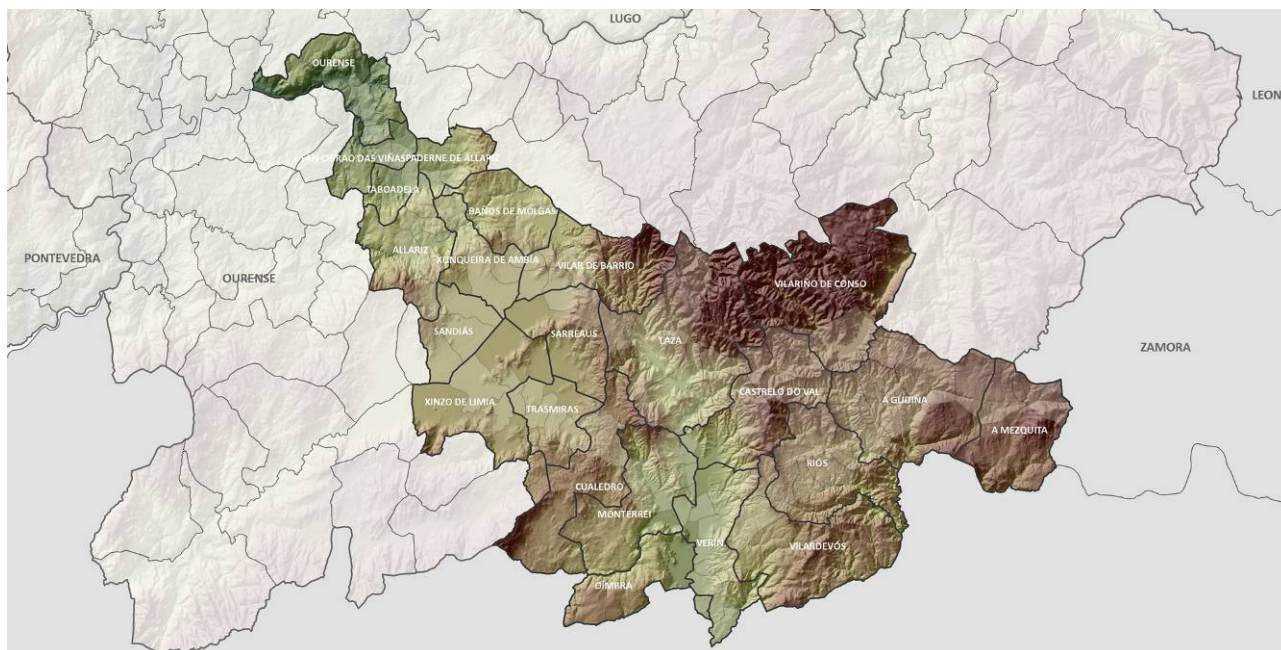


Figura 12. Municipios y parroquias dentro del ámbito del estudio en el caso de la Vía de la Plata

El contenido del estudio abarca cuatro grandes áreas:

- Información histórica: consulta de documentación, bibliografía y archivos en relación a los Caminos (castreños, romanos, medievales, modernos, carreteras, etc.), itinerarios y parcelario. Siempre que fue posible se trasladó la información a la cartografía.
- Análisis del territorio: estudio y elaboración de cartografía sobre características fisiográficas, geología, hidrografía, elementos antrópicos, usos del suelo, asentamientos, redes de comunicaciones e infraestructuras, parcelario, espacios públicos, equipamientos, y régimen urbanístico. En este área se incluye la caracterización técnica completa de todos los trazados del Camino.
- Toponimia: microtoponimia del ámbito geográfico del estudio, nombres de lugares, Caminos, montes, veigas, etc. Toda información toponímica generada se vinculó a la cartografía.
- Inventario del patrimonio natural y cultural que se traslada a la cartografía y se documenta en catálogos de los elementos naturales, arqueológicos y patrimoniales existentes en todo el territorio de estudio.

Toda la información se complementa con una propuesta de delimitación del trazado de la ruta y sus zonas de protección, especificando los diferentes niveles de la misma.

METODOLOGÍA GLOBAL DE PROYECTO

Para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto, la dirección del proyecto conformó un equipo de trabajo multidisciplinar que incluye arqueólogos, historiadores, ingenieros de Caminos, ingenieros de obras públicas, ingenieros informáticos, arquitectos y geógrafos, entre otras disciplinas.

Desde el principio se propuso un empleo intensivo y global de las tecnologías de la información geográfica en el presente estudio. Intensivo porque se realizarán análisis de gran complejidad, como cálculo de cuencas visuales o de accesibilidad, siendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) la principal herramienta empleada para el análisis territorial del Camino de Santiago. Y global porque todos los bloques del estudio usarán SIG para el inventario de datos, el análisis, el apoyo al trabajo de campo y la salida cartográfica final.

Las escalas de trabajo comprenden desde 1:500.000 para el global del Camino hasta 1:2.000 para el análisis de núcleos de población o la delimitación del trazado. Para algunos procesos se usaron Modelos Digitales del Terreno. En cuanto al Software SIG usado, la gama incluye a ESRI ArcMap como herramienta principal para la salida cartográfica, Geomedia Intergraph y gvSIG como aplicaciones para visualización y análisis de información, y OpenJUMP con SEXTANTE para procesos avanzados de análisis de datos.

Entre la información de base sobre la que trabajaron todos los grupos de trabajo se encuentra la cartografía digital provista por el SITGA, orfototos actualizadas del PNOA, fotografías aéreas del vuelo americano de 1956 y 1957, así como el parcelario catastral.

El estudio se estructura de la siguiente forma:

- Información histórica
- Toponimia
- Información de los trazados del Camino
- Información de las ciudades, villas y núcleos
- Régimen urbanístico y afecciones
- Análisis del territorio
- Propuesta de delimitación

Información histórica

Este bloque es de vital importancia para identificar los trazados de los Caminos a su paso por Galicia, así como poner en valor todo el patrimonio vinculado a la ruta.

El trabajo parte de la base de que el objetivo de fondo es identificar todos los trazados que pudieron ser usados por peregrinos en su viaje a Santiago de Compostela en el ámbito del itinerario que viene desde Castilla. En el caso del Camino Francés se estudian las rutas que derivaban principalmente desde las capitales del norte de Castilla, como León y Burgos. Por su parte la Vía de la Plata fue un itinerario muy empleado por viajeros del centro de la península, especialmente cuando las capitales de los reinos cristianos se trasladaron a dichas latitudes. Es evidente que la red de Caminos es muy extensa y no es fácil determinar un único vial jacobeo. Existen muchas sendas que podrían haber servido de Camino, y aún lo sirven en algún caso, para el peregrino. Sin embargo, gracias a la información existente y recopilada se puede determinar qué ruta era la más usada en virtud de su seguridad, su comodidad, su accesibilidad o sus infraestructuras y equipamientos que le daban servicio.

El equipo de información histórica realizó el inventario arqueológico y etnográfico integral de todo el territorio de estudio, referenciando geográficamente todos los elementos. Se realizó una prospección documental para encontrar referencias históricas a puntos de paso del Camino, incluyendo análisis sobre cartografía histórica. Este trabajo, junto con una exhaustiva revisión de las fotografías aéreas del vuelo americano de 1956 y con el análisis de toponimia, de yacimientos arqueológicos y de la evolución de los poblamientos, así como de las prospección en campo de las trazas, permite dotar a cada trazado histórico de un índice de certidumbre que ponga de relieve las pruebas halladas sobre si ese segmento de Camino pudo ser en el pasado parte del recorrido jacobeo por el denominado Camino Francés.

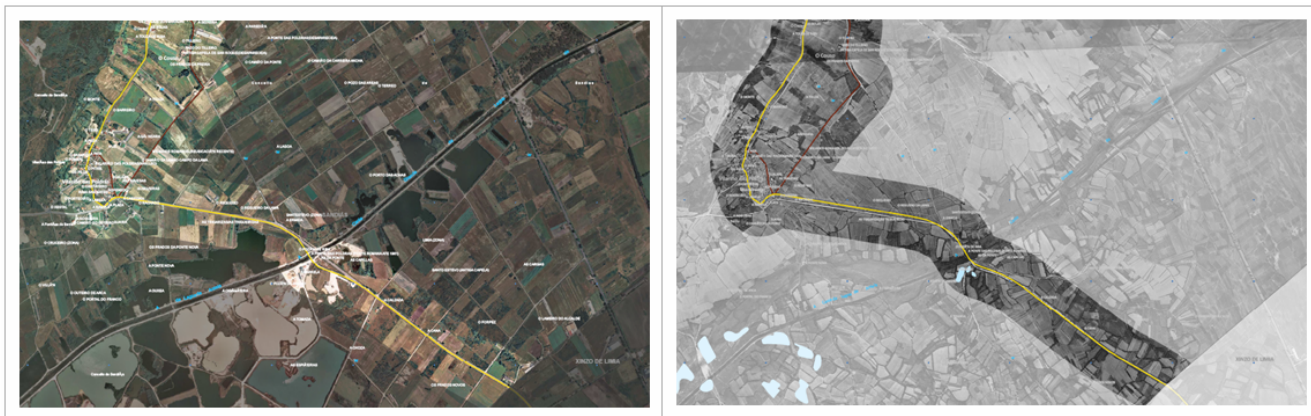


Figura 13. Trazados actuales del Camino sobre ortofoto actual (izquierda) y Vuelo Americano de los años 50 (derecha), donde se aprecia la evolución de los Caminos y el parcelario. Ámbito de Sandías en Vía de la Plata

Toponimia

La enorme riqueza toponímica de Galicia - más de 1.000.000 de topónimos - constituye un patrimonio de gran valor para el estudio del territorio, puesto que conserva usos y tradiciones, quizás ya perdidas en el tiempo, pero ancladas a un punto localizado geográficamente.

En este bloque se contó con la participación del SITGA, con amplia experiencia en la catalogación intensiva de topónimos usando tecnologías de información geográfica en el marco del proyecto "Toponimia de Galicia". Se estudió con especial detenimiento los topónimos relacionados con los Caminos, como "fonte", "paso de río", "encrucillada", "fonda", "hospital", etc. y cualquier otro que haga mención a la existencia de un vínculo con el Camino de peregrinación a Santiago.

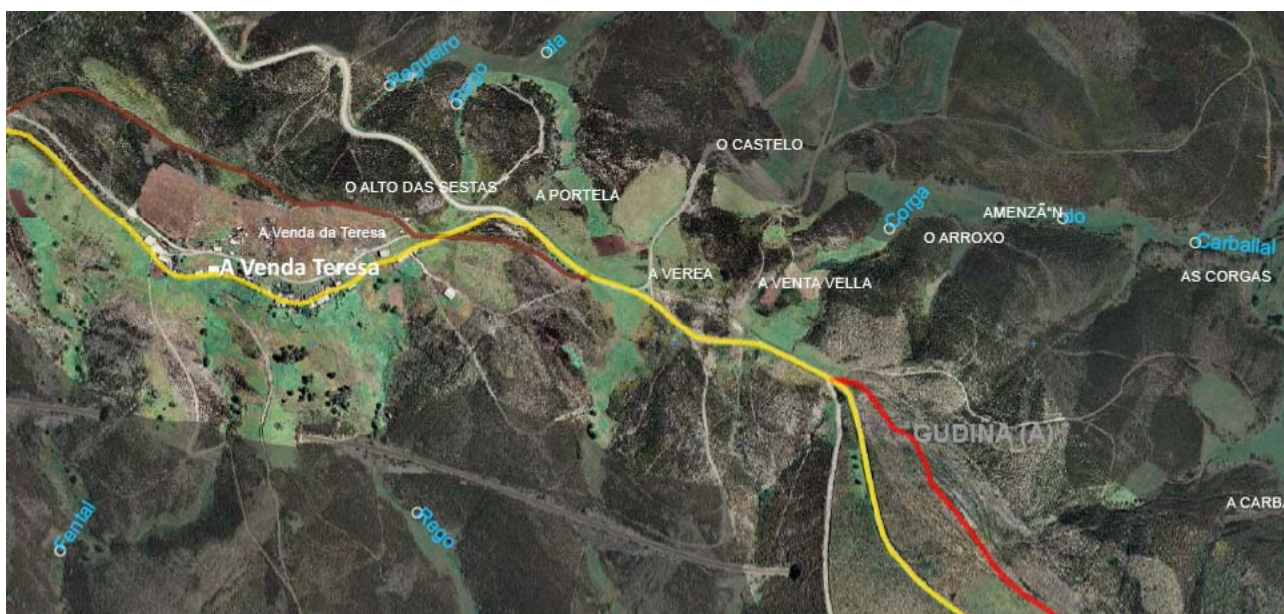


Figura 14. Toponimia en el municipio de A Gudiña, en la Vía de la Plata. Se observan varios topónimos relacionados con el paso de Caminos

Información de los trazados del Camino

Este bloque fue coordinado por el equipo de Cartolab. Fundamentalmente los objetivos del trabajo de adquisición de información y análisis sobre el trazado del Camino son los siguientes:

- Identificar sobre la cartografía actual los diferentes trazados oficiales y sus delimitaciones, así como los trazados históricos verificados por el equipo de información histórica durante los trabajos de documentación y campañas de campo.
- Caracterizar técnica y funcionalmente los distintos trazados identificados y análisis de la información recogida para la tramitación temática de los mismos y para la elaboración de unos indicadores de seguridad y de calidad del Camino.
- Identificar las diferentes infraestructuras territoriales (viarias, hidráulicas, energéticas, etc.) presentes en el ámbito del Camino.

Como resultado de este trabajo se establece una metodología que permite contar con un exhaustivo estudio de las características de cada uno de los trazados del Camino, identificando claramente sobre cartografía actual el recorrido de los mismos, y valorando su estado actual y su integración con su ámbito territorial.

Información de las ciudades, villas y núcleos

Cada uno de los asentamientos habitados a lo largo del Camino y en su entorno es estudiado con minuciosidad, presentando especial atención a la morfología urbana, la calidad y estado de sus edificaciones, el análisis y dinamismo poblacional, la economía local y el estudio de dotaciones, equipamientos y servicios. Se hace un especial análisis sobre aquellos elementos urbanos que tienen más vinculación con el Camino, como espacios públicos o de descanso, albergues o hostales.

Régimen urbanístico y afecciones

La situación social, ambiental y jurídica derivada del régimen urbanístico que desde el planeamiento se le otorga al suelo es uno de los temas que en la actualidad más ocupa a los técnicos de la administración. En el proyecto se entiende el Camino como conjunto de interés cultural que debe sujetarse a una política de protección activa.

Ante la doble dimensión histórica y funcional del Camino, la protección de los bienes culturales, naturales y antrópicos debe ser compatible con la garantía de desarrollo urbanístico y económico en sus ámbitos.

El equipo estudio todos los planes de ordenación vigentes en los municipios del Camino, así como la legislación supramunicipal en vigor. Todo el trabajo se orientó a la generación de catálogos de formas de ordenación y gestión con los cuales buscar buenas prácticas y descartar aquellas que llevaron a situaciones complejas y desajustes con los valores a proteger o la gestión a materializar.

Análisis del territorio

El análisis del territorio comprende la recopilación de información y elaboración de cartografía sobre hipsometría, geología, hidrografía, elementos antrópicos, usos del suelo, elementos naturales, etc. El bloque se completa con un inventario de patrimonio natural.

En el marco del presente proyecto es especialmente interesante estudiar el paisaje en su vinculación directa con el Camino. La ruta no puede considerarse un elemento lineal aislado, si no que en ella impactan directamente todas las realidades paisajísticas que quedan dentro de su espacio visible. Se definen por tanto unidades de paisaje, como elementos con una homogeneidad reconocible y que se valorizan en función de su impacto - positivo o negativo - y su fragilidad sobre la ruta jacobea.



Figura 15. Paisaje en torno al Camino en los montes de la parroquia de Vilavella. Triacastela. Camino Francés

SINGULARIDADES EN EL EMPLEO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los estudios territoriales vinculados a los Caminos de Santiago en Galicia presentan una serie de particularidades y problemáticas singulares que requerían de un aprovechamiento intensivo de las nuevas tecnologías de la información geográfica. Las singularidades a las que tuvo que hacer frente el proyecto no sólo responden a la complejidad del análisis territorial a abordar, sino que también están relacionadas con el elemento central del trabajo, el Camino. Su dimensión histórica e importancia cultural universal se refleja profusamente en la cartografía histórica, y ha dejado una destacable impronta a su paso por el territorio. Los análisis realizados en el estudio territorial debían hacerse eco de esta realidad, y la salida gráfica final tenía que reflejar esta imbricación del territorio con la ruta jacobea, sin olvidar la herencia cartográfica conservada hasta nuestros días.



Figura 16. "Carte des Chemins de S.Jaques de Compostelle", 1648. Archivo del Reino de Galicia, Colección Martínez Barbeito

Dar respuesta a las demandas de un estudio de estas características con el nivel de calidad marcado por el equipo de trabajo y por la dirección del mismo implicó una estrategia que contemplase los siguientes puntos:

- Por un lado el equipo de trabajo apostó desde un principio por extender el uso de SIG entre todos los integrantes del mismo, garantizando la interoperabilidad y distribución interna de toda la información.
- Los SIG como herramientas de trabajo estuvieron presentes en todas las fases del proyecto, desde el análisis previo hasta la entrega de la cartografía final.
- Creación de cartografía específica para todos los trabajos de campo, con especialmente relevancia en el análisis del trazado del Camino.
- Análisis de trazados históricos mediante SIG, siendo necesario la georreferenciación de las fotos aéreas de Vuelo Americano de los años 1956 y 1957, así como de diversas series de cartografía histórica. Este proceso es en realidad una prospección arqueológica en gabinete, puesto que la combinación de esta tarea con el análisis documental, bibliográfico y de campo permitió identificar los Caminos que en algún momento pudieron ser parte del itinerario preferente hacia Santiago.
- Procesado de información geográfica proveniente de formatos CAD para crear una verdadera base de datos del Camino y su ámbito, adaptada a las necesidades de los equipos de trabajo.
- Generación de algoritmos y herramientas de codificación de puntos de la ruta tomados en campo, que permitieran la posterior conversión a líneas o polígonos, así como el diseño de anejos técnicos de forma automática.

- Vinculación de bases de datos geográficas con fichas y formularios conveniente maquetados para su entrega final. Esto permite una entrega de catálogos de elementos vinculados al Camino de manera mucho más eficiente, con una calidad de información óptima. Muchas de las fichas que se elaboraron en el trabajo incluían cartografía adaptada.
- Tratamiento de la información tomada en campo del trazado jacobeo para la creación de indicadores de seguridad y de calidad percibida.
- Análisis geoespaciales. Para sintetizar el enorme y variado volumen de información generado se diseñaron un conjunto de análisis espaciales en formato raster para todo el ámbito de estudio. La combinación de todos ellos ayudó a la delimitación de un ámbito compacto que se adapta a la realidad territorial, englobando aquellas áreas con una fuerte relación con la ruta, tanto desde un punto de vista cultural como histórico, ambiental, funcional o paisajístico.

Este último aspecto, los análisis geoespaciales, fueron la pieza clave para solucionar el problema capital del estudio territorial: definir un ámbito territorial en torno al Camino de Santiago, superando la clásica definición de franja territorial como simple afección a una distancia fija desde el borde del trazado. El ámbito no es paralelo al Camino, si no que se adapta en función de los resultados del estudio, plasmados en dichos análisis. Esta metodología divide la información en cuatro grandes bloques temáticos: elementos antrópicos, elementos de patrimonio cultural, elementos de patrimonio natural, y elementos de relación territorial (accesibilidad al Camino y visibilidad desde el Camino).

Es importante recalcar que esta solución sólo fue posible gracias a la firme apuesta por el uso de TIG en todo el proyecto, y conllevó cientos de horas de procesamientos informáticos realizados principalmente con ESRI ArcMAP, SEXTANTE y herramientas propias basadas en librerías geográficas abiertas.

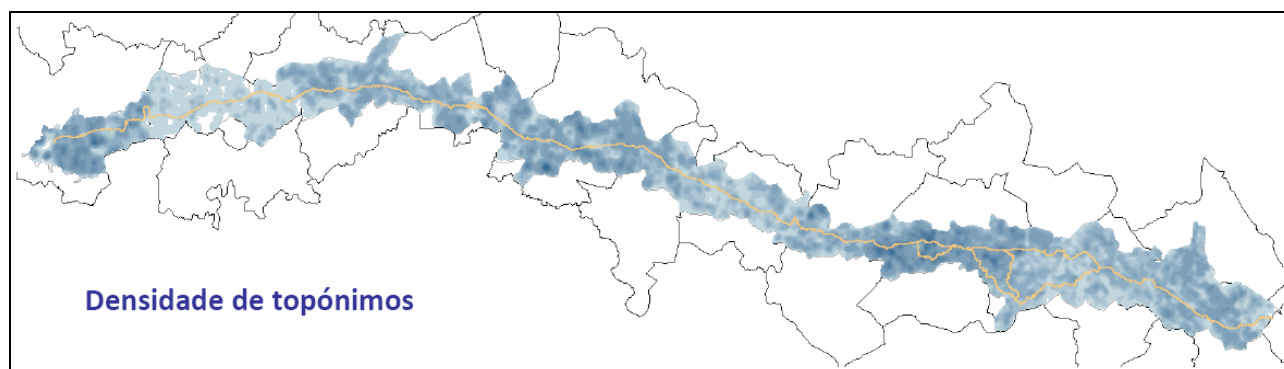


Figura 17. Ejemplo de análisis geoespacial para representar la densidad de topónimos en el ámbito del Camino, y empleado en el proceso de creación de la propuesta de delimitación

ESTUDIO TÉCNICO Y FUNCIONAL DE LAS TRAZAS DEL CAMINO

Como elemento central del estudio, los trazados jacobeos fueron objeto de un análisis completo y preciso, con el objetivo de conocer al detalle las características del Camino que afectan directamente a su función, a su historia y a su identidad como ruta de peregrinación. Para dar cumplimiento a ese objetivo se llevó a cabo la caracterización técnica y funcional de los distintos trazados identificados, el análisis de la información recogida para la tramificación temática de los mismos y la elaboración de unos indicadores de seguridad y de calidad del Camino.

Caracterización técnica

La metodología empleada para la caracterización técnica del Camino comprende varias líneas de trabajo. En primer lugar se comenzó por la búsqueda y recopilación de toda la documentación gráfica y cartográfica de carácter histórico de los trazados de Camino, así como el análisis de la amplia bibliografía existente, apoyando al equipo de información histórica. La coordinación del trabajo con el equipo de historiadores y arqueólogos para verificar la validez de los trazados históricos cartografiados mediante consultas a otras fuentes documentales y análisis en

campo fue imprescindible en todo momento. En este proceso se estudian las variaciones existentes en el trazado del Camino, la evolución sufrida en las diferentes épocas con una justificación documental de estos cambios, intentando identificar y cartografiar, si es posible, por donde irían los tramos alterados.

Los trazados identificados se clasifican en las siguientes categorías:

- Camino Señalizado, correspondiente a la ruta indicada mayoritariamente al peregrino con flechas y señales.
- Camino Histórico. En esta categoría se engloban todos aquellos Caminos identificados en el presente trabajo por los correspondientes equipos de investigación que cuenten con un cierto grado de certidumbre y que no correspondan a ninguna de las categorías anteriormente citadas.
- Camino Tradicional. Viario en el entorno del Camino que podría haber sido usado para la peregrinación en algún momento, aunque su funcionalidad de carácter más local. En muchas ocasiones estos tramos se descartan del estudio una vez se comprueba en campo su función.

Además, en el Camino Francés existen dos trazados más:

- Camino según la delimitación recogida en la Resolución Autonómica del 12 de noviembre de 1992 de la Dirección General de Patrimonio Histórico y Monumental.
- Camino según UNESCO, correspondiente a la delimitación incluida en la Documentación Técnica para la Declaración del Camino Francés de Santiago como Patrimonio de la Humanidad en 1993.

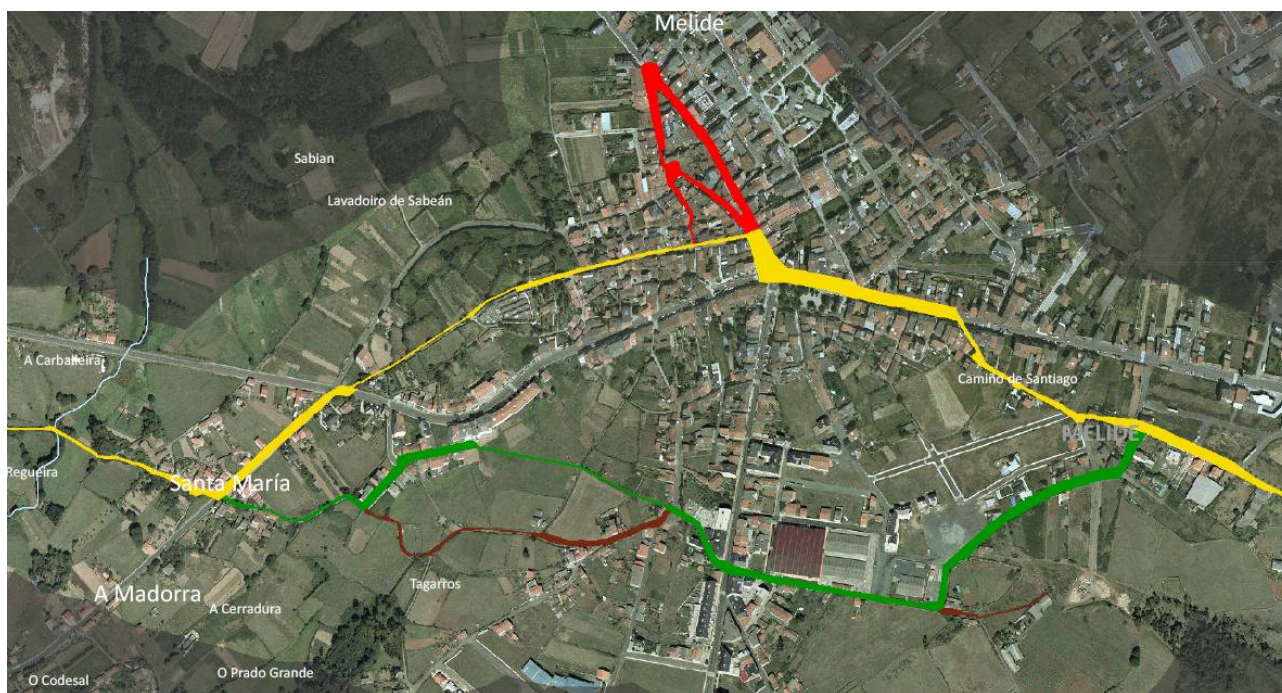


Figura 18. Trazados estudiados en torno a la villa de Melide. En amarillo, trazado jacobeo; en rojo, trazados oficiales; en verde, trazado UNESCO; en marrón, trazado histórico

Una vez que se dispone de una importante información sobre los trazados, se comienzan los trabajos de caracterización física, técnica y funcional de las diferentes alternativas identificadas para los Caminos. Para ello se recurrió a la consulta a distintas bases de datos existentes sobre estos, y fundamentalmente a un exhaustivo análisis directo recorriendo cada una de las trazas estudiadas.

Se establece como material cartográfico más adecuado la ortofoto suministrada por el PNOA e impresa a escala 1:5.000. La ortofoto permite disponer de una amplia información del entorno, tanto el inmediato como el menos próximo. Por otra parte, tras realizar varias pruebas a fin de establecer la escala más adecuada, se concluye que la escala 1:5.000 es la idónea, ya que la representación de la foto aérea a este tamaño permite visualizar los

diferentes elementos que definen el emplazamiento tanto en el momento de recoger datos, como en el avance en el propio Camino. Para efectuar la caracterización del trazado se realizó una campaña de campo con la participación de técnicos especialistas que recorrieron a pie todos los trazados estudiados en el proyecto. Para llevar a cabo esta tarea se apoyaron de sistemas GPS, ordenadores portátiles de pequeñas dimensiones, cámara fotográfica con georreferenciación de la imagen, fichas y cartografía específica elaborada a tal efecto.

En la caracterización de cada punto del Camino se realiza un triple levantamiento de información: caracterización técnica de ese punto apuntada sobre fichas que posteriormente se digitalizarán, adquisición de la posición geográfica del punto en coordenadas UTM y toma de fotografía digital.

La caracterización técnica implica tomar datos de varios parámetros. Están formados por una serie de datos que definen las características esenciales del vial. Los datos recogidos son:

- Código del punto, que sirve para identificarlo, o diferencia y enlaza con el resto de información correspondiente a ese punto.
- Material del pavimento.
- Estado de conservación de pavimento.
- Ancho del pavimento por el cual circula el peregrino, animal o vehículo.
- Tipo de plataforma y de Camino.
- Modo de uso: peatonal, bicicleta, caballo, vehículos a motor.
- Límites del Camino. Este parámetro está directamente vinculado a la concepción del Camino como tal, a su paisaje y a su conservación. Se especifica qué existe en los bordes del Camino, y qué elementos marcan la frontera entre el espacio propio de la ruta y el paisaje que la rodea, y que forma parte de su área visible. Entre otros atributos encontramos bosque, muros de finca, setos, vallas, edificios o taludes. Este parámetro es doble, porque se recogen de manera independiente el borde derecho e izquierdo.
- Visibilidad desde el Camino a ambos lados.
- Elementos catalogados. Cualquier elemento singular o relacionado con el Camino se apunta en el punto más cercano inventariado. Este es el caso de indicadores, señales, fuentes o cruceros o cualquier otro bien catalogado.
- Valoración estética percibida. La compleja singularidad del ambiente creado por el Camino no siempre puede ser valorada mecánicamente, por lo cual se creó un parámetro donde los técnicos de campo pudieran calificar la calidad estética del entorno de ese punto en función de la percepción humana.



Figura 19. Trazado del Camino Francés por los montes del norte del municipio de Samos. Se aprecia la dificultad de caracterización técnica de la ruta, debido a la variedad y riqueza de su entorno

Fue necesario recorrer 266 kilómetros, adquirir 4.295 puntos de información y tomar 4.523 fotografías a lo largo de los 12 municipios que recorre el Camino francés en Galicia. En el caso de la Vía de la Plata se recorrieron 403 kilómetros, se apuntaron 7102 puntos de información y se tomaron 7551 fotografías en los 23 municipios.

En esencia la caracterización parte de una toma de datos puntual a medida que se recorre un trazado. Tratándose de una infraestructura como el Camino de Santiago, que se desarrolla por diversidad de Caminos y plataformas, en diferentes ámbitos geográficos, en el medio rural y en el urbano, los cambios en sus características son constantes. Para agilizar la toma de datos y no tener que parar constantemente, los técnicos sólo apuntan un nuevo punto de control en aquellos lugares donde alguna característica varíe. Esto evita tener que tomar información en más puntos de los necesarios: en el Camino Francés tan sólo fue apuntado el 16,14% de los 26.607 puntos que constituyen el Camino. En la Vía de la Plata, el 17,62%.

Una vez se dispone de todas las características técnicas del Camino para cada municipio, con el apoyo de sistemas de información geográfica se generan puntos equidistantes por 10 metros sobre todos los trazados del Camino. Para ello previamente se dispone de una entidad lineal que recorre cada Camino, y que no tiene asociado dato alguno. Tras generar la sucesión de puntos equidistantes se acoplan los puntos inventariados en el trabajo de campo, de tal forma que sus características son automáticamente implementadas en el punto de la sucesión más cercano al de campo. El siguiente paso es dotar de caracterización a todos los puntos de la sucesión que se encuentran entre dos puntos de campo. Para estos procesos se hace uso de las herramientas SIG libres, como OpenJUMP o SEXTANTE, así como desarrollos propios para agilizar ciertos procesos.

El resultado es una sucesión lineal de puntos cada 10 metros para cada tramo del Camino, que recogen todos los parámetros técnicos y funcionales estudiados en los recorridos. Cada punto está correctamente posicionado geográficamente y además se le dota de un enlace a las fotografías que pueda haber en ese lugar. Esta sucesión de puntos se puede transformar en una línea por medio de la herramienta de generación avanzada de entidades lineales a partir de puntos, creada en Cartolab en una primera versión en 2007, XAEL (Varela García et al, 2008). Esta nueva línea se puede tramificar con XAEL en función de cualquier atributo considerado en el elemento. De esta forma podemos crear una capa del Camino con tramos lineales en función de su material, de su estado de conservación, de su ancho, etc. Este proceso garantiza al equipo de análisis una enorme capacidad de interpretación de los datos tomados en campo.

Indicadores geoespaciales del Camino

El trabajo de caracterización del Camino se soporta en una amplia batería de parámetros que a su vez arroja una gran variedad de información sobre el estado de la ruta, su tipología, su adecuación al paso de cada modo de tránsito, su paisaje o su adecuación al concepto tradicional de Camino. Pero ese planteamiento debe ser compatible con una visión más sintética y clara del Camino. No debe ser necesario pasar por una docena de mapas temáticos para tener una idea de cómo está la senda en un punto.

Con el objetivo de profundizar en el análisis, se han generado tres indicadores a partir del trabajo de campo. El ISC, indicador de seguridad vial de los trazados del Camino, expresa el grado de seguridad que garantiza el Camino al peatón en relación a otros medios de transporte o a la conservación del mismo Camino. EL ICC, indicador de calidad percibida de los trazados del Camino, combina factores estéticos, paisajísticos y de morfología del Camino para expresar el grado de aproximación del trazado a la idea de "Camino singular". Por último, el IAC, indicador de análisis integrado de los trazados del Camino, combina el ISC y el ICC y ofrece una imagen clara y global del estado y calidad del trazado en cada municipio.

La generación de estos indicadores se realizó para cada punto del trazado, usando para ello las características recogidas en campo. Posteriormente con ayuda de XAEL se tramificó cada itinerario en función de rangos preestablecidos. Los 3 indicadores toman valores entre 0 y 10, siendo 0 el peor valor posible y 10 el mejor.

Al tratarse de indicadores de nueva creación es necesario una verificación de los valores arrojados, tarea que se llevó a cabo en el Camino Francés, antes de la generación de los mismos para todos los trazados sujetos a estudio. Para realizar este proceso se calcularon indicadores en varios tramos del Camino, en situaciones muy diferentes, en Melide y O Cebreiro. La revisión técnica de los resultados y el contraste con la realidad territorial de esas áreas permitieron considerar que la bondad de los indicadores era adecuada.

ISC, indicador de seguridad vial de los trazados del Camino

Aunque en general se puede considerar al Camino de Santiago como una ruta segura y sencilla para un caminante habitual, no está exenta de riesgos. Existen aún algunos tramos donde el peregrino convive con automóviles en el mismo espacio, sin existir áreas reservadas o sin desviar al tráfico rodado por otro itinerario diferente al Camino. También hay zonas donde el pavimento está en muy mal estado - en muchos casos injustificado desde un punto de vista histórico o patrimonial -, y en otras ocasiones las intersecciones con carreteras están mal resueltas.

Este indicador mide el riesgo que puede existir sobre el peregrino en un punto del Camino, desde el punto de vista de la seguridad viaria de la ruta. Está diseñado pensando en el caminante, no en el ciclista, jinete o en los vehículos a motor.

Para su cálculo se usan cuatro indicadores derivados de los datos tomados en campo: indicador de morfología de Camino, indicador de ancho de plataforma, indicador de estado de pavimento e indicador de regularidad del pavimento. (Varela García et al, 2010)

ICC, indicador de calidad percibida de los trazados del Camino

El concepto de calidad percibida está muy relacionado con el concepto de Camino como ruta de carácter natural, histórico, cultural o espiritual. Va más allá de la simple belleza del entorno o de la propia senda, e intenta plasmar con un valor numérico la adecuación de ese lugar al ideal de antiguo Camino de peregrinación, relacionándolo con la calidad paisajística de su ámbito.

Para su cálculo se usan seis indicadores derivados de los datos tomados en campo: indicador de márgenes, indicador de pavimento, indicador de conservación del pavimento, indicador de tipo de plataforma, indicador de visibilidad e indicador de valoración técnica.

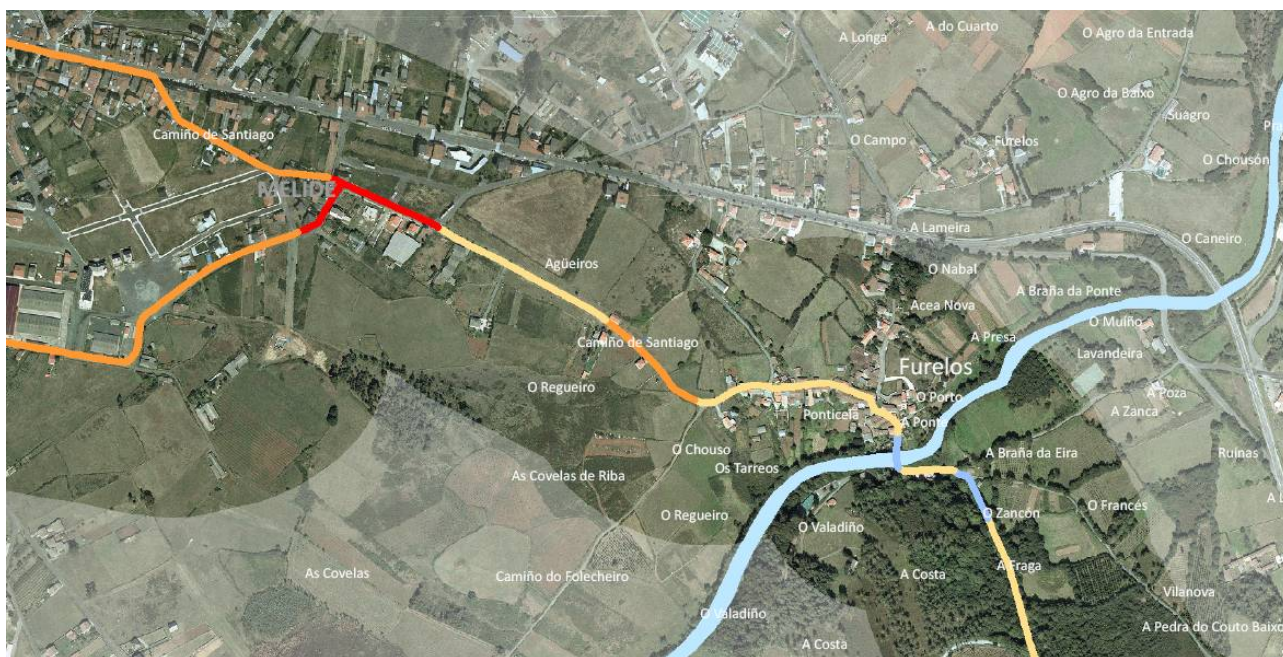


Figura 20. ICC en Melide, Camino Francés. Se comprueba que muestra valores altos en el entorno del puente medieval de Furelos, y muy bajos en la entrada de Melide, donde atraviesa áreas empresariales y residenciales de nueva creación

IAC, indicador de análisis integrado de los trazados del Camino

Con el objetivo de sintetizar aún más el análisis del Camino y obtener una imagen instantánea de la situación del mismo en cada punto del itinerario se crea el IAC. Se calcula con la combinación de los índices de seguridad vial y de calidad percibida.

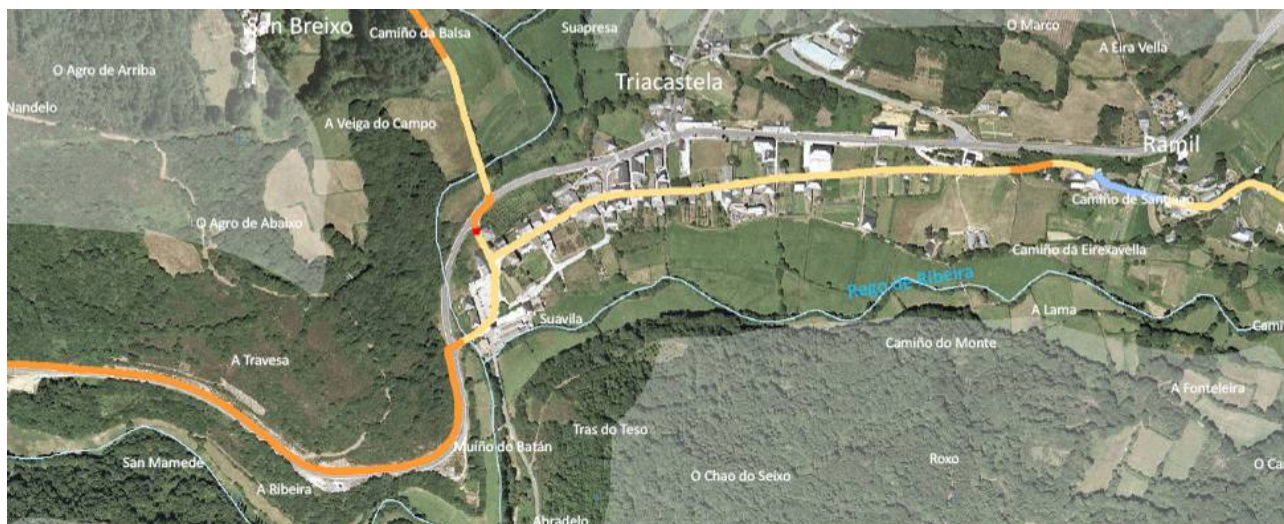


Figura 21. Tramos del Camino según el IAC. Municipio de Triacastela, Camino Francés

ANÁLISIS GEOESPACIALES DEL ÁMBITO DEL CAMINO DE SANTIAGO

Se ha señalado anteriormente la enorme complejidad que entraña sintetizar la información recogida en estos estudios. No sólo el volumen de la misma o la amplitud de ámbitos de estudios abarcados generan esta problemática, sino también la necesidad de mantener la vinculación del trabajo con la singularidad jacobea. Responder a este reto asegurando a la vez que los resultados fueran interpretables de manera sencilla fue posible gracias al uso de toda una batería de análisis geoespaciales realizados en formato raster, a escala de todo el ámbito del Camino, donde se plasmasen los valores más importantes de cada parámetro. Con estos análisis territoriales se concretó una metodología que permitiese definir y establecer un ámbito vinculado al Camino en función de todos los parámetros y elementos estudiados en el proyecto. Definir una línea en un territorio basándose en múltiples criterios siempre es un reto complicado, pero estableciendo criterios objetivos y empleando tecnologías apropiadas se consiguen resultados muy interesantes, que en estos trabajos han posibilitado obtener los espacios asociados al Camino.

Durante este proceso se han establecido cuatro análisis singulares: antrópico, cultural, natural y de relaciones territoriales. Estos análisis se utilizaron individualmente e integrados para considerar el ámbito o los ámbitos más vinculados a los trazados de los Caminos.

Desde su origen en el Medioevo el Camino de Santiago ha ido conformando la fisonomía de numerosos núcleos de población, y en su crecimiento también han modificado el entorno territorial que los rodea. Comprender el peso y la evolución de los asentamientos poblacionales es clave para estudiar el pasado del Camino, pero también para proteger la ruta de tensiones urbanísticas que pudieran alterar su carácter como bien cultural e histórico. Para ello nos apoyamos en un análisis de los siguientes aspectos antrópicos de la información tratada en el proyecto:

- Valoración de núcleos de interés: se califica cada población según su tipología constructiva, estado de conservación, calidad de las edificaciones, etc.
- Evolución de la población: se establecen dos períodos para los últimos 50 años (1960-1991 y 1991-2006) para analizar las dinámicas poblacionales en la zona.
- Densidad de equipamientos: se valoriza el número de servicios públicos existentes en el ámbito.

- Valoración del tipo de uso do suelo: se da valor a cada uso del suelo en función de su grado de vinculación al territorio durante más tiempo.
- Densidad de toponimia: la mayor presencia de topónimos en un lugar nos refleja la mayor participación del hombre en ese entorno desde tiempos más antiguos.

Los análisis antrópicos realizados buscan poner de relieve las complejas relaciones entre los núcleos de población y la ruta. La presencia humana a lo largo del itinerario se sintetiza aquí mediante el análisis cualitativo de cada uno de los núcleos, sus equipamientos y valorando los usos de suelo en el entorno del Camino. El análisis antrópico se completa con información sobre la densidad de topónimos asociados a posibles Caminos, dotando así al estudio de una perspectiva histórica al moldeado que el hombre ha hecho del territorio conforme en el transcurso de los siglos. La toponimia contiene una información de enorme valor para entender la evolución del territorio, que aporta verosimilitud a la hora de demostrar el paso de un Camino por un determinado lugar.

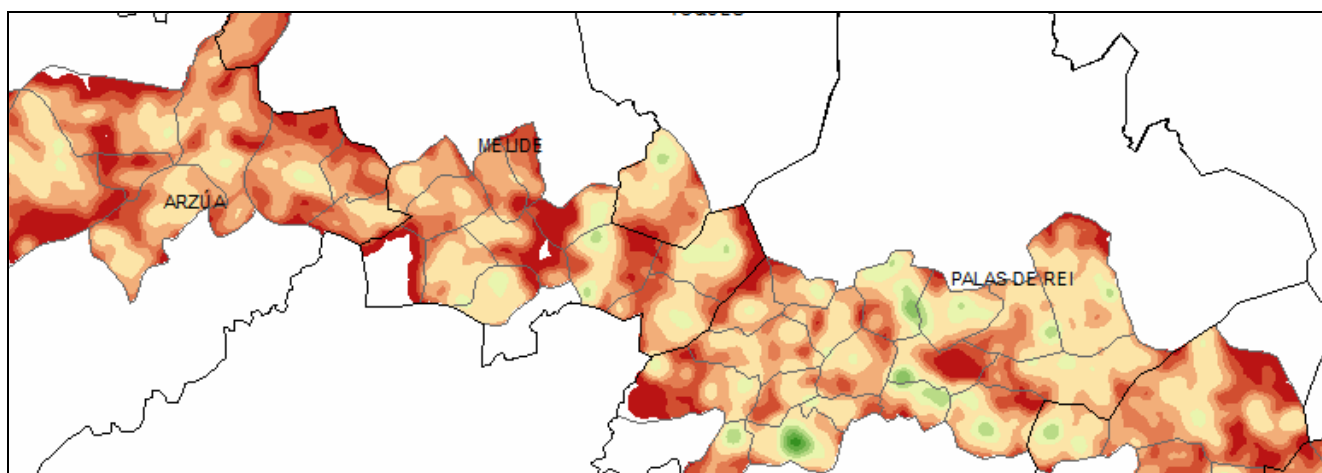


Figura 22. Ejemplo de análisis de valoración de espacios antrópicos en el Camino Francés, donde los todos verdes o claros representan aspectos positivos y los rojos oscuros aspectos de menor interés.

En el estudio de un itinerario histórico deben atenderse necesariamente al análisis del patrimonio cultural existente en su entorno durante todo el recorrido. Los elementos patrimoniales serán sin duda unos de los referentes más significativos para apoyar la hipótesis de considerar como válidos unos trazados con respecto a otros. Por este motivo se consideró establecer una serie de análisis sobre el patrimonio cultural existente en el ámbito de estudio, basándose en el tipo o tipología del yacimiento arqueológico o del patrimonio construido, su edad y su grado de protección, valorando estos aspectos en función de su vinculación directa o indirecta con el Camino de Santiago.

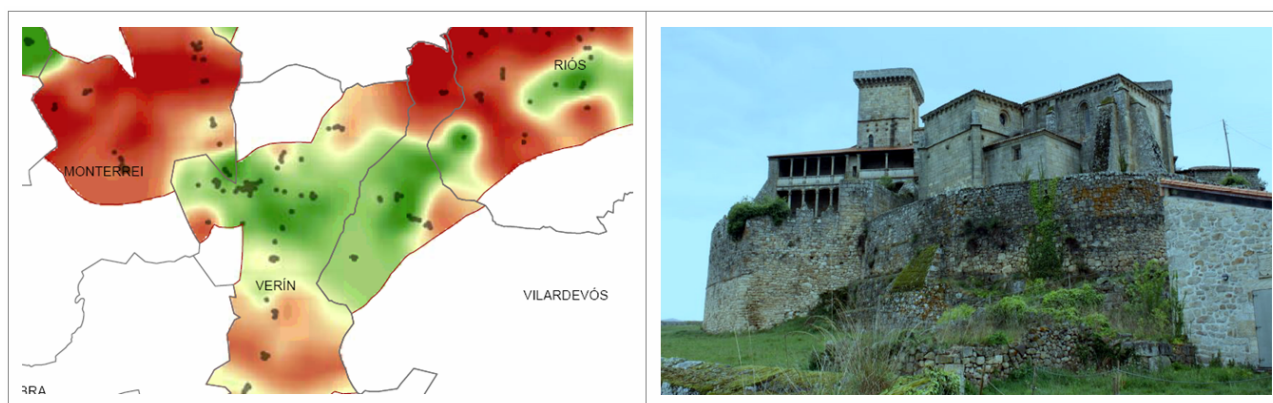


Figura 23. Análisis cultural en la Vía de la Plata, en las parroquias cercanas al Castillo de Monterrei, en el municipio del mismo nombre

Se consideró también la densidad de estos elementos y su ámbito de proximidad a cada uno de ellos, para establecer una valoración no sólo puntual en la ubicación del patrimonio, sino trasladada al entorno territorial en el que se sitúan. Este criterio es especialmente importante en el caso de estudios históricos, dado que en el caso de algunos elementos - como monasterios o fortalezas - el punto de paso del Camino no era necesariamente el cuerpo edificado central, si no las tierras que les rodeaban y bajo cuya protección la ruta se encontraba.

La atención a los espacios de interés natural o ambiental en los trazados del Camino es especialmente relevante por la calidad percibida que aporta a los recorridos. Por este motivo se identificaron y valoraron según el grado de protección las zonas de interés ambiental, así como se estableció además una valoración de aquellos espacios territoriales con valores paisajísticos singulares.

Para enlazar directamente los elementos antrópicos, culturales y naturales estudiados con los trazados del Camino, se establecieron nuevos cálculos que reflejen la vinculación de la ruta con el territorio circundante. Así se consideró qué lugares son visibles desde más puntos del Camino mediante un análisis de visibilidad, y también se determinó la proximidad de cada punto al Camino en función del viario y las pendientes existentes en la zona. Estos análisis de las relaciones territoriales del Camino con su entorno nos sirven para acotar las zonas de cada uno de los ámbitos que se obtienen de los análisis antrópicos, culturales y naturales. Relacionando todos ellos se otorga a cada punto del territorio (entendido como una celda de 10 por 10 metros) un valor concreto resultado de la superposición en ese lugar de todas las valoraciones consideradas en los respectivos análisis. Con ello se consigue definir un espacio homogéneo uniendo las celdas de mayor valor. Tras una serie de comprobaciones y afino en las valoraciones y en los cálculos, podemos considerar finalmente esas zonas de mayor valor como ámbito vinculado al Camino.

El resultado de estos análisis, aunque precisa una concreción sobre el parcelario de la zona mediante procedimientos de análisis urbanístico en cada municipio, es de enorme valor para definir ámbitos territoriales amplios vinculados a itinerarios históricos a potenciar y proteger.

CONCLUSIONES

La elaboración de los estudios del territorio histórico vinculado a los Caminos, incluyendo el análisis e información para la delimitación de los trazados y sus zonas de protección constituyen una magnífica oportunidad para profundizar en la dimensión histórica, cultural y funcional de la ruta.

La caracterización técnica ha dado como resultado una serie de trazados consistentes en una sucesión lineal de puntos cada 10 metros y dotados de todos los parámetros e indicadores estudiados. El levantamiento de esa información y la generación de indicadores permiten, virtualmente, recorrer el Camino y conocer con mucha precisión los puntos conflictivos o degradados, las infraestructuras y equipamientos de la ruta, o los entornos de especial valor. Combinada con las fotografías - se consiguió una media de una imagen cada 60 metros -, la caracterización de los Caminos supone una fuente de datos para múltiples aplicaciones basadas en información geográfica, como visores turísticos, sistemas de navegación, servidores de mapas, dispositivos móviles, etc.



Figura 24. Camino Francés a su paso por el municipio de Palas de Rei

El concepto de partida de Camino como itinerario pero también como territorio vinculado a él requiere innovadoras técnicas de análisis e interpretación, que consigan relacionar el elemento vertebrador del Camino con

su ámbito. El uso de procesos geoespaciales mediante tecnologías de información geográfica tiene grandes potencialidades en este sentido, pues permite generar análisis territoriales temáticos de manera global: accesibilidad, visibilidad, densidad toponímica, densidad de yacimientos arqueológicos, entre muchos otros. Las metodologías de cálculo y el procedimiento seguido se muestran como una herramienta de enorme valor para establecer mediante procesos objetivos y basados en la información, el ámbito territorial vinculado a itinerario histórico de enorme valor, como es el caso del Camino de Santiago.

Es evidente que no se puede entender el territorio sin considerar todas sus dimensiones, incluida la temporal. Gracias al uso de sistemas de información geográfica se ha conseguido ensamblar todas ellas para crear un modelo funcional e histórico del Camino que garantice una adecuada gestión, conservación y puesta en valor de una ruta que tras más de 1000 años sigue vertebrando Europa.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido posible gracias al gran esfuerzo realizado por la Dirección Xeral de Patrimonio de la Xunta de Galicia, y a la visión de los responsables de la oferta ganadora del concurso de la UTE BAU-SIGNO, que con una metodología innovadora supieron aprovechar la oportunidad para investigar e implantar nuevas formas de trabajo con nuestra colaboración, por eso a ellos y a todos los trabajadores y colaboradores del proyecto en especial a los trabajadores y becarios del Cartolab, todo nuestro agradecimiento por su enorme entrega, ilusión y esfuerzo. A todos ellos nuestro más sincero agradecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Varela García, A., Varela García J.I. y Lorenzo Tarrío, S. (2008): Extracción y aprovechamiento de la información geográfica puntual de un catálogo visual de carreteras. *II Jornadas de SIG Libre. Servei de sistemes d'informació geogràfica i teledetecció*, Universitat de Girona.
- Varela García, A., Martínez Crespo, G., Ocampo Couto, J., Jiménez Bernal, J.M., Varela García J.I.. (2010): Análisis histórico y funcional del itinerario del Camino Francés a su paso por Galicia desde una metodología basada en indicadores geoespaciales. *I Congreso Internacional de Carreteras, Cultura y Territorio*. A Coruña.