

METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DEL CATÁLOGO DE CAMINOS PÚBLICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BENISSA (ALICANTE)

**Guillermo Parra Galant, Joaquín Vizdómine Ortiz, José F. García González,
Miguel A. del Amor Saavedra y Cesáreo Bas Vivancos**

Departamento de Economía Agroambiental, Ingeniería Cartográfica, Expresión Gráfica en la Ingeniería y Antropología Social.
Universidad Miguel Hernández

RESUMEN

Para solucionar el problema que surge de la desarticulación territorial y social existente en la zona se proponen diversas líneas de trabajo, centrándonos en primer lugar en el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en el que se localizarán, identificarán y clasificarán los caminos de propiedad pública existentes en el término municipal de Benissa (Alicante), con especial énfasis en los desniveles entre zonas, obteniendo una herramienta que responda a las necesidades de planificación del desarrollo rural de forma integral.

Palabras clave: SIG, desarrollo planificado, elevaciones, caminos rurales.

ABSTRACT

To start solving the problem that arises from the existing social and territorial disarticulation of the area, various lines of work are proposed, principally the development of a Geographic Information System (GIS) to locate, identify and classify the layout of public property in the municipality of Benissa (Alicante). The System would place special emphasis on the disparities between areas and would be a tool that meets the needs of rural development planning in a holistic manner.

Key words: GIS, development strategy, elevations, rural.

Fecha de recepción: junio 2009.

Fecha de aceptación: octubre 2010.

I. INTRODUCCIÓN

El ámbito de desarrollo del SIG es el término municipal de Benissa (norte de la provincia de Alicante) con una extensión de 70 km² aproximadamente. Se comunica con otras poblaciones de la Costa Blanca a través de la carretera N-332, que atraviesa el núcleo urbano y la autopista AP-7 –salida de Benissa– y por ferrocarril de vía estrecha FGV («el trenet»).

Es una zona con un gran desarrollo turístico, tanto del denominado «turismo de playa», en su zona de costa, como del llamado «turismo de montaña», por su proximidad a las sierras de Oltá, La Solana, la Malla Verda y la sierra de Bernia, con sus casi 1.200 metros de altura.

En gran parte debido los grandes cambios propiciados por este desarrollo turístico, surge este proyecto como respuesta a las necesidades de planificación y gestión del territorio, ya que al ser está una región tradicionalmente rural, la extensa red de caminos rurales públicos es un importante elemento estructural de comunicación, que se considera imprescindible en el desarrollo local a medio y largo plazo.

Debido a la importancia de los caminos rurales en el desarrollo de esta zona, se pretende realizar un catálogo de los caminos con sus principales características tanto gráficas como alfanuméricas (nombre del camino, puntos singulares, tramos, defectos), generando un catálogo en formato compatible con los programas catastrales y de información geográfica utilizados por las distintas administraciones públicas.

Este artículo se centra en la metodología desarrollada para la toma de datos en campo, con especial relevancia en la recogida de coordenadas en tres dimensiones, necesarias para generar los planos de elevaciones, ya que debido a la irregular orografía de la zona, la altitud y el desnivel son factores limitantes a tener en cuenta. Con el fin de perfeccionar y depurar la metodología, se comienza trabajando en cinco de los ochenta y cuatro polígonos del término municipal, como muestra representativa del total.

II. ANTECEDENTES

La cartografía utilizada por el Ayuntamiento de Benissa para la gestión de los caminos rurales, es la digitalización de una cartografía generada en 1960. Debido a las deficiencias de los posteriores estudios topográficos, esta cartografía presenta grandes diferencias con el catastro oficial actual, a lo que se suma el inconveniente de hallarse en coordenadas **LOCALES** (Fig. nº 1). Para el trabajo diario y como apoyo, los servicios técnicos del Ayuntamiento emplean a su vez datos proporcionados por el Instituto Cartográfico Valenciano.

De todo ello se derivan problemas de titularidad de los caminos, incoherencias con los trazados y otros inconvenientes derivados de la falta de actualización de los datos empleados y la heterogeneidad en los criterios de obtención de los mismos, con la consiguiente pérdida de eficacia y rendimiento en el trabajo cotidiano, problemas legales. Estos problemas se deben principalmente a la falta de correlación entre datos administrativos y de campo, entre datos gráficos y alfanuméricos.

III. METODOLOGÍA PROPUESTA

De lo expuesto en el punto anterior se propone como solución la aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que consiga dar una representación gráfica racional a una base de datos actualizada, evitando los problemas ya mencionados que provocan graves perjuicios.

Se podrían definir los SIG como «sistemas de gestión de base de datos para la captura, almacenamiento, manipulación, análisis y salida de datos georreferenciados» (Huxhold, 1991).

El objetivo de este trabajo es crear un entorno SIG basado completamente en software libre, que comprende, tanto los datos administrativos, así como datos obtenidos en campo.

El desarrollo de este trabajo conllevó un proceso muy riguroso, con los siguientes pasos: objetivo, planteamiento del problema, marco teórico-práctico, metodología e Informe (Hernández Sampieri, 1998). La metodología definida por el área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la Universidad Miguel Hernández para la generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de los caminos públicos de Benissa, se estructuró en base a las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuál es el objetivo?
2. ¿Qué datos iniciales existen?
3. ¿Qué fiabilidad tienen los datos iniciales?
4. ¿Cómo obtener el objetivo?

Se debe contar con los instrumentos de obtención de datos que respondan a los criterios de validez, confiabilidad y discriminación, como requisitos mínimos para lograr un trabajo final válido.

¿Cuál es el objetivo?

La implantación de un SIG para la red de caminos agrícolas del término municipal de Benissa, con las siguientes bases:

Base de datos Alfanumérica

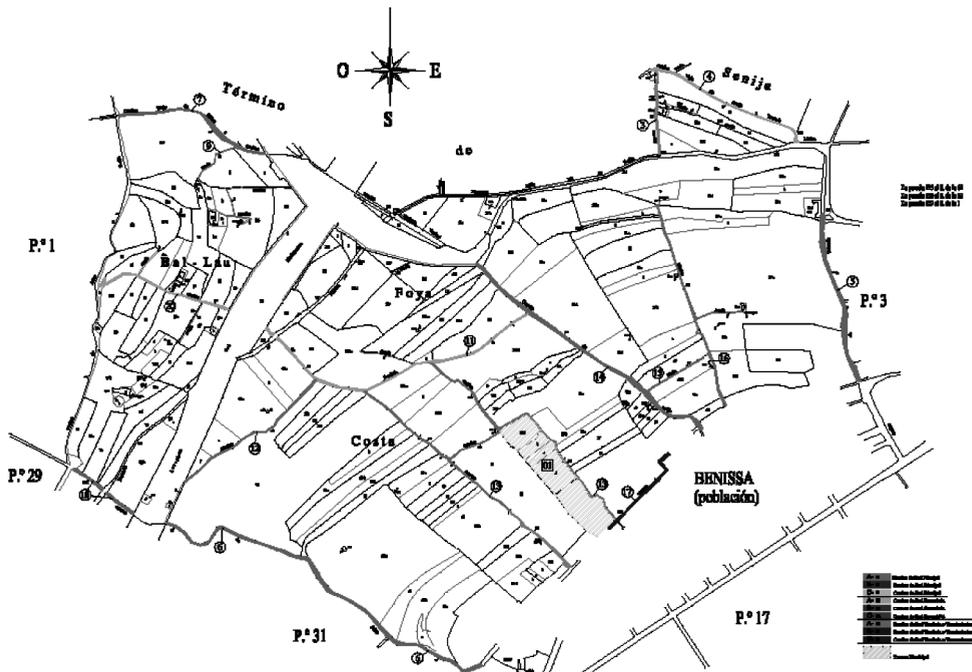
- ✓ Código
- ✓ Identificación (nombre)
- ✓ Referencia catastral
- ✓ Propiedad
- ✓ Tipo de firme
- ✓ Estado de conservación del firme
- ✓ Señalización viaria
- ✓ Cunetas
- ✓ Perfil longitudinal (asociado)
- ✓ Puntos singulares
- ✓ Fotografías

- ✓ Anchura media
- ✓ Código
- ✓ Coordenada X, Y, Z inicial
- ✓ Coordenada X, Y, Z final
- ✓ Huso
- ✓ Longitud

¿Qué datos iniciales existen?

- Ortofotografías, año 2002 y año 2005 procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y del Instituto Cartográfico Valenciano (ICV).
- Cartografía Digital Oficial (Mapa Topográfico Nacional, Catastro de Rústica).
- Catastro de 1960, digitalizada para facilitar su manejo y almacenamiento, en coordenadas parciales (Fig. nº 1).
- Otra cartografía específica de la zona.

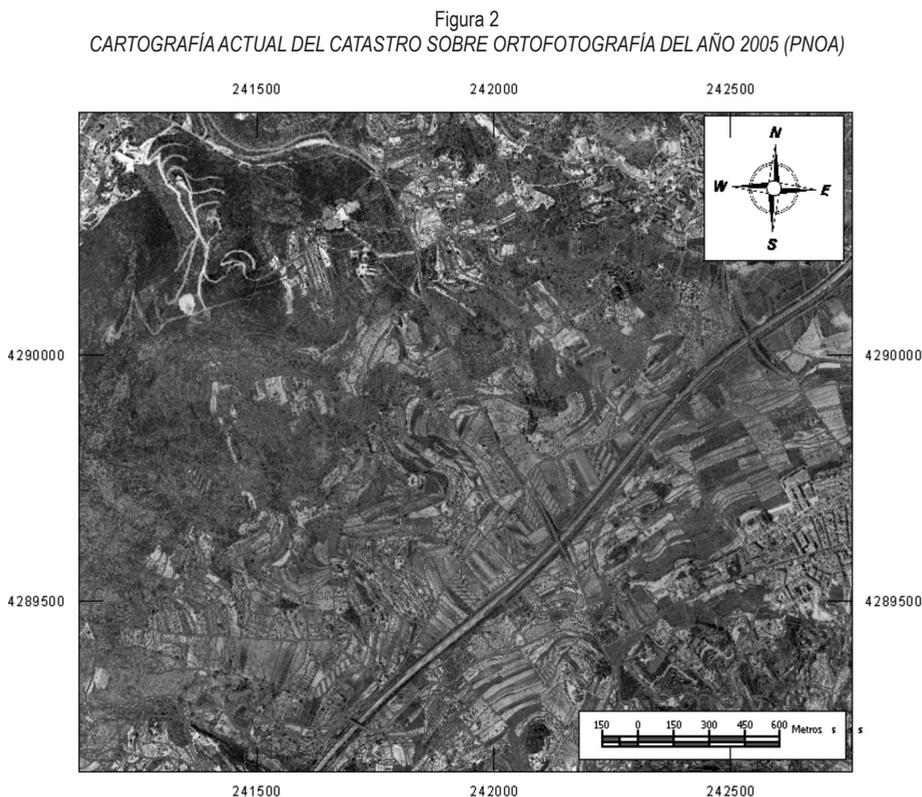
Figura 1
EJEMPLO DE CARTOGRAFÍA, EN COORDENADAS PARCIALES, GENERADA POR EL AYUNTAMIENTO DE BENISSA,
(DIGITALIZACIÓN DEL POLIGONO Nº 2, SIN ESCALAR)



Fuente: Ayuntamiento de Benissa.

¿Qué fiabilidad tienen los datos iniciales?

Debido al desuso, abandono de la actividad agrícola, el impacto urbanístico y la creación de nuevas infraestructuras, en definitiva al paso de los años, el análisis exhaustivo de las cartografías disponibles, las ortofotografías y los primeros trabajos de Campo, presentaron discrepancias que obligaron a recorrer todos los caminos para comprobar toda la cartografía en uso, la georreferenciación, la duplicidad, el escalado. (Fig. n° 2).



Fuente: Servidores WMS PNOA y Catastro.

¿Cómo obtener el objetivo?

Para la puesta en práctica de la metodología, es necesario tener en cuenta el tipo de investigación o de estudio que se va a realizar, ya que en esta fase es donde se desarrolla la estrategia para su tratamiento metodológico. Se comenzó por la creación de un proceso bien organizado y estructurado que permitiese gestionar los datos disponibles e incluir los nuevos

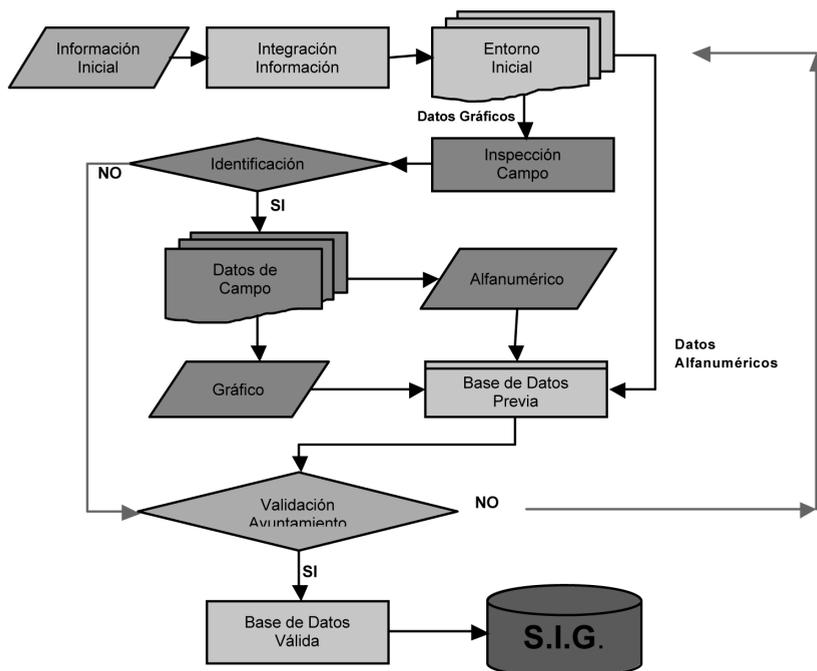
datos generados. En nueva metodología es de importancia fundamental que los resultados obtenidos tengan el grado máximo de exactitud y fiabilidad. Para ello se planeó el siguiente procedimiento:

Fase 1. ANÁLISIS ESPACIAL DE LA INFORMACIÓN INICIAL

El primer paso fue el análisis espacial de la información inicial, con el objetivo de gestionar los datos gráficos, elaborando una cartografía que permitiese identificar los elementos necesarios para el catálogo como entradas, cruces, archivos, códigos (De La Calle, M., 2009).

El diagrama para el procesado de datos, se elaboró dependiendo del «flujo de información» (Fig. nº 3), en primer lugar, del análisis exhaustivo de la «información inicial» disponible del municipio (catastro, ortofotografías, cartografía variada), para la localización de los caminos y su topología. Este paso precedió a la integración de la información con los posteriores trabajos de campo. En esta etapa sólo se introdujeron los llamados «datos iniciales», siempre pendientes de validación, asegurando la veracidad e integridad de los datos que posteriormente formaron parte del sistema (Cordero, J. 2004).

Figura 3
DIAGRAMA DE TRABAJO



Fase 2. PROCESO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO

En la primera visita a campo se comprobaron los vértices de la red de geodésica de cuarto orden del Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) de la zona, las bases topográficas del Ayuntamiento de Benissa y en base a las mismas, se generaron nuevas bases de trabajo.

La toma de datos en campo se basó, en la fase previa, en los datos iniciales. Las líneas de trabajo para la captura de datos espaciales de cada una de las entidades diseñadas de antemano, así como de las nuevas no reflejadas en los datos iniciales (Fig. nº 3), se organizaron siguiendo las siguientes especificaciones (Parra, G. 2005):

1. Existencia de camino (análisis booleanos 1, sí ---0, no), en el caso de existir el camino pero ser de propiedad privada, se contabilizó como no existente (Fig. nº 4).

Figura 4
UBICACIÓN DE UN CAMINO CERRADO



2. Fotografías de los puntos singulares (Fig. nº 5).

Figura 5
DESPERFECTOS EN EL FIRME. TÚNEL



3. Toma de datos alfanuméricos en campo: cambios de pavimento, túnel.

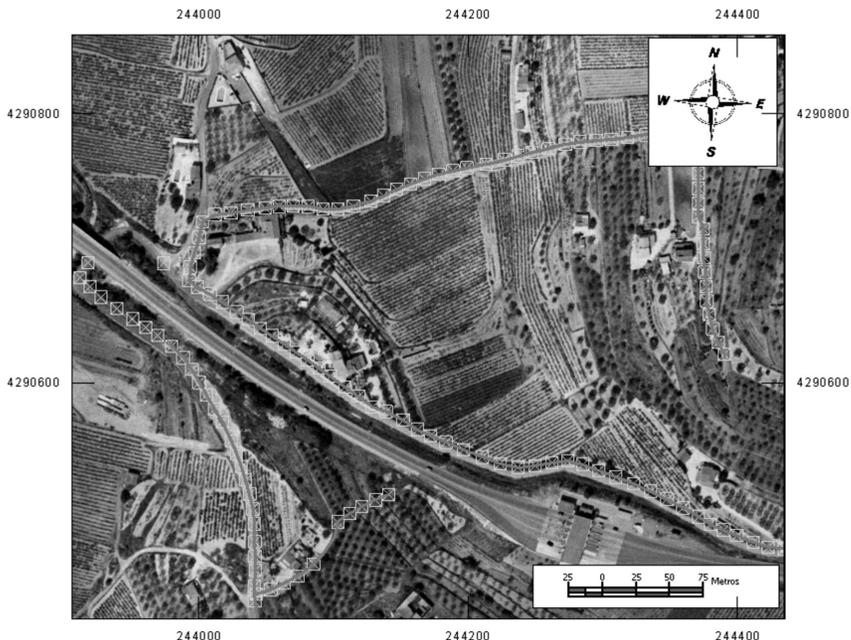
4. Mediante un sistema de posicionamiento global (GPS) se procedió a la obtención del trazado de los caminos y los diferentes elementos de interés que los definen (Fig. nº 5). Los puntos se almacenaron con la siguiente nomenclatura:

09011500012, 244489.044, 4290474.100, 195.625, asf

Dónde:

- 09011500012
 - o 09: año
 - o 01: mes
 - o 15: día
 - o 0012: número de punto tomado en dicho día
- 244489.044 → coordenada X
- 4290474.100 → coordenada Y
- 195.625 → coordenada Z
- asf à característica
 - o tie: tierra o zahorra
 - o asf: asfalto
 - o hor: hormigón.
 - o ps: punto singular (mal estado del pavimento, camino público cerrado).

Figura 6
NUBE DE PUNTOS TOMADOS EN CAMPO SOBRE ORTOFOTOGRAFÍA



Fuente: Servidor WMS PNOA y elaboración propia.

Como complemento a los datos obtenidos con el GPS (Fig. nº 6), se tomaron medidas con cinta métrica y estación total (núcleos urbanos diseminados, zonas de baja cobertura) y se realizaron fotografías de puntos singulares, cruces, desperfectos en el firme del camino.

Desde el principio, el cálculo del desnivel de los caminos es una prioridad en este trabajo y su metodología en la toma de datos uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta.

Para ello se obtuvieron las coordenadas Z en tiempo real en base al modelo geoidal IBERGEO-95. Los datos procedentes del GPS, fueron tomados con apoyo de las estaciones base situadas en los términos municipales de Denia y Alcoy (de la red ERVA).

Estos se tomaron utilizando una base de ferrita (magnética) con roscado exterior, colocada sobre el techo del vehículo de trabajo. Diferenciando rectas (observaciones a una distancia fija de diez metros), de curvas (tantas como fueran necesarias), apoyadas por datos tomados manualmente en caminos intransitables, datos obtenidos con estación total, obteniéndose una cartografía en tres dimensiones de gran calidad. (Fig. nº 7).

Fase 3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Se realizaron en gabinete correcciones en base a las diferencias obtenidas en las observaciones de los vértices del ICV, (corrección vectorial).

Una vez generados estos ficheros se realizó una corrección alfanumérica (base de datos asociada a las entidades) y se exportaron a formato SHP, para implementarlos en un SIG.

III. RESULTADOS. ANÁLISIS ESPACIAL DE LA INFORMACIÓN FINAL

El objetivo de este trabajo fue la creación de un inventario de caminos públicos lo más fidedigno posible, por lo que era tan importante la toma de datos, como la correlación y organización de los mismos. Razón por la que desde un principio se buscó definir un modelo actualizado de gestión de caminos en tres dimensiones, utilizando las herramientas disponibles. El sistema de trabajo dio prioridad a esta correlación.

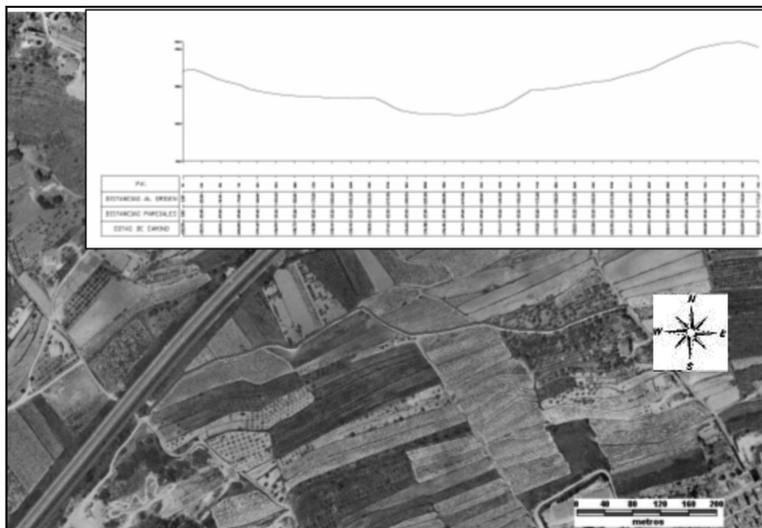
La mayor problemática de los servicios técnicos del Ayuntamiento de Benissa era el coste de la implementación de datos, debido a la diversidad de formatos y estándares. Para dar solución a este problema la información se generó en formatos de fácil conversión y de compatibilidad contrastada.

Se utilizó como almacén de datos y para la visualización y edición de los datos herramientas de código abierto (open source), como gvSIG. Además, se prevé la creación de un servidor de datos geográficos, que pondrá a disposición del público, las entidades que componen el sistema (Gould, 2004). Asimismo los metadatos creados de todas las entidades se ofrecerán en un servicio de catálogo con idea integrarlos en una futura IDE corporativa del Ayuntamiento.

Una vez incluidas las entidades en un entorno corporativo de gran disponibilidad y escalabilidad, se prevé el desarrollo de herramientas (plugins) sobre gvSIG para realizar los distintos trabajos. Tras realizar esta aplicación se abre una gran cantidad de posibilidades en la gestión como pueden ser comprobaciones cruzadas con otras fuentes.

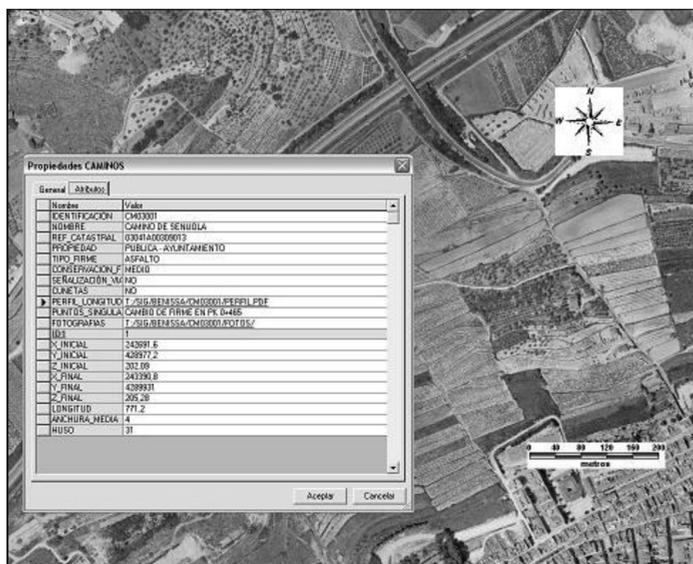
También se generó el perfil longitudinal de cada camino, diferenciando y etiquetando en el perfil los cruces entre caminos y las zonas urbanas diseminadas. Las fotografías tomadas están asociadas tanto al punto kilométrico donde se tomaron como al punto singular del perfil longitudinal asociado a la toponimia del camino (Fig. nº 7).

Figura 7
EJEMPLO DE CARTOGRAFÍA GENERADA DE UN CAMINO CON SU CORRESPONDIENTE PERFIL LONGITUDINAL



Fuente: Servidor WMS PNOA y elaboración propia.

Figura 8
EJEMPLO DE CONSULTA DE BASE DE DATOS ASOCIADA A UNA ENTIDAD



Fuente: Servidor WMS PNOA y elaboración propia.

La base de datos asociada a cada entidad (camino) generada, tiene los siguientes atributos (Fig. nº 8): coordenadas UTM, Huso 31, European Datum 50 (de inicio de camino, de fin de camino), puntos singulares, desnivel entre puntos de control, categoría del camino, perfil longitudinal.

III. CONCLUSIONES

Sirviéndose de las aplicaciones SIG, se consiguieron formatos válidos de intercambio de datos, que son compatibles con programas de software libre.

La cartografía inicial fue comprobada, modificada y adaptada; y la cartografía generada gracias a la suma de los datos iniciales y de campo fue georreferenciada y asociada a nuestra base de datos.

Mediante el uso de estas aplicaciones, se obtuvo un catalogo de los caminos rurales públicos de la zona de estudio, generándose un sistema dinámico y de fácil uso.

En este trabajo se proponen las bases para implementar la información en un solo servidor de mapas. Para poder conseguir este objetivo ha sido necesario:

- ✓ Desarrollo de una metodología de trabajo.
- ✓ Creación de un modelo 3D.
- ✓ Depuración y migración a la base de datos espacial.

IV. BIBLIOGRAFÍA

- CORDERO, J. PARRA, G. (2004): «Aplicación de los SIG al Seguro Agrario Combinado: una Solución a los Problemas de Gestión de los Datos de las Inspecciones en Campo». *XI Congreso de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*. Murcia.
- DE LA CALLE, M. TOBOSO, V. BLAS, R. CORBACHO, J. BERROCAL P. MUÑOZ, P. CABEZAS, L. (2009): «Migración a SIG libre del catálogo de caminos rurales y pistas forestales de Extremadura». I jornadas de SIG libre. Girona.
- GOULD, M. (2004): «Fundamentos tecnológicos y políticos para la creación de infraestructuras de datos espaciales». *XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección*. Murcia.
- HERNANDEZ SAMPIERI, R., et al. (1998): *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill Interamericana.
- HUXHOLD, W. (1991): *An introduction to Urban Geographic Information Systems*. Oxford University Press. 337 pp. New York.
- PARRA, G. GARCÍA, J.F. CORDERO J. (2005): «Application of geographical information system to the process of the combined agrarian insurance». *ICC2005 -International Cartographic Conference*. La Coruña.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Excmo. Ayuntamiento de Benissa. 2009. En <http://www.ayto-benissa.com/>

Instituto Cartográfico Valenciano. Generalitat Valenciana. 2009. En <http://www.icv.gva.es/ICV/informacion.jsp?CODSEC=1&IdmGI=ESP>

Oficina virtual del Catastro. Ministerio de Economía y Hacienda. 2009. En <https://ovc.catastro.meh.es/>

Servicio WMS de la Dirección General del Catastro. Ministerio de Economía y Hacienda. 2009. En: <http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>

Servicio WMS del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Ministerio de Fomento. 2009. En <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>