



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE VALENCIA**



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Geodésica, Cartográfica y Topográfica**

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

PROYECTO FINAL DE GRADO

**APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES
PARA EL INVENTARIADO Y CONTROL DE LA
CARTOGRAFÍA CATASTRAL RÚSTICA**

TUTOR:

Israel Quintanilla García

AUTOR:

Enrique Clérigues García

Valencia, junio de 2015



Resumen

En este proyecto se pretende mostrar la gran aplicación que nos ofrece el mundo de la Geomática, haciendo uso de diferentes metodologías, equipos y software que nos permiten conseguir el objetivo marcado.

A lo largo de esta memoria, podrán ver el desarrollo de todos los puntos que hacen posible llegar al objetivo de inventariar y controlar la cartografía catastral rústica en la Comunidad Valenciana.

Para llegar a nuestro fin, se han empleado técnicas de posicionamiento mediante Dispositivos Móviles Profesionales, software con funcionalidades SIG para el inventariado de las características parcelarias, y así como elemento final, la creación de un Geoportal donde tratar toda la información inventariada y mostrarla al usuario, el cual puede interactuar con esta.

Por todo esto, esta memoria tiene claramente cuatro partes bien diferenciadas. La primera parte se muestra la implantación y puesta en marcha de un servidor propio con el que se pretende almacenar todos los datos capturados e instalar los recursos necesarios para poder ofrecer dicha información a todos los usuarios a través de internet. En la segunda parte, se detalla el equipo y software empleados para la realización de la toma de datos, dando a conocer por una parte las características y funcionalidades de los Dispositivos Móviles Profesionales, y por otra parte la creación de una aplicación personalizada bajo el software ArcPad que nos permite y nos facilita el inventariado buscado. En el tercer bloque, se expone el trabajo desarrollado para crear un Geoportal con la finalidad de que se emplee por el usuario para consultar e interactuar con la información inventariada. Finalmente, en la cuarta parte, se presenta un caso práctico que nos ayuda a entender y mostrar el objeto de este proyecto.

Finalmente, se cierra la redacción de esta memoria con las conclusiones a las que se han llegado.



Índice Contenido

1	Introducción	8
1.1	Justificación y objetivos del TFG	8
1.2	Método seguido	8
2	PARTE I. Servidor web	10
2.1	Componentes necesarios para montar un servidor web	11
2.2	En qué ordenador se instalará el servidor	11
2.3	Elección del sistema operativo	11
2.4	Elección del programa servidor	12
2.5	Conexión a Internet y acceso al servidor remotamente	12
2.6	Dominio web	13
3	PARTE II. Equipo y Software	15
3.1	Conceptos teóricos	15
3.1.1	Conceptos GPS	15
3.1.1.1	Descripción GPS	15
3.1.1.2	Tipos de receptores GPS	20
3.1.1.3	Clasificación según técnicas de observación GPS	22
3.1.2	Introducción a los SIG	23
3.1.2.1	Descripción SIG	23
3.1.2.2	Composición de un SIG	24
3.1.2.3	La información en un SIG	26
3.1.2.4	Aplicaciones de los SIG	28
3.2	Dispositivo Móvil Profesional (DMP)	29
3.2.1	Descripción DMP	29
3.2.2	Tipos de DMP	31
3.2.3	Características de los DMP	33
3.2.4	Elección del DMP	38
3.3	Software ArcPad	38
3.3.1	Descripción ArcPad	38
3.3.2	Creación aplicación inventariado (ArcPad Studio)	40
3.3.2.1	Tareas previas	40
3.3.2.2	Desarrollo de la aplicación	48
4	PARTE III. Geoportal	56
4.1	Conceptos previos	56
4.1.1	Objetivo	56



4.1.2	Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).....	56
4.1.2.1	Concepto de IDE.....	56
4.1.2.2	La interoperabilidad y sus dimensiones.....	57
4.1.2.3	Concepto de norma y estándar.....	58
4.1.2.4	Organismos de Estandarización.....	58
4.1.2.5	El marco legal en las IDEs.....	59
4.1.2.6	Componentes de una IDE.....	60
4.2	Descripción Geoportal.....	68
4.3	Software empleado.....	68
4.3.1	Servidor Web Apache.....	68
4.3.2	Apache Tomcat.....	70
4.3.3	Geoserver.....	72
4.3.3.1	Configuración Geoserver.....	73
4.3.4	Geonetwork.....	75
4.3.5	OpenLayers.....	77
4.3.6	HTML. Editor Sublime Text.....	79
4.4	Desarrollo del Geoportal.....	80
4.4.1	Servir capa WMS desde Geoserver.....	80
4.4.2	Páginas Geoportal.....	81
5	PARTE IV. Caso práctico.....	87
5.1	Zona de actuación.....	87
5.2	Toma de datos.....	87
5.3	Comparativa gráfica.....	88
5.4	Datos Catastrales de ambas parcelas.....	90
5.5	Comparativa alfanumérica.....	91
6	CONCLUSIONES.....	92
7	BIBLIOGRAFÍA.....	94
8	AGRADECIMIENTOS.....	95
9	ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN DIGITAL.....	96



Índice de Figuras

Figura 1. Esquema Servidor Web.....	10
Figura 2. Logo Windows Server 2008 R2.....	12
Figura 3. Esquema IP (Internet Protocol)	13
Figura 4. Logos constelaciones satélites globales	16
Figura 5. Constelación NAVSTAR GPS	16
Figura 6. Estaciones de control GPS terrestres	17
Figura 7. Esquema de las componentes de un sistema GPS	18
Figura 8. Sistemas de Aumentación basada en Satélite (SBAS)	19
Figura 9. Esquema efecto DOP. Error creciente.	19
Figura 10. Esquema efecto DOP. Error decreciente.	19
Figura 11. Esquema GDOP (Pobre y Bueno).....	20
Figura 12. Navegador GPS Garmin.....	21
Figura 13. Receptores GPS Monofrecuencia	21
Figura 14. Receptores GPS Geodésicos.....	22
Figura 15. Esquema componentes de un SIG.....	25
Figura 16. Esquema funcionalidades de un SIG	28
Figura 17. Dispositivos Móviles Profesionales de Trimble	32
Figura 18. DMP con distanciómetro láser.....	32
Figura 19. Software de campo para DMP	33
Figura 20. Hoja de datos Trimble Juno Serie 3	34
Figura 21. Características Trimble Juno Serie 3	35
Figura 22. Hoja de Datos Trimble GeoExplorer Serie 5	36
Figura 23. Características Trimble GeoExplorer Serie 5	37
Figura 24. Logo ArcPAD.....	38
Figura 25. Arquitectura SIG	39
Figura 26. Logo Generalitat Valenciana	40
Figura 27. Estructura archivo APL.....	48
Figura 28. Diseño de formulario con ArcPad Studio.....	49
Figura 29. Script en VBA en fichero de definición de capa (APL)	49
Figura 30. Páginas del formulario de inventariado	50
Figura 31. Fichero .apa y script de configuración de la aplicación	51
Figura 32. Estructura fichero .apx.....	51
Figura 33. Script para enviar el archivo vectorial al servidor mediante FTP.	53
Figura 34. Servicio informático de una IDE	57
Figura 35. Información geográfica gestionada por una IDE	57
Figura 36. Logo ISO	59
Figura 37. Logo OGC	59
Figura 38. Logo INSPIRE	59
Figura 39. Logo LISIGE	59
Figura 40. Ejemplo cartografía base.....	61
Figura 41. Ejemplo cartografía temática.....	61
Figura 42. Esquema Metadatos.....	63
Figura 43. Esquema Servicios IDEs.....	64
Figura 44. Logo Apache Software Foundation	68
Figura 45. Captura pantalla instalación Apache Server	69
Figura 46. Captura pantalla servicio web apache instalado	69



Figura 47. Página inicial Apache Tomcat	71
Figura 48. Página de gestión de aplicaciones web de Tomcat	71
Figura 49. Logo GeoServer	72
Figura 50. Esquema funcionalidad GeoServer	72
Figura 51. Menú configuración servidor en GeoServer	73
Figura 52. Menú configuración datos en GeoServer	73
Figura 53. Menú configuración servicios en GeoServer	74
Figura 54. Logo GeoNetwork.....	75
Figura 55. Página principal GeoNetwork	75
Figura 56. Esquema productos y servicios en Catálogo Web Metadatos	76
Figura 57. Esquema Normas en Catálogo Web Metadatos	76
Figura 58. Logo OpenLayers	77
Figura 59. Controles OpenLayers Visor 1	78
Figura 60. Controles OpenLayers visor 2	79
Figura 61. Logo HTML y Sublime Text	79
Figura 62. Captura pantalla edición archivo .html con Sublime Text.....	80
Figura 63. Captura pantalla capas generadas con GeoServer	81
Figura 64. Página principal Geoportal del proyecto.....	81
Figura 65. Página Documentación Geoportal del proyecto	82
Figura 66. Página Servicios OGC Geoportal del proyecto	83
Figura 67. Página Visualizador Geoportal del proyecto con capa Catastro	84
Figura 68. Página Visualizador Geoportal del proyecto con capa Ortofoto.....	84
Figura 69. Página Filtro ventana emergente Geoportal del proyecto	85
Figura 70. Zona de actuación caso práctico.....	87
Figura 71. Toma de datos gráficos.....	88
Figura 72. Superposición de datos con Catastro.....	89
Figura 73. Superposición de datos con Ortofoto	89
Figura 74. Consulta catastro parcela 1.....	90
Figura 75. Consulta catastro parcela 2.....	90



Índice de Tablas

Tabla 1. Comparativa receptores GPS en precisión y precios	22
Tabla 2. Contenido archivo datos_generales.dbf	46
Tabla 3. Contenido archivo clase.dbf	46
Tabla 4. Contenido archivo variedad.dbf	47
Tabla 5. Contenido archivo tipo.dbf	47
Tabla 6. Atributos archivo vectorial de polígono "inventariado.shp"	47
Tabla 7. Parámetros petición GetCapabilities	66
Tabla 8. Parámetros petición GetMap	66
Tabla 9. Parámetros petición GetFeatureInfo	67
Tabla 10. Controles OpenLayers Visor 1	78
Tabla 11. Controles OpenLayers Visor 2	79



1 Introducción

En este capítulo se conocerán los motivos que justifican la realización de este proyecto y también los objetivos marcados y el método seguido para su consecución.

1.1 Justificación y objetivos del TFG

En este TFG se aprenderán una serie de conceptos para aplicarlos en la resolución de un caso práctico. La introducción a los servidores web, el uso de equipos y software profesionales para obtener los datos necesarios a pie de campo, y la implantación de un geoportal, permitirán adquirir los conocimientos necesarios para solucionar, en la última parte de este proyecto, el problema planteado en el enunciado de este Trabajo de Final de Grado (TFG).

Este proyecto se engloba en el contexto de los SIG y geoposicionamiento, e intenta dar solución a la problemática que puede plantearse en ayuntamiento y/o cooperativas agrarias, a la hora de tener suficiente información de las características del parcelario rústico, es decir, conocer la tenencia de cada parcela, el tipo de suelo, el sistema de regadío, el tipo de cultivo, etc.

Por una parte, para la captura de datos y mediciones se ha empleado un dispositivo de mano con receptor de GPS, en el cual se ha dispuesto un software para correr la aplicación que hemos realizado para el posterior inventariado. Dicha aplicación se a programada bajo scripts con Visual Basic, así como se ha modificado la interfaz del software para ofrecer al usuario un mejor manejo y más intuitivo de esta aplicación.

Por otra parte, y finalmente, mediante aplicaciones en Java y programación en HTML se ha implementado un Geoportal donde recoger la información captura y ofrecerla al usuario vía internet.

Por último, los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de este TFG son por un lado los propios de dicha titulación en el campo de la Geomática, y por otro los objetivos que marca el enunciado del TFG, aplicación de los dispositivos móviles para el inventariado y control de la cartografía catastral rústica, reforzando este trabajo con la implantación de un Geoportal.

1.2 Método seguido

La metodología que se seguirá constará de una parte teórica en cada uno de los bloques, donde se adquirirán unos conocimientos previos de SIG, GPS, IDE, etc. Y otra parte práctica en la que, aplicando los conocimientos adquiridos, se elaborará cada producto que permitirá que el usuario pueda realizar primeramente la toma de datos, seguidamente realizar el inventariado, y por último consultar e interactuar entre la información adquirida e inventariada.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Geodésica, Cartográfica y Topográfica

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

PROYECTO FINAL DE GRADO

APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES
PARA EL INVENTARIADO Y CONTROL DE LA
CARTOGRAFÍA CATASTRAL RÚSTICA

PARTE I. Servidor Web

2 PARTE I. Servidor web

Tras realizar la introducción anterior del trabajo en cuestión, entramos de lleno en el desarrollo de cada una de las partes del proyecto.

En esta primera parte se presenta la puesta en marcha del servidor web instalado en casa, así como la configuración realizada para el correcto funcionamiento.

Una de las principales ventajas de tener nuestro propio servidor es que no tenemos límite de espacio en disco para páginas web, almacenamiento de datos, no dependencia de la asistencia técnica, etc., cosa que si usáramos un hosting (alojamiento) externo tendríamos un número limitado de megabytes o gigabytes, según lo contratado con tu proveedor de hosting. Por otro lado, no tenemos limitaciones en cuanto a publicación de cualquier tipo de contenido, ya que todo lo hacemos de forma local (en el propio servidor, nuestro PC). Tampoco es necesario subir los datos, la web, etc., cada vez que lo modifiquemos ya que, al ser nuestro propio servidor web, todo el contenido se guarda de forma local y estará disponible al momento de ser modificado para todos los usuarios que quieran acceder al contenido.

Aun así también hay una serie de inconvenientes que es necesario que nombremos. Por ejemplo, consume ancho de banda de subida debido a la petición de mostrar los recursos almacenados a los usuarios que quieran acceder a ellos, es decir que el ancho de descarga que el usuario tendrá para nuestros recursos, será el mismo ancho que nosotros tengamos contratado como ancho de subida. Esto condiciona a que se contrate una conexión a internet con un ancho de banda bastante superior a las tarifas que normalmente ofrecen las compañías, con lo que se incrementa el coste. Otro problema del que hay que ser consciente, es que debemos tener encendido 24 horas el ordenador, para que los usuarios puedan acceder a nuestros recursos en cualquier momento, con el consiguiente consumo de energía eléctrica que esto supone. Por último, otro problema es el mantenimiento del propio servidor, que al ser nuestro pc, podríamos encontrarnos con problemas de hardware (por ejemplo la fuente alimentación) que provocaría que nuestro servicio cayera durante un tiempo.

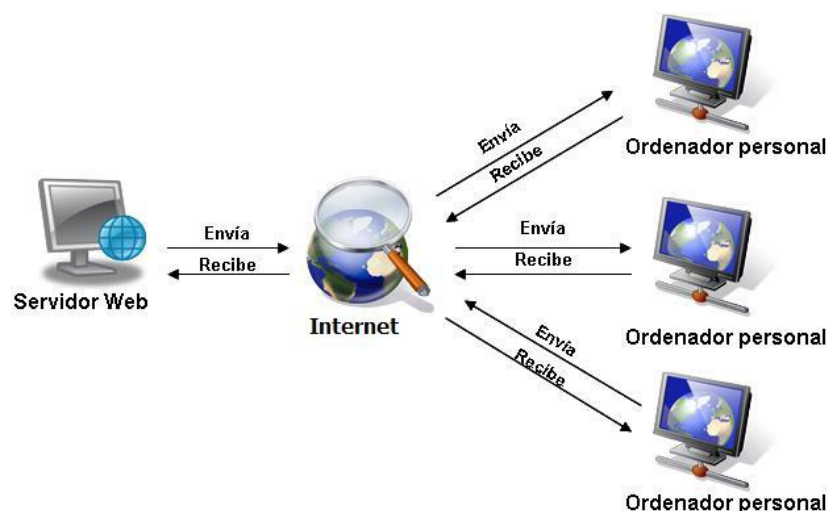


Figura 1. Esquema Servidor Web



2.1 Componentes necesarios para montar un servidor web

Componentes hardware:

- Un ordenador que haga a la vez de servidor web.
- Un router con conexión a Internet.
- Cableado de red RJ45 para conectar el router con nuestro ordenador.

Componentes software:

- Sistema Operativo Windows o Linux.
- Programa servidor (Apache Server).

Instalar un servidor y ponerlo en marcha suele ser más o menos fácil, la complejidad está cuando el servidor tiene que servir miles de visitas diarias. Pero todo depende del uso que queramos dar al servidor; si conocemos nuestras necesidades será fácil elegir lo que montaremos. Este siguiente apartado está orientado a las decisiones y pasos que se deben tomar para montarnos un servidor Web básico.

2.2 En qué ordenador se instalará el servidor

Lo más normal es usar arquitectura x86 (32bits), además hay que pensar en:

- Qué tipo de programa servidor se instalará.
- Qué carga de usuarios al día va recibir.
- Qué tipo de carga, ya que no es igual cargar una página web simple, que por ejemplo una página web con contenido multimedia.

Teniendo claro lo anteriormente expuesto podremos hacer una estimación de la potencia y características del ordenador que necesitaremos para usarlo como servidor. Los servidores más potentes son de 4-8 procesadores, con discos duros SCSI y la mayor cantidad de memoria RAM que se pueda, aunque con un ordenador que cuente con un procesador dual core (2 núcleos) y 2GB de RAM con un disco duro S-ata sería más que suficiente para tener un servidor web en condiciones.

Para el desarrollo del siguiente proyecto, se ha utilizado un ordenador de características muy limitadas ya que hemos considerado que la finalidad es simplemente la puesta en marcha del objetivo de nuestro trabajo a escala pequeña, con lo que a nivel particular (o pocos usuarios) nos es suficiente el hardware empleado, evitando costes elevados.

2.3 Elección del sistema operativo

Lo primero es decidir entre Windows, Linux o algún tipo Unix; siendo los más populares los 2 primeros. Bajo nuestro criterio los hemos clasificado en dos tipos:

- **Servidor Decente:** Cualquier Linux, Windows XP, Windows
- **Servidor Profesional:** Windows Server 2008/2012

En nuestro caso, se tomó la decisión de elegir un servidor profesional, concretamente Windows Server 2008 R2, ya que tiene muy buenas prestaciones y la interfaz del administrador del servidor es bastante intuitiva, así como la sencillez del gestor de usuarios.



Figura 2. Logo Windows Server 2008 R2

2.4 Elección del programa servidor

Este es uno de los ejes fundamentales. Así que hemos tomado la decisión de utilizar Apache Server, por las buenas prestaciones y características que ofrece, además de que es gratuito.

Apache Server: El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.12 y la noción de sitio virtual. Su Web oficial es www.apache.org de donde se puede descargar.

2.5 Conexión a Internet y acceso al servidor remotamente

Como hemos dicho anteriormente la conexión a Internet es la que limitará la carga de usuarios que pueden acceder a nuestro servidor. Siempre hay que tener en cuenta nuestras necesidades. Así pues, para nuestro objetivo se ha utilizado la conexión ya contratada en casa con las características de 50 megas de descarga y 10 megas de subida.

Por otra parte, con el fin de que nuestro servidor este comunicado con el exterior se ha realizado las siguientes configuraciones:

Configuración de la IP

En primer lugar, dejamos claro que el término IP significa “Internet Protocol” y es un número que identifica un dispositivo en una red.

Para poder acceder desde el exterior, nuestro servidor debe de tener una IP fija (no cambia), ya que por el contrario si la IP es dinámica (cambia cada vez que nuestro proveedor nos asigna una nueva o reiniciamos el router) sería imposible acceder a este.

Así que hemos asignado a nuestro servidor una IP fija (privada) para que esta no esté cambiando, la cual es 192.168.1.200.

Por otra parte, tenemos que dar a conocer el término de IP PÚBLICA. Esta es la que tiene asignada cualquier equipo o dispositivo conectado de forma directa a Internet. Las

IP públicas son siempre únicas. No se pueden repetir. (Por protección no se facilita nuestra IP Pública en este documento).

Finalmente, teniendo claro estos conceptos, la configuración que hemos realizado para dar acceso al servidor desde el exterior ha sido mediante los siguientes pasos:

- Se ha contactado con la compañía para solicitarles que configuren nuestra conexión para que la IP pública apunte directamente a nuestro router.
- Y por otra parte, se ha configurado el router para que apunte directamente a la IP fija asignada a nuestro servidor.



Figura 3. Esquema IP (Internet Protocol)

Abrir los puertos del router

Una vez realizada la configuración anterior tenemos que abrir los puertos (puertas de entrada y salida) en el router. Por defecto el puerto 80 es el puerto por defecto para transmisión HTTP. Además como necesitaremos enviar los datos desde el Dispositivo Móvil al servidor por internet, necesitamos un servicio de FTP (File Transfer Protocol) que es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP (Transmission Control Protocol), basado en la arquitectura cliente-servidor. Este servicio trabaja por el puerto 21, el cual también hemos abierto en el router.

Configurar el firewall

Por último, hemos tenido en cuenta que el firewall permita las conexiones entrantes al servidor web. Para ello hemos creado las reglas apropiadas de excepciones para que se pueda acceder al servidor web.

2.6 Dominio web

Un dominio o nombre de dominio es el nombre que identifica un sitio web. Cada dominio tiene que ser único en Internet. Conviene que la IP del servidor este redireccionada a un dominio. Esto se consigue configurando las DNS (Domain Name System).

Para evitar costes hemos solicitado un dominio de estudiante al Área de Sistemas de Información y Comunicaciones (ASIC) de la UPV, y bajo este dominio se ha montado todo el geoportal que gestionará los datos y consultas de los usuarios (ver apartado Geoportal).

Dicho dominio es: www.geoportal.enclegar.alumnos.upv.es



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Geodésica, Cartográfica y Topográfica

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

PROYECTO FINAL DE GRADO

APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES
PARA EL INVENTARIADO Y CONTROL DE LA
CARTOGRAFÍA CATASTRAL RÚSTICA

PARTE II. Equipo y Software



3 PARTE II. Equipo y Software

En esta segunda parte, seguimos con la descripción del equipo y software empleado para el inventariado, el cual tenemos por objetivo. También se presentan los conceptos teóricos necesarios para el buen entendimiento tanto del funcionamiento del equipo como del software empleado. Por esta razón, iniciamos la siguiente presentación con los conceptos teóricos referentes al uso del equipo y sus funcionalidades, así como los conceptos introductorios de los sistemas de información geográfica para reforzar el entendimiento de la parte del software empleado.

3.1 Conceptos teóricos

3.1.1 Conceptos GPS

Un aspecto fundamental en la elaboración de este TFG es la captura de los datos necesarios para la obtención de la forma, ubicación y dimensión de las parcelas catastrales. Es aquí donde entra en juego el dispositivo GPS (acrónimo de la expresión inglesa, Global Positioning System). El GPS es un sistema que permite calcular las coordenadas de cualquier punto de la superficie terrestre a partir de la recepción de señales emitidas desde una constelación de satélites en órbita. Básicamente, su principal funcionalidad es que permite al usuario conocer, mediante un receptor, su posición en cualquier parte del planeta.

Los diferentes métodos e instrumentos existentes condicionan la precisión de las mediciones realizadas, existiendo un amplio abanico de posibilidades en cuanto a resolución. En este capítulo, se explicará, a modo de introducción, el funcionamiento general del sistema.

3.1.1.1 Descripción GPS

El GPS fue desarrollado por el DoD (acrónimo de la expresión inglesa, United States Department of Defense) como un sistema de navegación de precisión, con fines militares.

El fundamento del sistema GPS consiste en la recepción de cuatro o más señales de radio de otros tantos satélites de los cuales se conoce de forma muy exacta su posición orbital con respecto a la tierra; a la vez, se conoce muy bien el tiempo que han tardado las señales en recorrer el camino entre el satélite y el receptor. Conociendo la posición de los satélites, la velocidad de propagación de sus señales y el tiempo empleado en recorrer el camino hasta el usuario, por trilateración se puede establecer la posición en términos absolutos del receptor.

Para entender el sistema GPS se hace necesario conocer los elementos que lo forman. Dentro del sistema GPS existen tres conjuntos de componentes denominados segmentos:

- Segmento espacial.
- Segmento de control.
- Segmento de usuario.

Segmento Espacial

Antes de entrar a desarrollar la componente de segmento espacial, queremos realizar un apunte de las cuatro constelaciones de satélites o segmentos espaciales que existen y que ofrecen cobertura global:

- NAVSTAR GPS(Estados Unidos)
- GLONASS (Rusia)
- BEIDOU (China)
- GALILEO (Europa)



Figura 4. Logos constelaciones satélites globales

Por semejanza en funcionamiento y configuración entre las cuatro constelaciones, usaremos como ejemplo explicativo NAVSTAR, ya que existe mucha más información documentada.

El Segmento Espacial está constituido por los satélites que soportan el sistema y las señales de radio que emiten. Estos satélites conforman la llamada constelación NAVSTAR (acrónimo de la expresión inglesa, NAVigation Satellite Timing And Ranging), constituida por 24 satélites operativos más cuatro de reserva, mantenidos por la fuerza aérea estadounidense. No hay que olvidar, que el origen de este sistema es militar y su financiación corre íntegramente a cargo del gobierno de los Estados Unidos.

Los satélites de la constelación NAVSTAR, circundan la tierra en órbitas a una altura alrededor de los 20.200 Km. de la superficie (esta altura variará ligeramente dependiendo del satélite) y distribuidos de tal manera que en cada punto de la superficie terrestre es posible leer la señal de al menos cuatro satélites. La constelación NAVSTAR, permite que sobre el horizonte de cualquier punto de la Tierra puedan leerse simultáneamente entre 6 y 11 satélites (normalmente denominados SVs, o Space Vehicles), lo cual posibilita la continuidad de las observaciones durante las 24 horas del día.



Figura 5. Constelación NAVSTAR GPS

Los satélites envían una señal que se forma a partir de la frecuencia fundamental generada por su oscilador. De esta frecuencia se derivan el resto de frecuencias utilizadas, en concreto las dos frecuencias portadoras L1 y L2.

Estas dos frecuencias portadoras (L1 y L2) se denominan con la letra L porque pertenecen a dicha banda de radiofrecuencia, la cual está comprendida entre 1GHz y 2GHz. Sobre estas dos frecuencias portadoras se transmiten, a su vez, dos códigos:

- El Código C/A (acrónimo de la expresión inglesa, Course/Acquisition) o también denominados S (Standard) es el de menor frecuencia. En principio es el que ofrece menores precisiones y se utiliza en el llamado SPS (acrónimo de la expresión inglesa Standard Positioning Service), para uso civil. Se transmite sobre la portadora L1.
- El código P (Precise) se transmite directamente a la frecuencia fundamental, ofrece mayor precisión y se utiliza en el denominado posicionamiento preciso (PPS, Precise Positioning Service). Se transmite sobre las portadoras L1 y L2.

Junto con estos códigos se envía un mensaje que es el que suministra toda la información que necesitan los usuarios del sistema GPS. Cada satélite emite un código diferente.

Segmento de Control

El segmento de control son todas las infraestructuras en tierra necesarias para el control de la constelación de satélites. La constelación NAVSTAR está controlada desde la Tierra a través de una serie de cinco estaciones (una central situada en Colorado Springs) oficiales de seguimiento repartidas por todo el planeta.

Las estaciones de seguimiento, tal y como se observa en el mapa de la siguiente figura, están espaciadas regularmente en longitud y sus coordenadas están determinadas con suma precisión. Su misión es la de estar en continua comunicación con los satélites, recibiendo las señales emitidas por estos, para así poder determinar sus órbitas con gran exactitud.



Global Positioning System (GPS): Estaciones Monitoras y Estación de Control

Figura 6. Estaciones de control GPS terrestres

Los datos recogidos por las estaciones secundarias son enviados a la principal, donde son debidamente procesados, calculándose las efemérides (órbitas recalculadas con

los datos de corrección suministrados por las estaciones de tierra y su información de tiempo), el estado de los tiempos, etc. Toda esta información se transmite a los satélites en los cuales se almacena.

Segmento de usuario

El segmento del usuario está constituido por los instrumentos que, el usuario, necesita de cara a la utilización del sistema GPS para la navegación, posicionamiento, control de precisión de tiempos, etc.

Esencialmente, un equipo GPS está compuesto por un receptor o sensor con antena (que puede ser externa o integrada en el propio sensor) que se comunica con los satélites, y por una unidad de control con el software necesario para permitir la interoperabilidad con el usuario. Adicionalmente, cada vez se incluyen mayor número de accesorios con diversas funcionalidades.

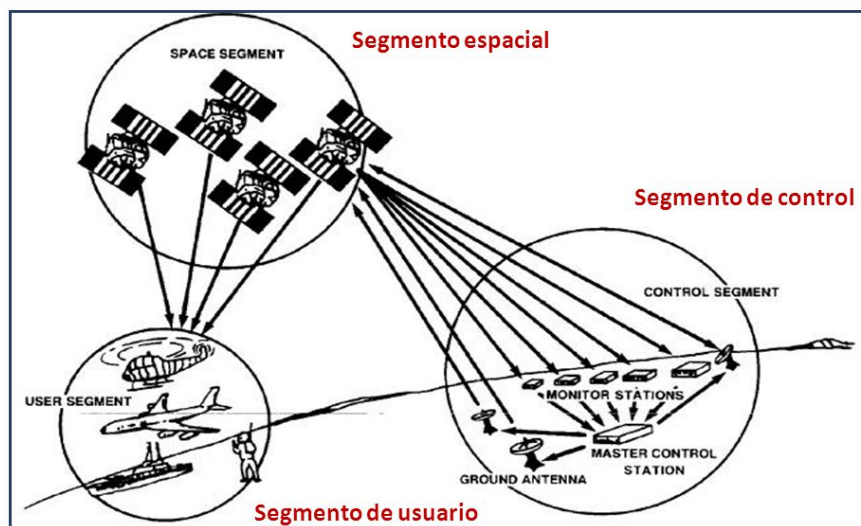


Figura 7. Esquema de las componentes de un sistema GPS

Por otra parte, también es imprescindible comentar los **Sistemas de Aumentación basada en Satélites (SBAS)**, por su enorme influencia en la precisión cuando los receptores trabajan en tiempo real.

SBAS, abreviatura inglesa de *Satellite Based Augmentation System* (Sistema de Aumentación Basado en Satélites), es un sistema de corrección de las señales que los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) transmiten al receptor GPS del usuario. Los sistemas SBAS mejoran el posicionamiento horizontal y vertical del receptor y dan información sobre la calidad de las señales. Aunque inicialmente fue desarrollado para dar una precisión mayor a la navegación aérea, cada vez se está generalizando más su uso en otro tipo de actividades que requieren de un uso sensible de la señal GPS.

SBAS es un término que comprende todos los sistemas de aumentación basadas en satélites que están en desarrollo actualmente, más cualquier otro que sea desarrollado en el futuro. Las principales entidades que han desarrollado actualmente sistemas SBAS son: WAAS (Estados Unidos), EGNOS (Europa) y MSAS (Japón). Se encuentran en proceso de desarrollo GAGAN (India), y en proyecto SNAS (China) y SACCSA (Latinoamérica).



Figura 8. Sistemas de Aumentación basada en Satélite (SBAS)

Por último, otro concepto a tener en cuenta es el **DOP (Dilution Of Precision)**.

El DOP es un indicador de la precisión en las tres dimensiones en la que se expresa el posicionamiento, como consecuencia de la posición relativa de los satélites del GPS respecto al receptor.

Interpretado en dos dimensiones:

- Para satélites cercanos, el área de error crece:

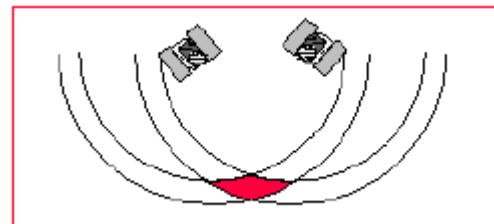


Figura 9. Esquema efecto DOP. Error creciente.

- Para satélites lejanos, el área de error decrece:

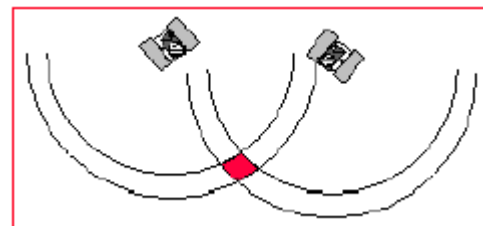


Figura 10. Esquema efecto DOP. Error decreciente.

El posicionamiento puntual es más preciso cuando los satélites tienen una buena distribución espacial en el cielo. Existen diferentes tipos de dilución de la precisión:

- GDOP: Dilución de la Precisión Geométrica.
- PDOP: Dilución de la Precisión en Posición.
- HDOP: Dilución Horizontal de la Precisión.
- VDOP: Dilución Vertical de la Precisión.
- TDOP: Dilución en la medición del tiempo.

Un **GDOP** pobre (con un valor alto) aparece cuando los ángulos desde el receptor a los distintos satélites utilizados en el cálculo son similares:

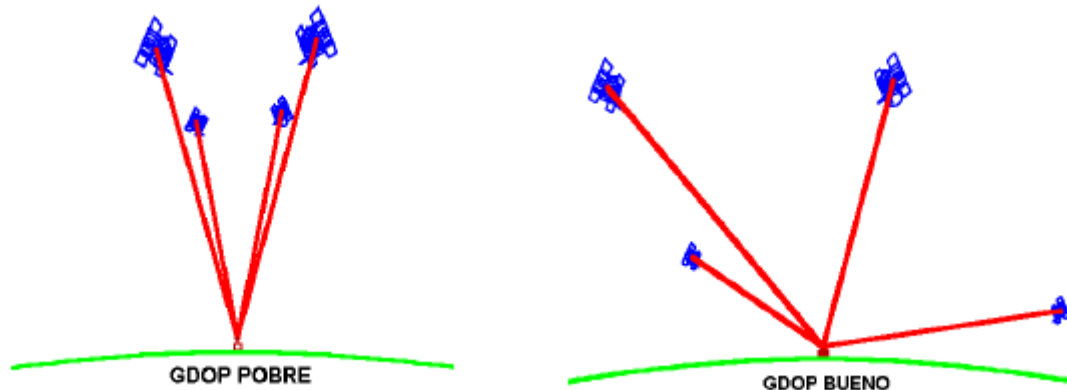


Figura 11. Esquema GDOP (Pobre y Bueno)

El **PDOP** es un número que toma valores entre 1 e infinito, dando mayor precisión cuanto menor sea este valor. Un valor entre 4 y 8 es aceptable y por debajo de 4 es muy bueno. Se debe seleccionar el mejor tiempo (mejores horas) para la colección de datos (PDOP mínima), con todos los satélites funcionando casi siempre hay una PDOP aceptable.

3.1.1.2 Tipos de receptores GPS

A continuación se introducen tres tipos de GPS: Los GPS-Navegadores como ejemplo de GPS de bajo coste, los Monofrecuencia como ejemplo de GPS más sofisticado y los Geodésicos como ejemplo de GPS para trabajos de alta precisión.

GPS-Navegadores

Son los tipos de receptores GPS más extendidos, dados su bajo coste y multiplicidad de aplicaciones. Consisten en receptores capaces de leer el código C/A, que pueden tener incluso capacidad para leer señales diferenciales vía radio o conexión software y también capacidad para representar cartografía sencilla.

Permiten conocer las coordenadas en varios formatos y conversión de baja precisión a datum locales desde WGS84 (sistema geodésico de referencia en GPS). También permiten la navegación asistida con indicación de rumbos, direcciones y señales audibles de llegada en rutas definidas por el usuario a través de puntos de referencia (waypoints).

Sus precisiones pueden ir de los 2 m a los 10 m en planimetría (sin Disposición Selectiva), y un error de al menos 16 m en altimetría, dependiendo de la visibilidad de satélites y de la geometría que presenten los mismos.

En aplicaciones SIG, pueden ser utilizados para referenciar puntos a representar sobre cartografías, pero generalmente no son muy aptos porque no permiten trabajar con bases de datos geográficas definidas por el usuario ni permiten un almacenamiento de datos alfanuméricos personalizado. A cambio, presentan la ventaja de que el usuario no tiene que tener ninguna formación específica para su manejo.



Figura 12. Navegador GPS Garmin

Monofrecuencia

Son receptores que además de analizar el código C/A disponen de lectura (con ciertas limitaciones) de la fase portadora L1.

Estos receptores permiten el uso de metodologías diferenciales, en ocasiones bajo la forma de suscripciones a servicios vía satélite como OmniStar, consiguiendo bajo esta metodología precisiones entorno submétricas en tiempo real. Ello es posible porque el DGPS vía satélite permite correcciones en tiempo real.

Son muy aptos para aplicaciones SIG porque aparte de permitir una precisión compatible con la mayoría de las escalas usadas en SIG (siempre que se usen técnicas diferenciales), permiten el manejo de bases de datos geográficas realizadas por el usuario.

Los dispositivos móviles que se conectan a este tipo de receptores suelen ser PDAs (Personal Digital Assistant), corriendo programas específicos para este tipo de tareas, como ArcPAD de ESRI o Pocket GIS de Pocket Systems Ltd.

En cuanto al servicio de corrección diferencial, tiene la enorme ventaja de que se dispone de corrección instantánea sin necesidad de montar ninguna estación de referencia, y casi para cualquier parte del globo en tiempo real.



Figura 13. Receptores GPS Monofrecuencia

Geodésicos

Los Receptores Geodésicos de doble frecuencia pueden llegar a precisiones centimétricas en tiempo real. El uso de este tipo de instrumentación está más enfocado a aplicaciones geodésicas y no a la toma de datos para aplicaciones SIG.



Figura 14. Receptores GPS Geodésicos

Por finalizar, podemos observar en la siguiente tabla una comparativa entre precios y precisiones de los tres tipos de receptores:

Tipos de receptores	Observables	Coste	Precisión (1rms)
GPS-Navegadores	Monofrecuencia con código o con código de fase suavizado	100-500 €	2 a 10 m.
Monofrecuencia	Monofrecuencia con código de fase suavizado	3000-10000 €	0.5 a 3 m.
Geodésicos	Doble frecuencia con código y fase	10000-30000 €	0.001 a 0.1 m

Tabla 1. Comparativa receptores GPS en precisión y precios

3.1.1.3 Clasificación según técnicas de observación GPS

A continuación se detalla una clasificación de los receptores GPS en función de las técnicas de observación:

✓ **Según el sistema de referencia:**

- Absolutos: Las coordenadas del punto son determinadas en un sistema de referencia "global", implican un solo receptor. El resultado son tres coordenadas.
- Diferencial: Similar al absoluto pero ejecutado corrigiendo el rango satélite-receptor con una corrección diferencial calculada de una estación "base". Se eliminan o reducen varios errores sistemáticos.



- ✓ **Dependiendo del movimiento de los receptores:**
 - Estático: El receptor o los receptores permanecen quietos durante un intervalo de tiempo sobre los puntos.
 - Cinemático: El receptor o los receptores están en continuo movimiento.
- ✓ **Según los observables registrados:**
 - Pseudodistancias (código): Los observables registrados son las pseudodistancias a los distintos satélites. En este apartado, cabe distinguir entre receptores que efectúan seguimiento del código C/A solamente y aquellos que, además de dicho código, son capaces de correlar el código P. La utilización de éste último permite obtener una precisión diez veces mayor, pero tiene el inconveniente de estar restringido a usuarios autorizados.
 - Medida de fase: Además de registrar las pseudodistancias, se efectúa un seguimiento de la fase de la propia portadora (limpia de código). Existen receptores que solamente registran mediciones sobre la portadora L1. Otros, además de la anterior, registran también la portadora L2.
- ✓ **Dependiendo del momento en que se efectúa el cálculo:**
 - Postproceso: La obtención de coordenadas y líneas base se efectúa después de efectuar la observación.
 - Tiempo real: La obtención de coordenadas y/o líneas base se efectúa en el mismo momento en que se está realizando la observación, de forma que el tiempo de cálculo sea tan reducido que pueda considerarse casi instantáneo o en tiempo-real.

3.1.2 Introducción a los SIG

En este capítulo se establecerá el significado de SIG (Sistema de Información Geográfica) y se determinarán los principales elementos que lo componen. Se conocerá el tipo de información utilizada por un SIG así como el modo en el que la almacena y relaciona, este es uno de los puntos que los diferencia de otros sistemas de información, por último se conocerán las principales aplicaciones de los SIG.

3.1.2.1 Descripción SIG

El desarrollo de los SIG ha ido íntimamente ligado al desarrollo tecnológico y ha sido en los últimos años en los que su difusión y uso ha aumentado especialmente ya que el descenso del precio del hardware, necesario para soportar los componentes software y los contenedores de datos, ha permitido al público en general acceder a estos sistemas.

Para el desarrollo de este proyecto se ha tenido acceso a multitud de información y se ha podido comprobar que el término SIG ha sido ampliamente definido por expertos que acreditan su conocimiento con años de experiencia. En este proyecto no se pretende dar una nueva definición del término SIG que se sume a las anteriores. Lo que se pretende es que el término SIG quede perfectamente definido.

En una **definición general** predomina la idea global y abstracta del SIG, sin especificar que funciones proporciona y sin entrar en detalles tecnológicos:

“Un SIG abarca tecnología de la información, gestión de la información, asuntos legales y de negocios, y conceptos específicos de materias de un gran abanico de disciplinas,



pero es implícito en la idea de SIG que es una tecnología usada para tomar decisiones en la solución de problemas que tenga al menos una parte de componente espacial” (SIG y medioambiente: Capítulo I)

Una **definición funcional** determina las funciones principales de los SIG:

“Un SIG no es simplemente un sistema informático para hacer mapas, aunque pueda crearlos a diferentes escalas, en diferentes proyecciones y con distintos colores. Un SIG es una herramienta de análisis. La mayor ventaja de un SIG es que permite identificar las relaciones espaciales entre características de varios mapas. Un SIG no almacena un mapa en sentido convencional, ni almacena una imagen concreta o vista de un área geográfica. En vez de ello, un SIG almacena los datos a partir de los cuales se puede crear la escala deseada, dibujada para satisfacer un producto. En suma un SIG no contiene mapas o gráficos, sino una base de datos. El concepto de las bases de datos es central para un SIG, y es la principal diferencia entre un SIG y un simple graficador o sistema informático de cartografía, que solo puede producir buenos gráficos” (SIG y medioambiente: Capítulo I).

Y por último, **tecnológicamente** podemos definir un SIG como un “sistema formado por hardware y software que podrá ser utilizado como herramienta para la realización de estudios que tengan un componente geográfico”. Tecnológicamente, un SIG es para el análisis geográfico lo que un microscopio es para la biología y un telescopio para la astronomía.

Sintetizando, un SIG es un hardware, un software y unas personas que explotan sus funcionalidades con el fin de tomar decisiones a partir de los datos almacenados en bases de datos, de las cuales al menos una almacenará información geográfica.

3.1.2.2 Composición de un SIG

En todo sistema existen una serie de componentes fundamentales, necesarios para llevar a cabo las tareas para las que fue diseñado. En el caso de los SIG, los componentes son:

- ✓ **Software:** El software SIG proporciona las funcionalidades y herramientas para almacenar, analizar y mostrar la información geográfica. Los componentes software principales son:
 - Sistemas de gestión de bases de datos.
 - Herramientas para la edición de la información geográfica.
 - Herramientas de análisis, consulta y visualización de datos geográficos.
 - Una interfaz gráfica de usuarios (GUI, Graphical User Interface) que facilita el manejo de las diferentes herramientas.

El software SIG se suele dividir en 5 partes funcionales:

- Introducción y verificación de datos
- Almacenamiento de datos y gestión de bases de datos.
- Transformación de los datos.
- Interacción con el usuario
- Salida y presentación de datos.

- ✓ **Hardware:** Hoy en día, el software SIG funciona en un amplio rango de ordenadores, desde servidores centrales hasta ordenadores personales pasando por configuraciones distribuidas. Cuando se habla de hardware también se hace referencia a los dispositivos de entrada, salida y almacenamiento de datos:
 - Dispositivos de entrada: Teclado, ratón, escáner, tabletas digitalizadoras, etc.
 - Dispositivos de salida: Monitores, impresoras, plotters, etc.
 - Dispositivos de almacenamiento: Discos duros, discos ópticos, pendrive (memorias USB), discos magnéticos, cintas magnéticas, etc.
- ✓ **Datos:** La disponibilidad y precisión de los datos afectarán a los resultados de cualquier análisis. Se requieren buenos datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar a las preguntas de la forma más acertada posible. Los datos geográficos y alfanuméricos pueden obtenerse por recursos propios u obtenerse a través de proveedores de datos. La obtención de unos buenos datos puede suponer una parte importante del presupuesto de implementación del SIG. Aunque, progresivamente, la administración está empezando a publicar datos de forma gratuita, existen empresas que venden datos cartográficos de una precisión muchas veces suficiente.
- ✓ **Métodos:** El uso del SIG requerirá la definición de unas reglas de actividad eficientes, que garanticen un funcionamiento fiable y eficaz del SIG dentro de la organización.
- ✓ **Personas:** Las personas como parte del SIG son las responsables de:
 - Realizar la entrada de los datos necesarios para que funcione y controlar su calidad.
 - Realizar la explotación de dichos datos una vez en el sistema: consultas y análisis
 - Realizar las salidas de dicha información para usuarios no gráficos: presentación de resultados en mapas, documentos, etc.



Figura 15. Esquema componentes de un SIG

3.1.2.3 La información en un SIG

Todo en los SIG gira alrededor de la información, si por ejemplo se desea analizar el nivel de contaminación de un río, se deberá contar con la información geográfica que facilite su localización en la Tierra, pero además es necesaria información temática sobre su profundidad (que dependerá de la zona del río), su afluencia, la composición del agua, su cauce, etc. Una vez recogidos los datos, se almacenarán en bases de datos y se les dará un tratamiento adecuado a los resultados que se quieran obtener.

Siguiendo con el ejemplo anterior, para representar la contaminación de un río, se utilizará un formato de representación de los datos que permita describir objetos geográficos con límites difusos (Modelo ráster), ya que la contaminación no suele estar restringida a un área perfectamente delimitada del río (no existe una frontera entre el agua totalmente descontaminada y el agua contaminada que se pueda representar con un formato vectorial, como por ejemplo un polígono), si no que suele ser gradual y habrá zonas de mayor y otras de menor grado de contaminación.

En función, pues, de la información que se desea obtener, se deberá disponer de un tipo de datos que una vez introducidos en el SIG y gestionados debidamente podrán ser tratados para analizarlos y presentarlos en un formato de salida adecuado.

Modelo de datos.

Un modelo de datos es un sistema formal y abstracto que permite representar la información del problema a resolver según unas reglas y convenios predefinidos. Los más usados en los SIG son:

- **Modelo relacional:** En este modelo la tabla (filas y columnas) es la estructura de datos básica. Se crean diferentes tablas de datos sobre los elementos del territorio que se almacenan por separado en función de criterios temáticos. Las tablas se relacionan mediante atributos clave únicos dentro de la tabla. Este modelo de datos es muy versátil y permite, por ejemplo, realizar consultas según criterios, a varias tablas a la vez.
- **Modelo orientado a objeto:** Este modelo toma como base la idea de objeto definida en el paradigma de programación orientada a objeto. Ahora, los objetos geográficos, además de unos atributos tienen unas operaciones que los definen. A este modelo se le pueden aplicar todas las características de la programación orientada a objeto como son la herencia, el polimorfismo, etc.

Independientemente del modelo de datos utilizado, en los almacenes de datos del SIG se pueden encontrar:

- **Información alfanumérica:** Proporciona información descriptiva sobre las características de las entidades gráficas. Con esta información se complementa el aspecto gráfico del objeto geográfico añadiéndole una serie de atributos necesarios a veces para modelar con mayor rigor la realidad que se quiere reflejar en el SIG.
- **Información geográfica:** La información geográfica puede estar principalmente en formato ráster y vectorial:



- **Formato vectorial:** Es el formato de datos que utiliza puntos, líneas y polígonos para representar la información geográfica. Las unidades vectoriales están caracterizadas por el hecho de que su localización geográfica puede ser definida independientemente y de forma muy precisa, mediante sus relaciones topológicas. Las capas vectoriales son útiles para describir los distintos elementos de terreno, tales como carreteras, red hidrográfica, límites administrativos, y otros.
- **Formato ráster:** La información geográfica también puede estar representada en conjuntos de unidades regulares constituido por celdillas o píxeles, en forma de mosaico. El píxel es la forma más simple y la malla regular en forma de mosaico se conoce como estructura ráster. Cada uno de estos píxeles contiene un valor numérico que expresa una determinada característica del terreno en esa localización. Es un formato muy apropiado para la descripción de datos espaciales continuos como altitud, contaminación, temperatura, precipitación.

Entrada de datos.

El modo más simple de introducir los datos es tecleando las coordenadas en un software SIG, pero sólo será operativo si se trata de las coordenadas de un punto. De todos modos, existen otros modos más eficaces de hacerlo:

Escaneando datos analógicos (mapas) para obtener el modelo ráster digital.

- Con una tableta digitalizadora, que permite localizar con precisión los puntos de datos en el mapa.
- Con un *stereoplotter*, que es un plotter fotogramétrico con múltiples proyectores usado para obtener una imagen estereoscópica de la realidad.
- Mediante herramientas de edición del software SIG, digitalizando los datos que se quieren representar con un Mouse sobre la cartografía.

Salida de datos.

La salida de datos hace referencia a la capacidad del SIG de mostrar los datos obtenidos, de forma que sean comprensibles para las personas que trabajan con estos sistemas.

Si bien, hay múltiples medios para presentar la información, los dispositivos de salida que soportan la visualización de dicha información pueden agruparse en dispositivos que presentan visualizaciones efímeras en pantallas de visualización de diversos tipos y modelos, y aquellos que producen imágenes definitivas en materiales base permanentes, como el papel, por medio de dispositivos como la impresora, plotter, etc.

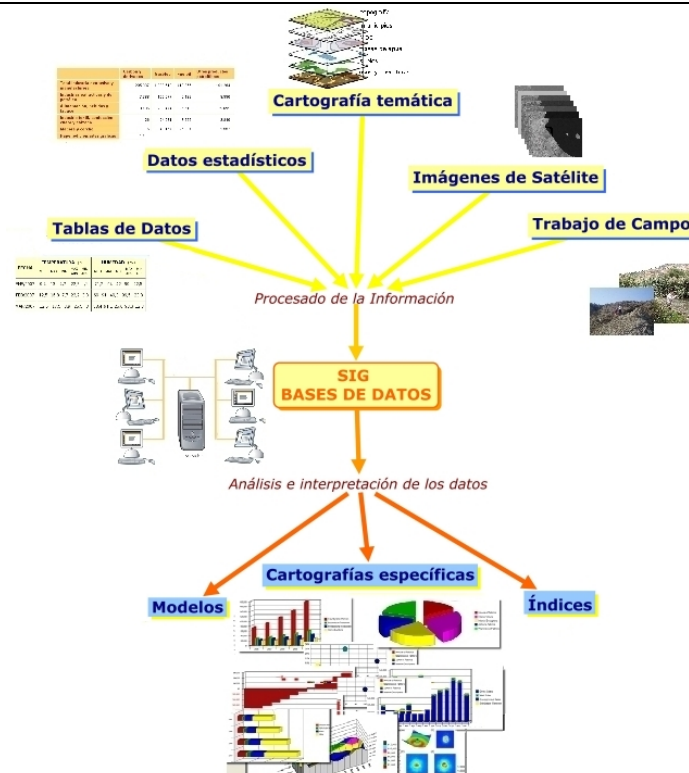


Figura 16. Esquema funcionalidades de un SIG

3.1.2.4 Aplicaciones de los SIG

En la definición funcional de SIG se ha visto un SIG como una herramienta de análisis que permite la integración de diversos contenedores de datos espaciales y la implementación de técnicas de análisis de datos. Efectivamente, cualquier actividad relacionada con el espacio, puede beneficiarse del trabajo con SIG. Entre las aplicaciones más usuales destacan:

- Científicas: Ciencias medioambientales, modelización cartográfica, teledetección, etc.
- Gestión: Cartografía automática, catastro, ordenación territorial y urbana, etc.
- Empresarial: Marketing, localización óptima, planificación de transportes, etc.

Las **tareas** que suelen ser **comunes** a todas estas disciplinas que utilizan SIG para la solución de diversos problemas son:

- ✓ **Organización de datos**: Sustitución de mapas físicos en papel por mapas digitales almacenados en contenedores de datos.
- ✓ **Visualización de datos**: La posibilidad de visualizar fácilmente diversas capas de información, permite mejorar la capacidad de análisis que ofrecen los productos en papel.
- ✓ **Producción de mapas**: Simplifican en general la producción de mapas, siendo bastante simples la inclusión de rejillas de coordenadas, escala gráfica y numérica, leyenda, flecha norte y textos diversos.



- ✓ **Consulta espacial:** Posiblemente la función más importante de los SIG es que facilita al usuario tareas como conocer las propiedades de un determinada área geográfica, o dadas unas propiedades, qué lugares de un determinado territorio las cumplen. La interacción entre usuario y datos es dinámica y permite múltiples funcionalidades como conocer la evolución forestal de determinadas zonas geográficas.
- ✓ **Análisis espacial:** Consiste en el uso de un conjunto de técnicas de análisis a partir de la combinación de las diversas capas de información, con el fin de evidenciar patrones o establecer relaciones entre los datos de las diferentes capas de datos. Es un modo de inferir significado a partir del cruce de datos.
- ✓ **Previsión:** Representa el modelo de análisis avanzado por su importancia para la humanidad. Uno de los propósitos de los SIG es el de verificación de escenarios, modificando los parámetros para evaluar cómo determinados eventos, ocurrirían si las condiciones fuesen diferentes, obteniendo un conocimiento mayor de los objetos o el área de estudio que puede permitir el adelantarse a determinadas situaciones potencialmente perjudiciales para la empresa, población etc.
- ✓ **Creación de modelos:** La capacidad de almacenamiento, recuperación y análisis de datos espaciales convierte a los SIG en plataformas ideales para el desarrollo y aplicación de modelos distribuidos espacialmente, y para la validación de escenarios hipotéticos. Como ejemplo, si se quiere analizar la situación del tráfico aéreo en una Región, en unas determinadas condiciones de afluencia de tráfico, se puede crear un modelo en el que se distribuyan las aeronaves, en el espacio aéreo que gestiona esta Región, según la situación de afluencia de tráfico deseada o incluso crear un hipotético escenario potencialmente conflictivo (por ejemplo, cruces entre aeronaves sin respetar la distancia mínima por turbulencias) sobre el que se podrán inferir soluciones.

3.2 Dispositivo Móvil Profesional (DMP)

3.2.1 Descripción DMP

Un Dispositivo Móvil Profesional (DMP) es simplemente lo que todos como conocemos como una PDA (Asistente Digital Personal). Este es un ordenador consiste en un procesador, una memoria RAM (memoria de acceso aleatorio), una pantalla sensible al tacto y funciones de red integradas en una carcasa compacta extremadamente pequeña.

Uso del PDA

Un PDA es un pequeño ordenador originalmente diseñado como un organizador. Un asistente personal normalmente ofrece las siguientes aplicaciones estándar:

- Una **agenda** para organizar horarios con recordatorios visuales o mecánicos. Las reuniones o los eventos programados se pueden contextualizar para cumplir requisitos profesionales y personales gracias a un sistema de clasificación adaptable (oficina, privado, etc.).
- Un **administrador de tareas** que funciona como un recordatorio de las tareas que deben realizarse. Es posible asignar a cada tarea recordatorios, prioridades o plazos.



- Una **libreta de direcciones** (administrador de contactos) que le brinda información de contacto instantánea (número telefónico, dirección de correo, correo electrónico, etc.).
- Software para **correo electrónico** que permite la recepción y el envío de mensajes.

Los asistentes personales ofrecen versiones "livianas" de herramientas de ofimática como por ejemplo editores de texto, hojas de cálculo, calculadora y visores para una amplia variedad de formatos de archivo (archivos PDF, imágenes, etc.).

Además de estas funciones básicas, cada vez más PDA brindan herramientas multimedia de avanzada que permiten la reproducción de videos (en distintos formatos, que incluyen el formato DivX), música (en formato mp3) y animación Flash.

Los PDA también se utilizan cada vez con más frecuencia como sistemas de georreferencia o bien para el mapeo o navegación de carreteras, al conectarlos a un dispositivo de georreferencia (GPS, Sistema de posicionamiento global). De hecho, es posible obtener un GPS de alto rendimiento a bajo costo que nos ayude a navegar las carreteras mediante el uso de un mapa que muestra en forma continua la ubicación del usuario, la velocidad y la representación visual de la carretera (eventualmente será en 3D) con instrucciones en la pantalla y de una voz sintetizada.

Sistema operativo

Los PDA cuentan en la actualidad con sistemas operativos adaptados a la resolución de su pantalla cuyas características corresponden con las del dispositivo.

Existen diversos tipos de sistemas operativos para los PDA, normalmente diferentes para cada tipo de PDA y para cada fabricante, de la misma manera que existen equipos Mac y PC. Los dos sistemas operativos principales son:

- **Garnet OS** (anteriormente Palm OS), comercializado por Palm Inc.
- **Windows Mobile** (anteriormente Windows CE), comercializado por Microsoft.

Estos dos sistemas tienen prácticamente las mismas características y funciones, pero con métodos diferentes en lo que se refiere al control y a las incompatibilidades entre ambos sistemas.

Se debe tener en cuenta que también existen los sistemas operativos Linux que se desarrollaron específicamente para ambos tipos de equipos.

Características técnicas

Al comprar un PDA, es importante prestar atención a las siguientes características:

- ✓ **Peso y tamaño:** Los PDA están diseñados para poder ser transportados a cualquier lugar, por lo que deben caber en las manos y/o en los bolsillos. Su tamaño y peso deben ser lo más reducidos posible, teniendo en cuenta los requisitos ergonómicos y el tamaño de la pantalla.
- ✓ **Autonomía:** la autonomía de un PDA es una función que depende de las características de sus pilas.



- Ni-Cad (Níquel/Cadmio): un tipo de batería recargable que ya es obsoleta debido a su efecto de memoria, que implica una progresiva reducción de la carga máxima cuando se está recargando antes de quedar completamente "vacía".
- Ni-Mh (Níquel/Hidruro metálico): un tipo de batería recargable de mayor rendimiento que las baterías de níquel cadmio.
- Li-Ion (Litio/Ion): un tipo de batería recargable que se encuentra en la mayoría de los equipos. Las baterías de Litio-Ion brindan un rendimiento excelente a un costo moderado. Estas baterías tampoco sufren los efectos de memoria, lo que implica que pueden recargarse antes de que se encuentren completamente agotadas.
- Li-Polímero (Litio/Polímero): un tipo de batería recargable con rendimiento similar al de las baterías de Li-Ion, pero mucho más livianas debido a que reemplazan el fluido electrolítico y el separador microporoso que poseen estas baterías por un polímero sólido mucho más liviano. Sin embargo, el tiempo de recarga resulta más extenso y su vida útil más corta.

3.2.2 Tipos de DMP

A la hora de comenzar la toma de datos en campo, para un inventario urbano, forestal o cualquier otro trabajo cartográfico, el operador debe de poseer un conjunto dispositivo móvil-software, que sea versátil, intuitivo y cómodo de utilizar.

Con esta premisa, Trimble a lo largo de su trayectoria empresarial ha solucionado estas necesidades al usuario diseñando dispositivos "todo integrado" con antena GNSS, receptor, colector de datos, cámara de fotos, distanciómetro láser, software de campo-oficina, etc.

Por ello, se ha posicionado a la vanguardia de la tecnología GNSS, desarrollando una amplia gama de productos, diferenciados en la precisión y software, con garantía y servicio de soporte.

En función de la precisión requerida, la gama Trimble en colectores para Cartografía y SIG consta de los siguientes:

- GeoExplorer Geo7X (desde 1cm)
- GeoExplorer Geo5 (desde 50 cm)
- Tablet PC Yuma 2 (2-5m)
- Juno 3 (2-5m)
- Nomad G (1-3m)
- Juno 5 (1-3m)



Figura 17. Dispositivos Móviles Profesionales de Trimble

Dada las condiciones con las que pueden trabajar en campo, todos los dispositivos se han diseñado para soportar agua, polvo, temperaturas extremas según los estándares más completos de robustez y seguridad militares.

Las pantallas son táctiles, transreflectivas, resistentes a golpes y diseñadas para trabajar a la luz del Sol.

También es importante a destacar, que las baterías tienen una duración óptima para trabajar una larga jornada de trabajo, en constante registro de datos. Los datos son almacenados en soportes de memoria seguros y en el mismo dispositivo, de forma interna se pueden integrar cámara de fotos, modem 3G, distanciómetro láser, lector de códigos de barras, etc, con una gran interoperabilidad entre ellos y el software.



Figura 18. DMP con distanciómetro láser

La otra parte que aporta Trimble al conjunto es el software. La gama se divide entre el campo (adquisición) y oficina (tratamiento).

Software campo:

- TerraSync™
- GPSCorrect™ extension for Esri ArcPad
- Positions™ software suite for Mobile
- Terraflex™

Software oficina:

- GPS Pathfinder® Office
- GPS Analyst™ extensión para Esri ArcGIS de Escritorio
- Positions™ software suite Desktop
- Terraflex™

Para desarrolladores:

- Trimble Professional Services
- Mobile GIS Developer Community

Atendiendo a la clasificación, se puede observar Trimble es socio colaborador de Esri, desarrollando varias extensiones que permiten la integración con su software.



Figura 19. Software de campo para DMP

Las características a reseñar del software Trimble son:

- Está optimizado para una captura de datos rápida y eficiente en campo.
- El flujo de datos entre el software de campo y SIG de oficina es continuo con un alto grado de compatibilidad (formatos y extensiones).
- Los datos pueden ser fácilmente actualizados ofreciendo una gran fiabilidad y precisión.

3.2.3 Características de los DMP

A continuación se presentan las características y especificaciones técnicas de los dos dispositivos móviles profesionales que disponemos en la escuela ETSIGCT (UPV).

Para ello, se presenta la información de cada DMP obtenida directamente desde la página web de la casa Trimble:

TRIMBLE JUNE SERIE 3

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Grado de protección IP54 robusto para condiciones difíciles en el exterior

Con muchísimas prestaciones, totalmente integrado, económico

Comunicación de voz y datos por telefonía celular 3.75G

Receptor GPS de alta sensibilidad

Cámara digital de 5 megapíxeles con enfoque automático y flash

Batería de larga duración para todo un día de trabajo

Liviano y compacto



CAPTURA DE DATOS CONFIABLE SIEMPRE QUE SE NECESITE

Una y controle los recursos de su equipo distribuido para proporcionar datos geográficos geoetiquetados en los que pueda confiar. Con los modelos de la serie Trimble® Juno®, el equipo de personal móvil dispondrá de un sistema de captura de datos basados en GPS totalmente integrado para el trabajo diario. Si su organización gestiona recursos críticos, responde a emergencias o mantiene al día una empresa de sistema de información geográfica (SIG), podrá aumentar la eficacia tanto en el campo como en la oficina con flujos de trabajo de captura de datos dedicados y dispositivos Trimble Juno.

Protegidos por una caja compacta resistente al polvo, al agua y a los golpes, los Trimble Juno ofrecen un completo y flexible paquete integrado con posicionamiento, toma de imágenes y comunicaciones día tras día.



Solución móvil todo en uno

Este dispositivo de bolsillo combina los beneficios de un dispositivo GPS, una cámara, un PDA y un teléfono celular y ofrece a los equipos de trabajo diversidad de herramientas en un único paquete compacto, lo que significa que hay menos baterías que cargar y menos dispositivos que manejar.

Con la cámara a mano, los equipos pueden documentar exactamente lo que ven en el campo. Los Trimble Juno combinan las fotos con el GPS por lo que las fotos pueden geoetiquetarse inmediatamente para referencia futura. Además, esto mejora

dramáticamente la colaboración entre el personal de campo y el de oficina ya que las fotos pueden enviarse desde el campo para ser revisadas en la oficina.

Para las aplicaciones de posicionamiento estándar, tales como la navegación, el receptor de alta sensibilidad ofrece un rendimiento óptimo que permite obtener una posición rápidamente en las condiciones más difíciles. La precisión de posición de 2 a 5 metros en tiempo real siempre estará disponible en las regiones con cobertura SBAS. Y podrá mejorarse aún más hasta valores de 1 a 3 metros con un simple posprocesamiento para cumplir con la normativa vigente.



Diseñados para flujos de trabajo SIG y equipos distribuidos

La integridad de los datos y la estandarización son críticas en los entornos SIG para poder mantener un flujo de trabajo totalmente eficaz. El registro de datos geoetiquetados profesional requiere de aplicaciones dedicadas de software de campo. Los modelos de la serie Trimble Juno han sido optimizados para usar software Trimble TerraSync™ y otras aplicaciones de software estándares de la industria, por lo que se puede tener la certeza de que los datos recibidos en la oficina son exactamente los que necesita y que va a poder integrarlos con facilidad en su empresa SIG y actualizarla rápidamente.



Figura 20. Hoja de datos Trimble Juno Serie 3



Trabajo Final de Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

MODELOS

	Trimble Juno 3B	Trimble Juno 3D
Datos y voz celular	No	Sí
Cámara integrada	5 MP	5 MP con Flash
Microsoft Office Mobile	No	Sí

FUNCIONES ESTÁNDARES

Sistema

- Integrado con comunicación de voz y datos SMS celular 3.75G (sólo el modelo Juno 3D)
- Cámara digital de 5 megapíxeles con geotiquetado; el Juno 3D tiene además un flash LED
- Tecnología inalámbrica Bluetooth® v2.0
- LAN inalámbrica: 802.11b/g + WAPI
- Pantalla táctil de 3,5 pulgadas QVGA en color legible a la luz solar
- Batería Li-Ión de larga duración, recargable y extraíble
- Procesador de 800 MHz
- 256 MB de RAM
- 2 GB de memoria Flash
- 1 ranura de tarjeta de memoria microSD (compatible con microSDHC)
- Altavoz y micrófono integrados
- Windows® Embedded Handheld 6.5 Professional en español, chino (simplificado), inglés, francés, alemán, italiano, japonés, coreano, portugués (de Brasil) y ruso.

GPS

- Receptor y antena GPS/SBAS¹ de alta sensibilidad

Software estándar

- Adobe Reader
- Sólo el Juno 3D: Microsoft® Office Mobile®, incluye Excel Mobile, Word Mobile, Internet Explorer Mobile, Outlook Mobile, y PowerPoint Mobile

Accesorios estándares

- Cable de datos USB
- Cordón de sujeción de la muñeca
- Suministro de alimentación AC internacional
- Stylus con cordón
- Batería de Li-Ión recargable

CARACTERÍSTICAS OPCIONALES

Software opcional

- Software Trimble TerraSync™
- Extensión Trimble GPSCorrect™ para software Esri ArcPad
- Software Trimble GPS Pathfinder® Office
- Extensión Trimble GPS Analyst™ para software Esri ArcGIS Desktop
- Software Trimble GPS Controller
- Aplicaciones NMEA de otros fabricantes, (incluidas las basadas en el kit de herramientas de campo Trimble GPS Pathfinder Field Toolkit)
- Sistema Trimble TrimPix™ Pro
- Sistema² Trimble Municipal Reporter™

Accesorios opcionales

- Cable adaptador de alimentación de vehículo
- Cargador de batería externa
- Protectores de pantalla Clear (paquete de dos)
- Telómetro de rayos láser Trimble LaserAce™ 1000
- Maleta con clip para cinturón
- Batería Li-Ión de repuesto
- Suministro de alimentación AC de repuesto
- Antena Patch GPS externa
- SopORTE para jalón
- Protectores de pantalla antirreflejo (paquete de dos)
- SopORTE para vehículo
- Stylus de repuesto (paquete de dos)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Especificaciones físicas

- Tamaño 138 mm x 79 mm x 31 mm
- Peso 0,31 kg con batería
- Procesador Procesador Samsung de 800 MHz
- Memoria 256 MB de RAM y 2 GB de memoria integrada
- Batería Ión-litio de 3060 mAh, recargable en la unidad
- Alimentación³
 - Baja (sin GPS y con la retroiluminación encendida) 14 horas
 - Normal (con GPS y con la retroiluminación encendida) 10 horas

Especificaciones medioambientales

- Temperatura
 - De funcionamiento -20 °C a +60 °C (-4 °F a 140 °F)
 - Almacenamiento -40 °C a +70 °C (-40 °F a 158 °F)
- Limite de humedad 95% de humedad relativa, sin condensación
- Caida 1,2 m de altura sobre superficies de madera contrachapada en hormigón
 - 2 caídas por 6 lados a temperatura ambiente de 23 °C (73 °F)
- Volcado 100 ciclos (200 caídas) x 50 cm, 10 ciclos/minuto
- Caja IP54

Entrada/Salida

- Expansión Ranura de tarjeta microSD (compatible con microSDHC)
- Pantalla Pantalla resistiva de 8,9 cm (3,5 pulgadas) QVGA (240 x 320 píxeles), legible a la luz solar, con retroiluminación LED
- Audio Micrófono y altavoz integrados, funciones de reproducción y grabación
- I/O Cumple con USB cliente v2.0
- Radios Bluetooth v2.0⁵ Wi-Fi 802.11b/g
- Telefonía celular 3.75G HSPA+ (datos y voz, sólo el modelo Juno 3D)⁶
- Cámara digital Cámara en color de 5 megapíxeles con enfoque automático
 - Formato de fotos JPEG, formato de video WMV, flash (sólo el modelo Juno 3D)

GPS

- Canales 12 (sólo código L1)
- Tiempo real integrado SBAS⁷
- Velocidad de actualización 1 Hz
- Tiempo al primer fijo 30 segundos (típico)
- Protocolos SiRF, NMEA-0183

Precisión (HRMS)⁷ tras la corrección diferencial (HRMS)

- Con posprocesamiento de código⁸ 1-3 m
- En tiempo real (SBAS)⁷ 2-5 m

¹ SBAS (Sistema de Ampliación Basado en Satélites). Incluye WAAS (Sistema de Ampliación de Área Extendida) disponible en América del Norte solamente, EGNOS (Servicio Superpuesto de Navegación Geoespacial Europeo) disponible sólo en Europa, y MSAS (Sistemas de Ampliación Basados en Satélites MTSAT) sólo disponibles en Japón.
² Para los flujos de trabajo del sistema Municipal Reporter, se necesita tener acceso a internet.
³ El uso de tecnología inalámbrica, tipo Bluetooth o LAN inalámbrica, consumirá alimentación de batería adicional.
⁴ Con un brillo de retroiluminación del 70%.
⁵ Las autorizaciones para los tipos de instrumentos con tecnología Bluetooth y LAN inalámbrica son específicas a cada país. Los modelos de la serie Trimble Juno tienen autorización en los Estados Unidos y en la Unión Europea. Para otros países contacte a su distribuidor local.
⁶ Tri-Band UIMTS/HSDPA, Quad-Band GSM/GPRS/EDGE. El modelo Trimble Juno 3D tiene homologación PTCRB y puede operarse en cualquiera de estas redes que no requieren certificación de portadora. Contacte a su distribuidor local para obtener más información al respecto.
⁷ Precisión horizontal con error cuadrático medio. Requiere el registro de datos con soporte horizontal, un mínimo de 4 satélites, una máscara PDOP de 99, una máscara SNR de 12 dBHz, una máscara de elevación de 5 grados, y condiciones de trayectoria múltiple razonables. Las condiciones ionosféricas, las señales con trayectoria múltiple o la obstrucción del cielo por edificios o zonas con excesiva cobertura vegetal pueden degradar la precisión al interferir con la recepción de las señales. La precisión en tiempo real y con posprocesamiento varía en +1 ppm con la proximidad a la estación base.
⁸ Requiere tecnología Trimble DeltaPhase™, como la soportada en el software Trimble GPS Pathfinder Office versión 4.20 o posterior, o en la extensión GPS Analyst para el software Esri ArcGIS para Desktop, versión 2.20 o posterior.

Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.



© 2012, Trimble Navigation Limited. Reservados todos los derechos. Trimble, el logo del Globo terráqueo y el Triángulo, GPS Pathfinder y Juno son marcas comerciales de Trimble Navigation Limited, registradas en los Estados Unidos y en otros países. DeltaPhase, GPS Analyst, GPSCorrect, LaserAce, Municipal Reporter, TerraSync y TrimPix son marcas comerciales de Trimble Navigation Limited. Microsoft, Mobile y Windows son marcas registradas o marcas comerciales de Microsoft Corporation en los Estados Unidos y/o en otros países. La marca con la palabra Bluetooth y los logos son propiedad de Bluetooth SIG, Inc. y todo uso de dichas marcas por parte de Trimble Navigation Limited es bajo licencia. Todas las marcas son propiedad de sus respectivos titulares. NP 022501-279-ESP (02/12)

Figura 21. Características Trimble Juno Serie 3

TRIMBLE GEO EXPLORER SERIE 5

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Permite trabajar de forma ininterrumpida con aplicaciones de software de Trimble y flujos de trabajo SIG

Captura de datos GNSS e inventario eficientes

Toma fotografías de alta calidad y las vincula directamente a las características

Conexión internet de alta velocidad en el campo



TODO LO QUE NECESITA PARA REGISTRAR DATOS EFICIENTEMENTE

Como tiene todas las prestaciones necesarias, confíe en el colector de mano Trimble® Geo 5T y en el software de Trimble para conseguir una solución de captura de datos SIG eficaz en la que pueda confiar.

Empiece a trabajar cada día con un dispositivo de campo confiable que puede prácticamente con todo. Capture fácilmente datos submétricos con flujos de trabajo de software sencillos y correcciones VRS opcionales. Esto es perfecto para los proyectos de inventario y registro de datos.

Todas las prestaciones esenciales en un solo colector

Al tener integradas todas las herramientas necesarias tales como la cámara, el módem y GLONASS, podrá concentrarse en su trabajo mucho mejor. El colector Geo 5T le proporciona justo lo que necesita para completar eficientemente el trabajo encomendado.



Documente exactamente lo que ve en el campo y envíelo de inmediato para que lo revisen en la oficina, ahorrándose de esta manera tiempo de desplazamiento y mejorando la colaboración entre el personal campo y el de oficina.

Mejores datos con más rapidez

Robusto, fácil de usar y diseñado para la captura y mantenimiento de datos de precisión submétrica, el Geo 5T es compatible con las aplicaciones de software de Trimble para la captura de datos profesional Trimble TerraSync™, GPS Pathfinder® Office, y Trimble Positions™. Use flujos de trabajo de software que le garanticen una actualización fácil de su sistema de información geográfica (SIG). No necesita ser un experto en SIG para registrar datos de calidad.



Como las decisiones comerciales son tan buenas como la información en que se basan, necesita contar con aplicaciones de software personalizadas para la captura y mantenimiento de datos. Con estas conseguirá datos de calidad profesional y mejorará los procesos del trabajo de campo geoespacial.

Aumente la eficiencia de sus operaciones con el colector de mano Trimble Geo 5T— justo lo que necesita para hacer su trabajo.



Figura 22. Hoja de Datos Trimble GeoExplorer Serie 5



Trabajo Final de Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

<p>GNSS</p> <p>Receptor 45 canales</p> <p>Sistemas GPS, GLONASS (opción), WAAS/EGNOS/MSAS</p> <p>Velocidad de actualización 1 Hz</p> <p>Tiempo al primer fijo 45 s (típico)</p> <p>Soporte NMEA-0183 Sí</p> <p>Soporte RTCM RTCM2.x/RTCM3</p> <p>Soporte CMR CMR/CMR+</p> <p>Soporte L1CA L1CA</p> <p>GLONASS L1GA, L1P</p> <p>PRECISIÓN GNSS¹</p> <p>Tiempo real (RMS horizontal)</p> <p>Horizontal submétrica</p> <p>DGNSS en tiempo real (RMS horizontal)</p> <p>Código submétrica</p> <p>SBAS² (WAAS/EGNOS/MSAS) típicamente < 1 m</p> <p>DGNSS con posprocesamiento (RMS horizontal)</p> <p>Código submétrica</p> <p>Portadora (después de 45 minutos) submétrica + 1.0 ppm</p> <p>TEMPERATURA</p> <p>Funcionamiento -20 °C a +60 °C (-4 °F a +140 °F)</p> <p>Almacenamiento -25 °C a +70 °C (-13 °F a +158 °F)</p> <p>RESISTENCIA MECÁNICA</p> <p>Caida 1,2 m de altura sobre superficies de madera contrachapada en homigón</p> <p>Vibración MIL-STD 810, Método 514.5</p> <p>HUMEDAD</p> <p>Humedad relativa 10-90% sin condensación</p> <p>PROTECCIÓN CONTRA LA ENTRADA DE PARTÍCULAS</p> <p>Agua/Polvo IP54</p> <p>TAMAÑO Y PESO</p> <p>Alto 190 mm</p> <p>Ancho 90 mm</p> <p>Profundidad 43 mm</p> <p>Peso (con batería) 0,64 kg</p> <p>BATERÍA</p> <p>Tipo Li-Ión recargable y extraíble</p> <p>Capacidad 3,6 V 6,6 AH</p> <p>Tiempo de carga 3 horas (típico)</p> <p>Típico³ > 8 horas (con GNSS)</p> <p>CONNECTORS & INPUTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altavoz y micrófono interno • Conector SIM • Conector para la cuna de comunicaciones • Conector de tarjeta SDHC • Conector DE-9 en serie mediante cuna de comunicaciones o cable USB a serie opcional <p>CÁMARA</p> <p>Modo Congelado Enfoque automático 3 MP</p> <p>Formato de imagen congelada JPG</p> <p>Modo Vídeo Hasta resolución VGA</p> <p>Formato de archivo de vídeo WMV con audio</p>	<p>CONEXIÓN CELULAR⁴ E INALÁMBRICA⁵</p> <p>GPRS/EDGE clase 12, 2,5G 850/900/1800/1900 MHz</p> <p>Bluetooth Versión 2.1 + EDR</p> <p>PANTALLA</p> <p>Tipo TFT color con LEDs de retroiluminación</p> <p>Tamaño 3,5" (diagonal)</p> <p>Resolución 240x320</p> <p>SISTEMA</p> <p>Sistema operativo Windows Mobile® 6.5 Embedded Handheld</p> <p>Procesador Marvell® PXA 320</p> <p>SDRAM 256 MB</p> <p>Flash 1 GB</p> <p>Memoria externa SD/SDHC hasta 32 GB</p> <p>IDIOMAS</p> <p>Inglés, español, francés, alemán, griego, italiano, portugués (Portugal), chino (simplificado), coreano, japonés y ruso</p> <p>CONTENIDO DE LA CAJA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colector de mano Trimble Geo 5T • Paquete de baterías recargables • Cuna de comunicaciones • Cable de datos USB • Adaptador de alimentación AC • Documentación <p>ACCESORIOS OPCIONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antena GNSS externa Trimble Tempest™ • Suministro de alimentación del vehículo • Cable de antena externa de 5 m • Kit de jalón para la antena externa • Kit de mochila para la antena externa • Soporte para vehículo • Maleta rígida • Bolsa • Cable adaptador serie <p>COMPATIBILIDAD DEL SOFTWARE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Software Trimble TerraSync • Software Trimble GPS Pathfinder® Office • Suite de software Trimble Positions™ • Software Trimble GPS Controller • Software Trimble GNSS Connector • Aplicaciones personalizadas compiladas con un kit de desarrollo de software Mobile GIS Developer Community (SDK) • Aplicaciones NMEA de otros fabricantes <p><small>1 La precisión y confiabilidad pueden estar sujetas a anomalías tales como errores por trayectoria múltiple, obstáculos, geometría satelital y condiciones atmosféricas. Siga siempre los métodos de captura de datos GNSS recomendados. La precisión con posprocesamiento de portadora se limita a los datos capturados a no más de 10 km de la estación base usada para corrección.</small></p> <p><small>2 SBAS (Sistema de Ampliación Basado en Satélites). Incluye WAAS (Sistema de Ampliación de Área Extendida) disponible en América del Norte solamente, EGNOS (Servicio Superpunto de Navegación Geostacionario Europeo) disponible sólo en Europa, y MSAS (Sistemas de Ampliación Basados en Satélites MTSAT) sólo disponibles en Japón.</small></p> <p><small>3 El tiempo de ejecución real varía según las condiciones y entorno de uso.</small></p> <p><small>4 El colector Trimble Geo 5T tiene homologación FCCRB y puede funcionar en redes soportadas que no requieran certificación de portadora. Para más información, consulte a su distribuidor local.</small></p> <p><small>5 Las autorizaciones para los tipos de instrumentos con tecnología Bluetooth son específicas a cada país. Los modelos Trimble Geo 5T tienen autorización Bluetooth en los Estados Unidos y en la mayoría de los países europeos. Para más información, consulte a su distribuidor local.</small></p> <p><small>Los colectores de mano Trimble GeoExplorerSerie 5 están disponibles en la mayoría de las regiones pero no estarán disponibles inicialmente en América del Norte ni en China. Para más información, contacte a su distribuidor local de Trimble.</small></p> <p><small>Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.</small></p>
---	--

Figura 23. Características Trimble GeoExplorer Serie 5

3.2.4 Elección del DMP

A la hora de elegir entre ambos dispositivos, se ha tenido en cuenta las especificaciones técnicas de cada uno. Como parte de la toma de datos en campo es realizar un levantamiento de la parcela, necesitamos un mínimo de precisión que nos asegure unas coordenadas de los vértices de la parcela bastante próximas a las reales. De esta manera nos aseguramos una buena representación espacial de la parcela, así como una correcta o aproximada medición superficial de esta.

Como la toma de datos se realizará en tiempo real, vemos que las precisiones de ambos DMP son las siguientes:

- Juno serie 3: de 2 a 5 metros.
- Geo Explorer serie 5: precisión submétrica (< 1 metro).

Por tanto, y por cumplir las exigencias en precisión que requiere nuestro trabajo, se ha tomado la decisión de utilizar el TRIMBLE GEO EXPLORER SERIE 5.

3.3 Software ArcPad

3.3.1 Descripción ArcPad

ArcPad es una aplicación SIG para dispositivos móviles que aprovecha los cambios y avances tecnológicos de dispositivos externos como GPS, telémetros y cámaras para proporcionar al trabajador en campo las herramientas más eficaces para la captura de datos y la edición, actualización y consulta de información SIG en campo.

Con ArcPad:

- La toma de datos en campo es eficiente.
- Mejora notablemente con la posibilidad de validar los datos y disponer de ellos inmediatamente.
- Es posible sincronizar la edición de los datos con una geodatabase corporativa a través de ArcGIS Server.
- Se consigue una base de datos SIG más precisa, completa, consistente y actualizada, lo que conduce a obtener resultados más precisos en los análisis de los datos y una mejora en la toma de decisiones.

ArcPad está integrado dentro de la solución corporativa ArcGIS y está orientado a proyectos de captura de datos y recogida de información geográfica mediante posicionamiento GPS en campo, posibilitando la comparación de datos espaciales y alfanuméricos almacenados en una base de datos con las características reales del terreno.



Figura 24. Logo ArcPAD

¿Dónde encaja esta arquitectura?

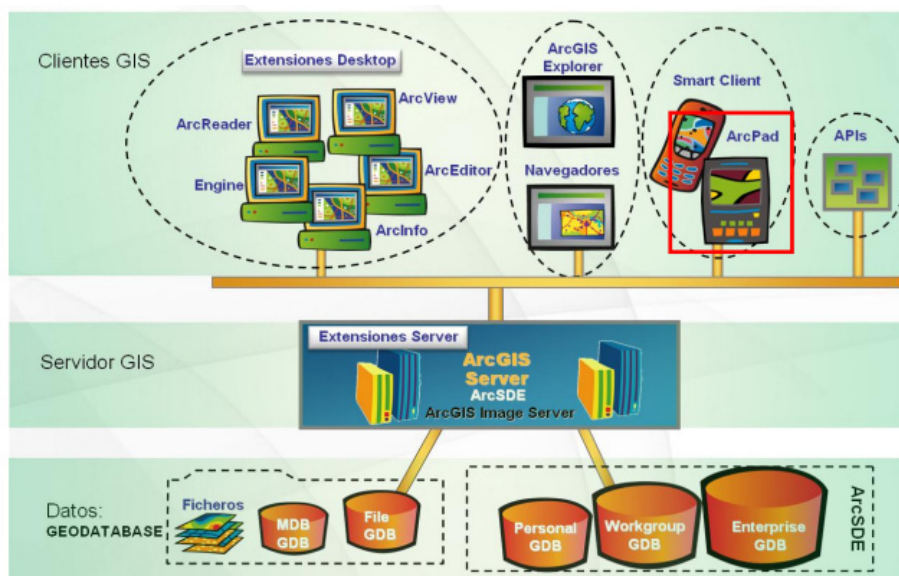


Figura 25. Arquitectura SIG

Las principales características que definen a ArcPad son:

- Interfaz amigable
- Toma de datos
- Hardware externo
- Acceso a los servicios de mapa de ArcGis Online y Bing Maps
- Cálculo de rutas
- Hojas de estilo y simbología
- Integración con otros productos ArcGis
- Personalización de la aplicación con ArcPad Studio
- Creación de mapas en campo
- Inventario de activos
- Mantenimiento de activos
- Inspecciones

Descripción Técnica de ArcPad

ArcPad es una solución SIG móvil para la toma de datos en campo que funciona sobre dispositivos móviles, Tablet PCs y ordenadores de sobremesa con Windows Mobile 5.0 o posterior, Windows Vista, Windows XP o Windows 7.

ArcPad proporciona a los trabajadores en campo la capacidad de capturar, editar, analizar y visualizar los datos geográficos con gran precisión gracias al uso de GPS, telémetros y cámaras digitales; elimina la necesidad de uso de costosos y obsoletos mapas en papel. La integración directa de ArcPad con ArcGIS Desktop y ArcGIS Server permite que la información tomada en campo que pueda resultar crítica para la empresa pueda ser compartida con toda la organización de forma rápida y eficiente, aumentando notablemente la productividad de la empresa.

3.3.2 Creación aplicación inventariado (ArcPad Studio)

Mediante el módulo ArcPad Studio se ha podido diseñar una aplicación para el inventariado del parcelario rústico de la Comunidad Valenciana. Esta aplicación podrá ser utilizada mediante una DMP que disponga del software ArcPad.

Antes de entrar de lleno en la información referente a la programación de la aplicación, pasamos a comentar las tareas realizadas previamente.

3.3.2.1 Tareas previas

Adquisición de la Información

Para automatizar lo mejor posible la información inventariada en campo, se ha planificado una estructura de datos que el usuario tiene que tomar una vez realizado el levantamiento de la parcela. Para ello, se ha estructurado la información en los siguientes cuatro bloques:

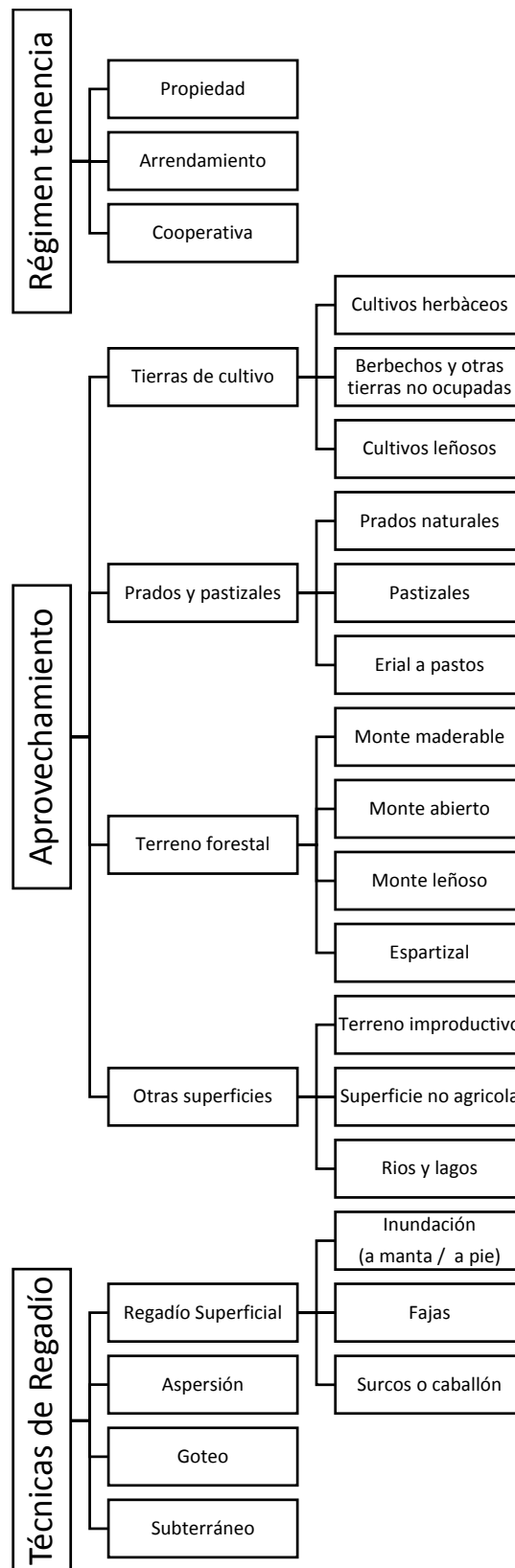
- ✓ Información General 1:
 - ID parcela (*Contador automático*)
 - Fecha (*Selector en calendario*)
 - Referencia Catastral (*Requiere 20 dígitos*)
 - Ubicación (*Provincia y Municipio*)
- ✓ Información General 2:
 - Régimen de Tenencia
 - Aprovechamiento
 - Técnica de Regadío
- ✓ Producto:
 - Cultivo
 - Clase
 - Variedad
 - Tipo
- ✓ Geometría Parcela:
 - Área
 - Perímetro

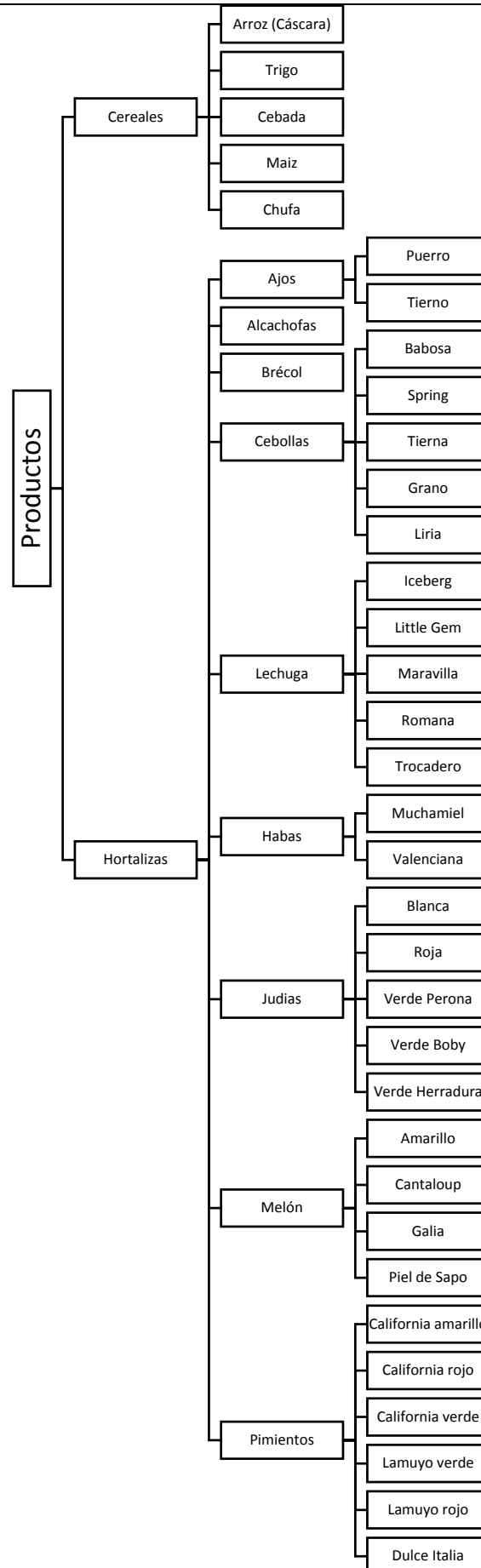
Para los bloques de “Información General 2” y “Producto” se ha extraído toda la información de las “Estadísticas Agrarias” y del “Informe del Sector Agrari Valencià”, realizado por la Generalitat Valenciana, y publicado a disposición del ciudadano en su web: <http://www.agricultura.gva.es/>

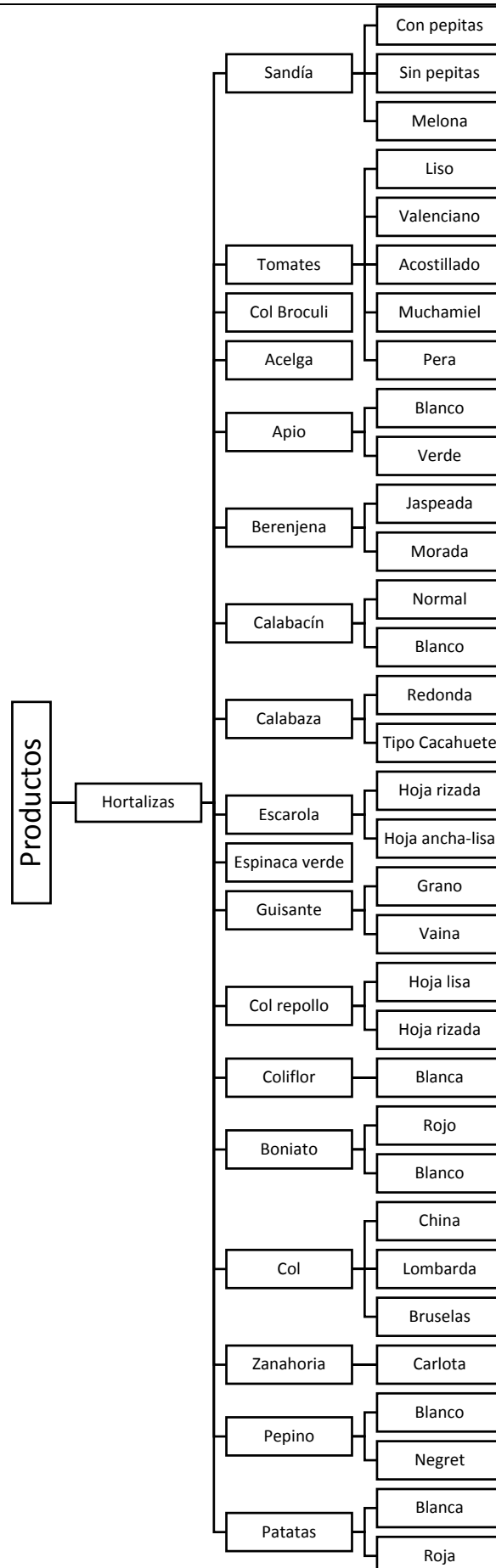


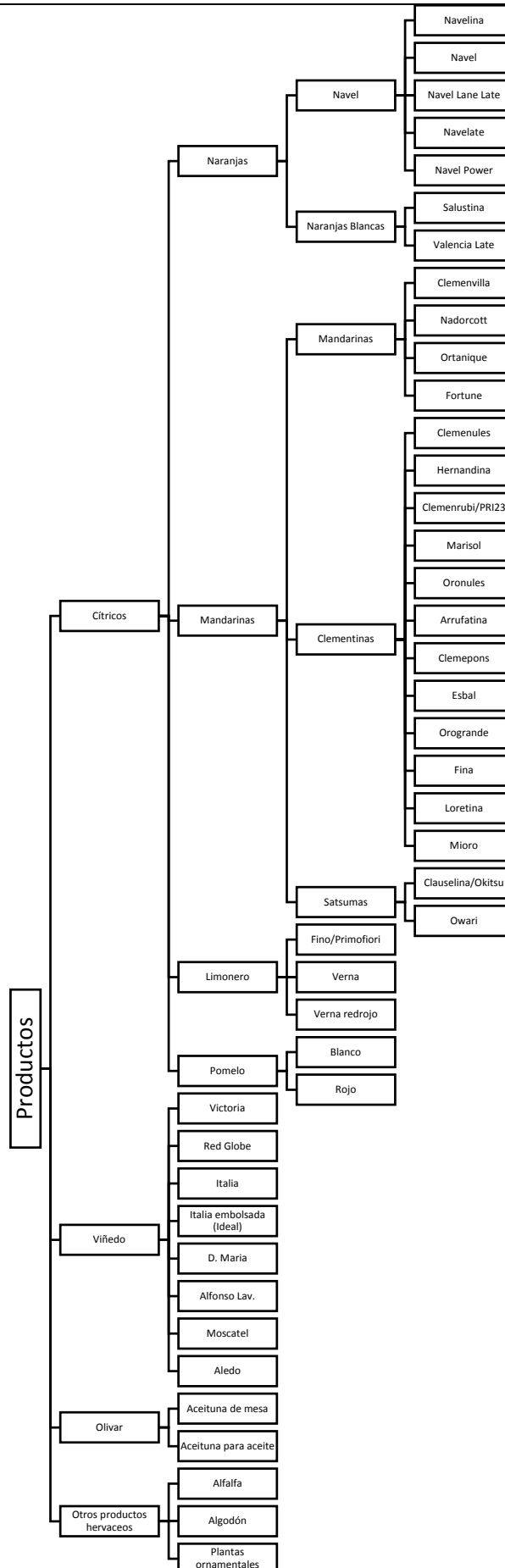
Figura 26. Logo Generalitat Valenciana

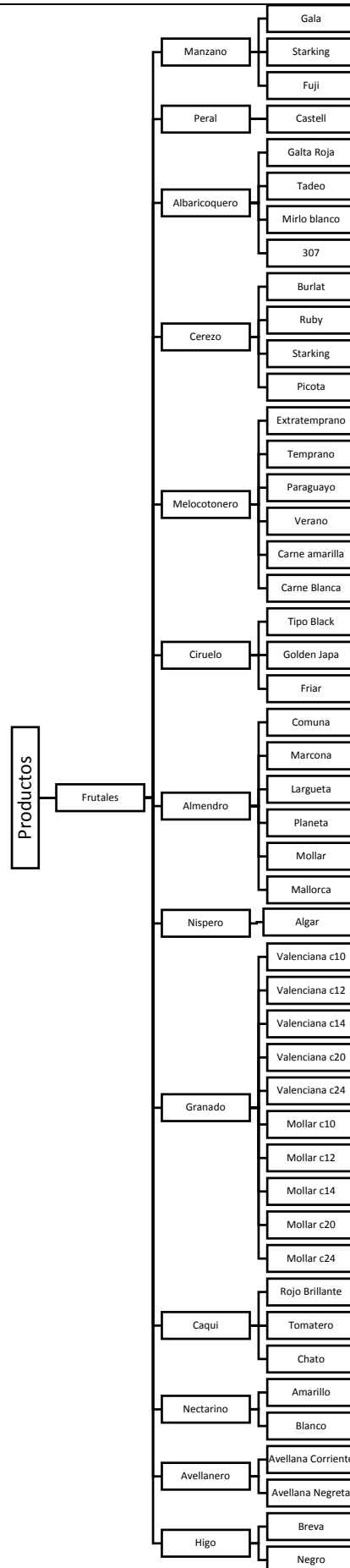
Con ello se ha podido obtener las siguientes clasificaciones:













Preparación de la Información

Una vez obtenida y clasificada toda la información, para que dicha información pueda visualizarse en los “ComboBox” (desplegables) de los formularios que se van a programar para el inventariado, se necesita tener dicha información en tablas en formato DBF. Para ello, con ArcCatalog, se han creado las siguientes tablas, con los nombres de los atributos codificados, facilitando así la programación:

Tabla “datos_generales.dbf”

A0	A1	A2	A3	R0	P0	P1	P2
Cultivos heveacos	Prados naturales	Monte maderable	Terreno improductivo	Inundación	Ademuz	Adsubia	Aín
Berbechos y otras tierras no ocupadas	Pastizales	Monte abierto	Superficie no agrícola	Fajas	Ador	Agost	Albocàsser
Cultivos leñosos	Erial a pastos	Monte leñoso	Rios y lagos	Surcos o caballón	Agullent	Agres	Alcalà de Xivert
		Espartizal			Aielo de Malferit	Aigües	Alcora, l'
					Aielo de Rugat	Albatera	Alcudia de Veo
					Alaquàs	Alcalalí	Alfondeguilla
					Albaida	Alcocer de Planes	Algimia de Almonacid
					Albal	Alcoleja	Almazora/Almassora
					Albalat de la Ribera	Alcoy/Alcoi	Almedijar
					Albalat dels Sorells	Alfafara	Almenara
					Albalat dels Tarongers	Alfàs del Pi, l'	Alquerías del Niño Perdido
					Alberic	Algorfa	Altura
				

Tabla 2. Contenido archivo datos_generales.dbf

Tabla “clase.dbf”

A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Arroz	Ajos	Naranjas	Victoria	Aceituna de Mesa	Alfafa	Manzano
Trigo	Alcachofas	Mandarinas	Red Globe	Aceituna para Aceite	Algodón	Peral
Cebada	Brécol	Limonero	Italia		Plantas Ornamentales	Albaricoquero
Maíz	Cebollas	Pomelo	D. Maria			Cerezo
Chufa	Lechuga		Alfonso Lav.			Melocotonero
	Habas		Moscatel			Ciruelo
	Judias		Aledo			Almendro
	Melón					Níspero
	Pimientos					Granado
	Sandía					Caqui
	Tomates					Nectarino
	Col Brocoli					Avellanero
	Acelga					Higo
	Apio					
	Berenjena					
	Calabacín					
	Calabaza					
	Escarola					
	Espinaca Verde					
	Guisante					
	Col Repollo					
	Coliflor					
	Boniato					
	Col					
	Zanahoria					
	Pepino					
	Patatas					

Tabla 3. Contenido archivo clase.dbf



Tabla "variedad.dbf"

A10	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A110	A113	A114	A115	A116
Puero	Babosa	Iceberg	Muchamiel	Blanca	Amarillo	California Amarillo	Con Pepitas	Liso	Blanco	Jaspeada	Normal	Redonda
Tierno	Spring	Little Gem	Valenciana	Roja	Cantaloup	California Rojo	Sin Pepitas	Valenciano	Verde	Morada	Blanco	Tipo Cacahuete
	Tierna	Maravilla		Verde Perona	Galia	California Verde	Melona	Acostillado				
	Grano	Romana		Verde Bobby	Piel de Sapo	Lamuyo Verde		Muchamiel				
	Uña	Trocadero		Verde Herradura		Lamuyo Rojo		Pera				
						Dulce Italia						
A117	A119	A120	A121	A122	A123	A124	A125	A126	A20	A21	A22	A23
Hoja Rizada	Grano	Hoja Lisa	Blanca	Rojo	China	Carlota	Blanco	Blanca	Navel	Mandarina	Fino/Primofiori	Blanco
Hoja Ancha-Lisa	Vaina	Hoja Rizada		Blanco	Lombarda		Negret	Roja	Naranja Blanca	Clementina	Verna	Rojo
					Bruselas					Satsuma	Verna Redrojo	

Tabla 4. Contenido archivo variedad.dbf

Tabla "tipo.dbf"

A200	A201	A210	A211	A212
Navelina	Salustina	Clemenvilla	Clemenules	Clauselina/Okitsu
Navel	Valencia Late	Nadorcott	Hernandina	Owari
Navel Lane Late		Ortanique	Clemenrubi/PRI23	
Navel Power		Fortune	Marisol	
			Oronules	
			Arrufatina	
			Clemepons	
			Esbal	
			Orogrande	
			Fina	
			Loretina	
			Miro	

Tabla 5. Contenido archivo tipo.dbf

Creación Archivo Vectorial

Por último, también con ArcCatalog, se ha creado el archivo vectorial de polígonos denominado "inventariado.shp" y con sistema de referencia GCS_WGS_1984. En este archivo se han añadido una serie de campos (atributos), donde se almacenará cada dato inventariado.

Field Name	Data Type
FID	Object ID
Shape	Geometry
ID	Long Integer
FECHA	Date
REF_CATAST	Text
PROVINCIA	Text
MUNICIPIO	Text
TENENCIA	Text
APROVECHA	Text
TIPO_APROV	Text
REGADIO	Text
SIST_REGAD	Text
CULTIVO	Text
CLASE	Text
VARIEDAD	Text
TIPO	Text
AREA	Double
PERIMETRO	Double

Tabla 6. Atributos archivo vectorial de polígono "inventariado.shp"

3.3.2.2 Desarrollo de la aplicación

Programación de Formulario

Mediante el empleo del módulo ArcPad Studio, hemos creado el formulario que se activará una vez se realice el levantamiento de la parcela, con el que esta se podrá inventariar.

Para ello, se ha creado el **Fichero de Definición de Capa (extensión .apl)** denominado "inventariado.apl", junto con un script programado en Visual Basic para rellenar cada desplegable con la información correcta extraída de las tablas DBF.

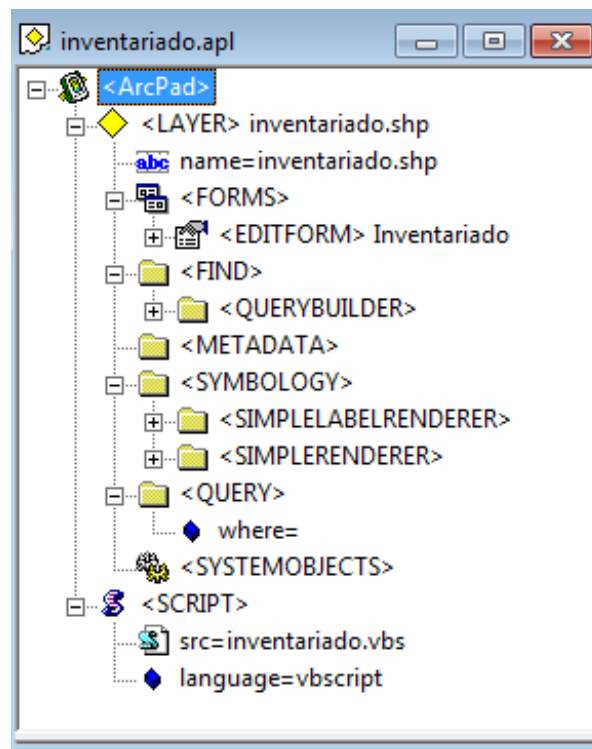


Figura 27. Estructura archivo APL

El archivo .apl y el .vbs deberán ir siempre junto con su correspondiente capa y tener el mismo nombre, de esta forma tendremos la personalización deseada de dicha capa, con su correspondiente formulario de introducción de datos, cada vez que sea cargada en ArcPad.

Como podemos ver en la estructura, de la capa Layer (inventariado.shp) cuelga tanto el formulario como el script.

Por una parte, mediante la interfaz de ArcPad Studio diseñamos el formulario:

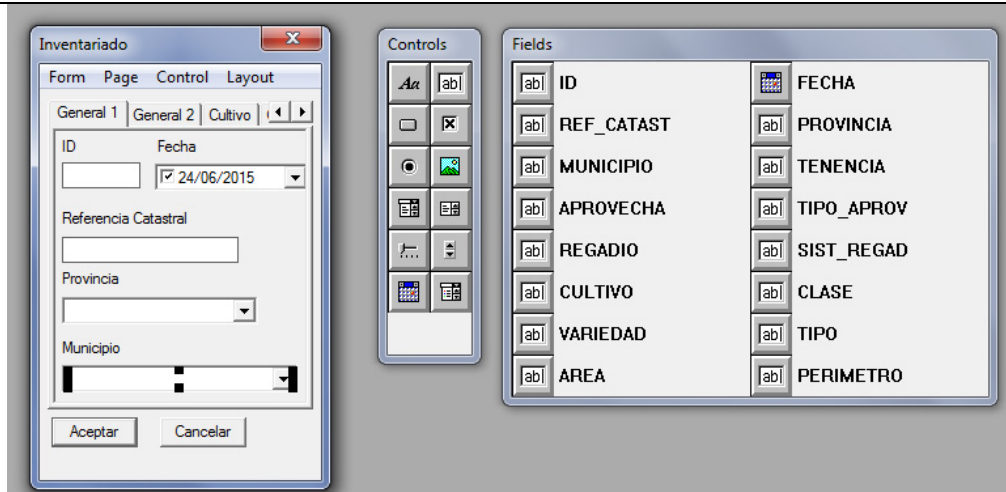


Figura 28. Diseño de formulario con ArcPad Studio

Y por otra parte, escribimos el script que contiene las funciones concretas para rellenar los *combobox* y realizar algunas operaciones como restricciones, valores por defecto, etc.

```

inventariado.vbs
22
23
24 *****SCRIPT CALCULAR AREA*****
25 Sub calcular_area
26 Dim objSelLayer, objRS, objSH, area , valor_area , id , fila , columna
27 'Obtenemos la capa
28 Set objSelLayer = Application.Map.Layers("inventariado")
29 'Obtenemos los registros
30 Set objRS = objSelLayer.Records
31 'Obtenemos el identificador del poligono
32 Set id = Layer.Forms("EDITFORM").Pages("general1").Controls("cas_id")
33 'obtenemos la fila en la que esta registrado el poligono
34 fila = id.Value
35 objRS.Bookmark = fila
36 'obtenemos la area
37 Set objSH = objRS.Fields.Shape
38 area = objSH.Area
39 'Asignamos el valor al campo de area
40 Set valor_area=Layer.Forms("EDITFORM").Pages("geometria").Controls("text_area")
41 valor_area.value=area
42 End Sub
43
44 *****SCRIPT COMPROBACION REFERENCIA CATASTRAL*****
45 Sub script_ref_catastral
46 Dim ref_catastral , tamany
47 Set ref_catastral = Layer.Forms("EDITFORM").Pages("general1").Controls("cas_ref_catast")
48 tamany=Len(ref_catastral)
49 If tamany<20 Then
50 MsgBox("La referencia catastral introducida no es correcta. Compruebe que tenga 20 dígito")
51 ref_catastral.Text = ""
52 End If
53 End Sub
54
55 *****SCRIPT DESPLEGALE MUNICIPIOS*****
56 Sub script_municipio
57 Dim provincia , municipio , pos_prov , tabla , CarpetaShp
58 Set provincia = Layer.Forms("EDITFORM").Pages("general1").Controls("des_prov")
59 pos_prov = provincia.ListIndex
60 tabla ="p" & pos_prov
61 Set municipio = Layer.Forms("EDITFORM").Pages("general1").Controls("des_muni")
62 CarpetaShp = Left(Map.Layers("inventariado").FilePath, InStrRev(Map.Layers("inventariado").Fi
63 municipio.Clear
64 Call municipio.AddItemFromTable(CarpetaShp+"datos_generales.dbf", tabla, tabla)
65 Layer.Forms("EDITFORM").Pages("general1").Controls("tab_muni").Enabled=True
66 municipio.Enabled=True
67 End Sub

```

Figura 29. Script en VBA en fichero de definición de capa (APL)

Finalmente, obtenemos el formulario con los cuatro bloques anteriormente comentados:

Figura 30. Páginas del formulario de inventariado

Algunas cuestiones que requieren comentario son:

- Todos los campos se han especificado como obligatorios.
- El campo ID (no editable) incrementa el valor en 1 automáticamente.
- En el campo de la referencia catastral, no se puede introducir más de 20 dígitos, y por el contrario, si se introducen menos de 20 dígitos, aparece un mensaje informando al usuario que los valores introducidos son incorrectos, imposibilitando el avance a la siguiente página hasta que el valor no sea introducido correctamente.
- Tanto el valor del área como el del perímetro, se rellenan automáticamente.
- Hay campos inactivos, los cuales son activos en función de la selección anterior realizada.

Por último, todos estos archivos (.apl, .vls, tablas .dbf y archivo vectorial) son almacenados una carpeta denominada "Shapes" la cual tiene que ubicarse en la raíz del DMP.

Personalización de la Interfaz

Por lo que respecta a la configuración personalizada de la interfaz de ArcPad, debemos de crear dos archivos para obtener la interfaz deseada:

- Fichero de desarrollo de aplicaciones completas .apa
- Fichero de personalización por defecto .apx

Fichero .apa

Cuando iniciamos ArcPad con estos archivos de configuración cargados, observaremos que no existe la posibilidad de cargar capas, y la capa inventariado ya cargada, la cual solo podemos activar o desactivar la opción de que sea visible o editable. Esto es porque la capa y su respectivo fichero de proyección se carga automáticamente gracias a un *applet*, un fichero de configuración .apa. El programa al iniciarse ejecutará el código programado en el applet y carga la capa indicada.

Este fichero (y su correspondiente script) se ubica en la ruta de instalación de ArcPad en la carpeta "Applets" y tiene que tener el mismo nombre que el archivo vectorial.

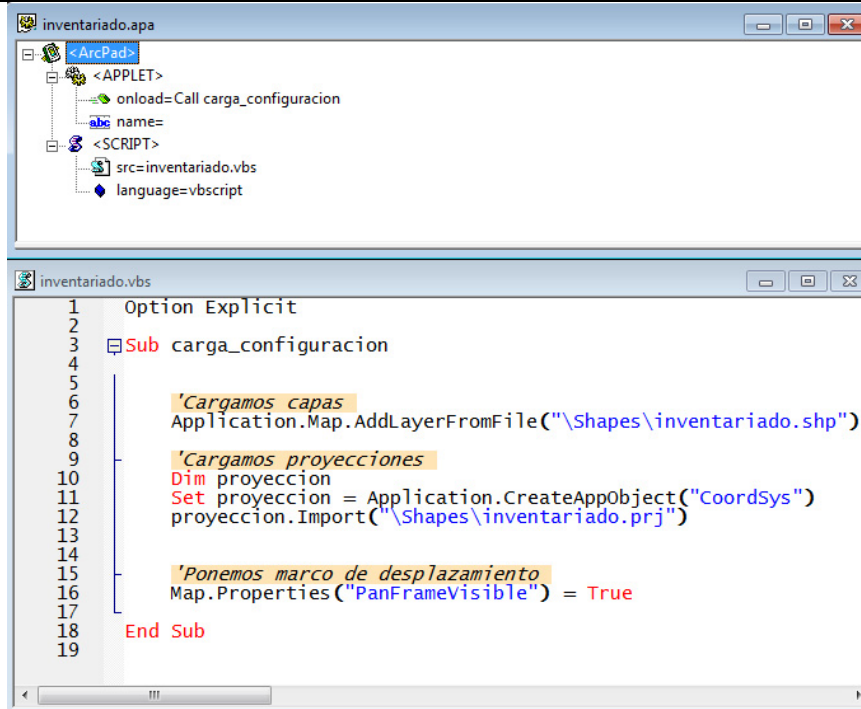


Figura 31. Fichero .apa y script de configuración de la aplicación

Fichero .apx

El fichero .apx sirve para configurar las barras de herramientas de ArcPad, con lo que podemos añadir y eliminar funciones, reorganizar barras, etc.

Este fichero de llamarse "ArcPad.apx" y se tiene que ubicar en la ruta *My ArcPad/system*.

De esta manera, cuando ArcPad se ejecuta, carga la configuración existente en este fichero.

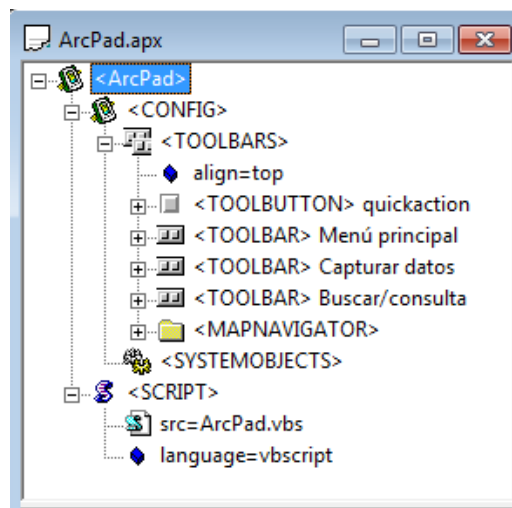


























Figura 32. Estructura fichero .apx

Como podemos observar, se han configurado tres barras de herramientas. A continuación pasamos a describir cada una de la barras.



➤ **Barra de Herramientas “Menú Principal”**

- ✓  ‘Pan’: Permite desplazarse sobre el mapa con el lápiz.
- ✓  Contiene las siguientes herramientas:
 -  ‘Zoom in’: Amplia la zona del mapa que se selecciona.
 -  ‘Zoom out’: Aleja el mapa disminuyendo el “zoom” del mapa.
 -  ‘Zoom completo’: Aumenta el mapa al máximo tamaño posible desde el cual se ven todos sus elementos.
 -  ‘Ir a la vista previa’: Aleja de nuevo a la medida anterior que estaba viendo. ArcPad recuerda las últimas 10 extensiones que se hayan mirado desde la apertura el mapa, así que usted puede utilizar esta herramienta junto con la herramienta ‘Ir a la siguiente vista’ para volver sobre sus últimos 10 pasos.
 -  ‘Ir a la siguiente vista’: Va al siguiente paso del historial de extensión de mapa.
 - “Zoom a las capas activas”
- ✓  Contiene las siguientes herramientas:
 -  Controles para navegar por el mapa.
 -  ‘Barra de escala’: Muestra u oculta la barra de escala.
 -  ‘Marco de desplazamiento’: Muestra u oculta el marco de desplazamiento panorámico del mapa.
 -  ‘Barra de estado’: Muestra u oculta la barra de estado de la aplicación.
 -  ‘Mostrar/ocultar gráfico de norte’: Muestra u oculta el indicador del Norte.
 -  Fija las coordenadas de visualización.
 -  Fija la escala del mapa.
- ✓  Contiene las siguientes herramientas:
 -  ‘Seleccionar’: Activa las tareas y selecciona los elementos.
 -  ‘Zoom a la selección’: Amplia el mapa con centro sobre un punto concreto.
 -  ‘Borrar selección’.
 -  ‘Selección avanzada’: Activa la herramienta de selección avanzada, es decir, al pulsar sobre un punto se muestra la máxima información posible sobre el mismo.
 -  ‘Rotación automática del mapa’: Activa o desactiva la rotación automática del mapa basado en la dirección del movimiento del GPS (o Rumbo sobre el fondo, COG). Cuando se activa, la parte superior del mapa está alineado con la dirección GPS de movimiento.
- ✓  ‘Bloquea/desbloquea la interfaz’
- ✓  ‘Refrescar’: Vuelve a dibujar el mapa, lo actualiza.
- ✓  Ejecuta el siguientes Script para enviar los datos al servidor.

```
ArcPad.vbs
1 Option Explicit
2
3 Sub enviar_datos
4   'FTP Upload
5   Dim oshell, objFSO, ftpUser, ftpPass, ftpHost, ftpDir, path, path2, path3, strFTP, objFTP
6   Set oshell = CreateObject("Shell.Application")
7   Set objFSO = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
8
9   'FTP Server details:
10  ftpUser = "admin"
11  ftpPass = "pass"
12  ftpHost = "public IP"
13  ftpDir = "/inventariado/"
14
15  'File I want to upload:
16  path = "Shapes\inventariado.shp"
17  path2 = "Shapes\inventariado.shx"
18  path3 = "Shapes\inventariado.dbf"
19
20
21  'Upload a file to an FTP server
22
23  'Copy Options: 16 = Yes to All
24  Const copyType = 16
25
26
27  strFTP = "ftp://" & ftpUser & ":" & ftpPass & "@" & ftpHost & ftpDir
28  Set objFTP = oshell.Namespace(strFTP)
29
30
31  'Upload single file
32  Dim objFile, objFile2, objFile3, objItem, objItem2, objItem3, strParent, objFolder
33  If objFSO.FileExists(path) Then
34    Set objFile = objFSO.getFile(path)
35    Set objFile2 = objFSO.getFile(path2)
36    Set objFile3 = objFSO.getFile(path3)
37    strParent = objFile.ParentFolder
38    Set objFolder = oshell.Namespace(strParent)
39    Set objItem = objFolder.ParseName(objFile.Name)
40    Set objItem2 = objFolder.ParseName(objFile2.Name)
41    Set objItem3 = objFolder.ParseName(objFile3.Name)
42
43    objFTP.CopyHere objItem, copyType
44    objFTP.CopyHere objItem2, copyType
45    objFTP.CopyHere objItem3, copyType
46  End If
47 End Sub
48
```

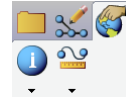
Figura 33. Script para enviar el archivo vectorial al servidor mediante FTP.

NOTA: El usuario, la contraseña y la IP pública del servidor no se muestran por seguridad de acceso a este.












➤ **Barra de Herramientas “Capturar datos”**

- ✓ ‘Iniciar/Detener edición’: Activa o desactiva la edición.
- ✓ Contiene las siguientes herramientas:
 - ‘Seleccionar’: Activa las tareas y selecciona los elementos.
 - ‘Seleccionar y editar vértices’.
 - ‘Seleccionar usando GPS’: Selecciona la posición actual de GPS.
 - ‘Borrar selección’.
 - ‘Borrar entidad’: Borra los elementos seleccionados.
- ✓ Contiene las siguientes herramientas:
 - ‘GPS Activo’: Activa o desactiva el GPS.
 - ‘Preferencias de GPS’. Configuración.
 - ‘Ventana de posición del GPS’.
- ✓ ‘Polígono’: Activa la captura de un polígono.
- ✓ ‘Añadir vértice con GPS’: Captura un vértice en la polilínea o polígono activo.



➤ **Barra de Herramientas “Buscar/consulta”**

- ✓  Contienes las siguientes herramientas:
 -  ‘Identificar’: Activa las herramientas de identificación. Cuando se pulsa sobre un punto del mapa nos da información sobre él.
 -  ‘Buscar’: Abre la herramienta de buscar. Sirve para buscar un punto o rasgo concreto.
 -  ‘Ir a’: Activa la herramienta ‘Ir a’ para un punto del mapa.
 -  ‘Etiquetar entidades’: Activa la herramienta Label. Muestra una etiqueta para la función más cercano a la ubicación señalada. Las búsquedas de la herramienta Etiqueta para el más cercano de funciones utilizando el orden de las capas de la Tabla de Contenidos cuadro de diálogo y la tolerancia pen display (desde el Opciones ArcPad cuadro de diálogo). La etiqueta consta de un título y un comentario, pudiendo añadir hasta 10 etiquetas. En caso de no encontrar elementos en el mapa para etiquetar, se muestra en la barra inferior ‘No se encontró nada!’

- ✓  Contienes las siguientes herramientas:
 -  ‘Medida a mano alzada’: Mide distancias, ángulos y áreas en el mapa a mano alzada.
 -  ‘Medida’: Mide distancias en el mapa, en modo punto.
 -  ‘Medida radial’: Mide los ángulos de un punto a otro mediante una circunferencia, el radio, perímetro y área en el mapa usando el lápiz.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Geodésica, Cartográfica y Topográfica

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

PROYECTO FINAL DE GRADO

APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES
PARA EL INVENTARIADO Y CONTROL DE LA
CARTOGRAFÍA CATASTRAL RÚSTICA

PARTE III. Geoportal

4 PARTE III. Geoportal

4.1 Conceptos previos

4.1.1 Objetivo

El objetivo del trabajo consiste en diseñar, crear y configurar un Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de la información inventariada, conforme con las especificaciones que establece el Open Geospatial Consortium (OGC), empleando para su desarrollo software libre.

La forma de materializar un proyecto IDE es a través de un Geoportal que ofrecerá al usuario una serie de servicios de datos espaciales:

- **Visualización:** que a través de servicios web permita visualizar los datos o conjunto de datos, activar o desactivar capas, navegar, realizar zoom, desplazarse sobre el mapa y que muestre la información asociada.
- **Información Servicios OGC:** que sirva para identificar la procedencia de los datos con los que el usuario interactúa mediante la petición *GetCapabilities*, y con ello conseguir que el usuario tenga la seguridad de que la información obtenida es correcta.
- **Información y descarga:** que permita la obtención correspondiente a este proyecto así como la descarga de conjunto de datos espaciales o parte de ellos.

Un servicio de mapas en la web o Web Map Service (WMS) es una solución que permite la publicación y distribución de información geográfica. El servicio WMS permite la visualización de una imagen cartográfica generada a partir de una o varias fuentes, como puede ser un mapa digital, datos de un SIG, una ortofoto, etc., proveniente de uno o varios servidores. A su vez puede ofrecer, de manera opcional, la posibilidad de realizar consulta de los atributos.

Se creará y configurará un servidor WMS con las operaciones obligatorias de *GetCapabilities* y *GetMap* que establece el OGC.

Por último, la implantación de la IDE se complementará con la obtención de la información geográfica que se mostrará a través del visualizador cartográfico que ofrecerá el Geoportal, así como el usuario podrá realizar consultas por atributos a los elementos que esté visualizando mediante operaciones *Query* y petición *GetFeatureInfo*.

4.1.2 Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)

4.1.2.1 Concepto de IDE

Una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), conocida también como Infraestructura de Información Geográfica (IG), es un sistema informático integrado por un conjunto de datos y servicios (descritos a través de sus metadatos) que son gestionados a través de

internet, conforme a estándares que regulan y garantizan la interoperabilidad de sus datos y a acuerdos políticos que permiten que un usuario, a través de un simple navegador, pueda localizar, visualizar, acceder y combinar la IG en función de sus necesidades.

El servicio informático está formado por los programas, los catálogos y servicios, los servidores de mapas y de coberturas, las páginas web, etc.



Figura 34. Servicio informático de una IDE

La información geográfica gestionada por una IDE pueden ser ortofotos, imágenes de satélite, mapas, nombres geográficos, datos de un SIG, MDT, etc.

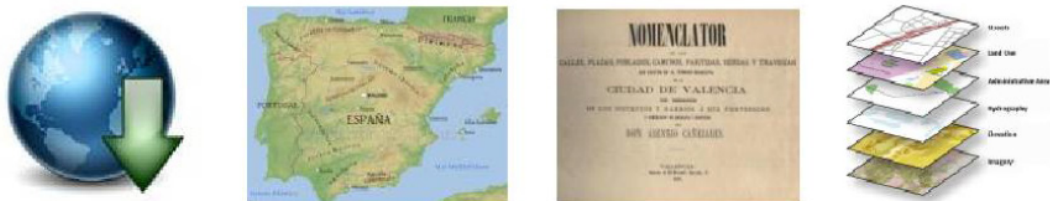


Figura 35. Información geográfica gestionada por una IDE

Esta información geográfica deberá cumplir ciertas normas y estándares, así como los sistemas informáticos también deberán cumplir como una serie de especificaciones, protocolos e interfaces con los que lograr la interoperabilidad.

A su vez, se deberá establecer un marco legal que asegure que los datos producidos y distribuidos por las instituciones serán compartidos por toda la administración y que favorezca que los usuarios los usen.

4.1.2.2 La interoperabilidad y sus dimensiones

Uno de los objetivos de las IDEs es poder compartir la información geográfica que se encuentra diseminada por las redes de internet, ya sea para poder visualizarla o emplearla para otros fines. Esto implica que las máquinas hablen el mismo idioma para que se puedan entender entre sí (protocolos de comunicación compartidos), es decir,



que tengan un código en común y que los datos que se compartan deban ser entendibles y utilizables por todas las máquinas que los usen.

La **interoperabilidad** es la capacidad, que proporcionan servicios y procedimientos especializados, de combinar conjuntos de datos geográficos y de facilitar la interacción de los servicios de información geográfica, sin intervención manual repetitiva, de forma que el resultado sea coherente y se aumente el valor añadido de los datos geográficos y servicios de información geográfica.

4.1.2.3 Concepto de norma y estándar

La creación y adopción de estándares es debido al concepto de interoperabilidad, en el que los sistemas deben entenderse.

Una norma es todo documento que armoniza aspectos técnicos de un producto, servicio o componente, definido por algún organismo oficial de normalización como son ISO (mundial), CEN (europeo) o AENOR (español).

Un estándar es cualquier documento o práctica, que sin ser norma, está consagrado y aceptado por el uso y cumple una función similar a la de una norma. Es una recomendación en forma de especificación dada por una autoridad, acerca de una materia.

Los estándares deben ser desarrollados por instituciones oficiales o por consorcios ampliamente admitidos.

Para conseguir una mejor interoperabilidad se debe estandarizar todo aquello que tenga que ver con el proceso de compartir información, tanto entre personas como entre máquinas.

- **Lenguaje de comunicación:** GML (Geography Markup Language) es el lenguaje XML para la información Geoespacial.
- **Descripción de datos estándar:** a través de los metadatos el usuario tiene acceso a las características que describen a los datos, de forma que facilitan su localización y la elección de los mismos según nuestro interés consiguiendo explotarlos de una manera más eficaz.

La norma ISO 19115 define los metadatos de la Información Geográfica.

- **Especificación de Servicios:** El OGC es un Consorcio Internacional formado por más de 340 compañías, agencias gubernamentales y universidades que participan en el desarrollo de especificaciones o estándares para la información geográfica.

4.1.2.4 Organismos de Estandarización

Tanto en Europa como en España la normalización de la información geográfica digital de las IDEs se realiza mediante los organismos de normalización internacional ISO (International Organization for Standardization) y europeo CEN (European Comité for Standardization). En el contexto español, la colaboración con los organismos europeos e internacional de normalización se realiza a través del comité técnico AEN/CTN 148 de AENOR (Asociación Española de Normalización y certificación).



Figura 36. Logo ISO

Igualmente, en Europa y España, para facilitar el acceso, manipulación e intercambio de información geográfica en internet, se siguen especificaciones de interoperabilidad del Consorcio Abierto Geoespacial (Open Geospatial Consortium, Inc.), conocido como OGC.



Figura 37. Logo OGC

4.1.2.5 El marco legal en las IDEs

El marco legal juega un papel muy importante a la hora de implantar y desarrollar una Infraestructura de Datos Espaciales.

La Unión Europea, estable una Infraestructura de Datos Espaciales europea. El marco legal que regula esta infraestructura es la Directiva 2007/2/CE, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE), dicha infraestructura debe basarse en las infraestructuras de información geográfica creadas por los Estados miembros.



Figura 38. Logo INSPIRE

La transposición de INSPIRE al marco legal español se lleva a cabo mediante la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y servicios de la información geográfica en España (LISIGE), que dispone las bases de constitución de la Infraestructura de Información Geográfica de España.



Figura 39. Logo LISIGE



La finalidad de LISIGE es actualizar la norma existente en la materia, adaptarla a las nuevas exigencias de la UE y hacer más accesible la información geográfica a los usuarios.

La nueva Ley coordina a las administraciones y los órganos del sector público para poner en común los datos geográficos y los servicios de información geográfica, de forma que puedan compartir, a través de infraestructuras accesibles e interoperables, los datos recogidos con la máxima actualidad, fiabilidad y eficiencia.

También obliga a dar acceso a los ciudadanos a los servicios de información geográfica integrados en esas infraestructuras, facilitando así su incorporación a la Sociedad del Conocimiento y el aprovechamiento de sus múltiples capacidades para el diseño y ejecución de proyectos de base territorial, generadores de actividades y desarrollo económico.

En el ámbito de las Comunidades Autónomas se está empezando a incluir dentro de los documentos legislativos referentes a cartografía algún capítulo o artículo destinado a describir las principales características de la Infraestructura de Datos Espaciales de su región.

4.1.2.6 Componentes de una IDE

Una IDE, es un Sistema de Información Geográfica distribuido, por lo que no es sólo un servidor publicando mapas y datos a través de la red.

Si nos centramos en la parte de la tecnología, hay tres componentes considerados como fundamentales a la hora de implantar una IDE:

- Datos geográficos
- Metadatos
- Servicios

Pero hay otro componente, que no debe olvidarse, cuyo papel es muy importante:

- Organización

En los siguientes apartados se detallan cada uno de estos componentes.

Datos geográficos

Un dato geográfico es cualquier dato que, de alguna forma ya sea directa o indirecta, se refiera a una determinada localización o zona geográfica.

Los datos geográficos se pueden clasificar en función del tipo de información que están representando:

- **Datos de Referencia:** datos georreferenciados básicos para construir o referenciar cualquier otro conjunto de datos temáticos. Son la información geográfica de referencia usada como base que permite combinar e integrar datos de distintas aplicaciones. Por lo general provienen de una restitución, un levantamiento topográfico o una observación geodésica, mapas topográficos, límites administrativos, redes de comunicaciones, etc.

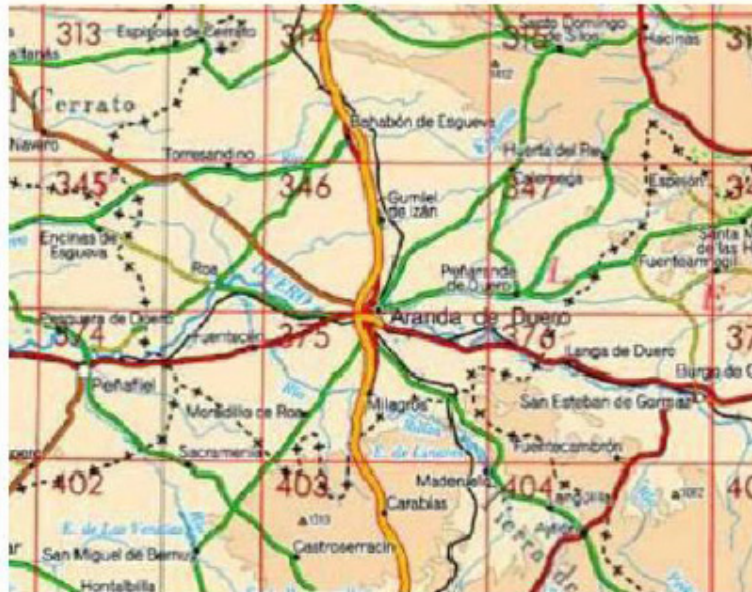


Figura 40. Ejemplo cartografía base

- **Datos Temáticos:** datos obtenidos a partir de información geográfica de referencia, simboliza n alguna característica específica contenida en la información geográfica, como por ejemplo, un mapa de información de usos del suelo, etc.

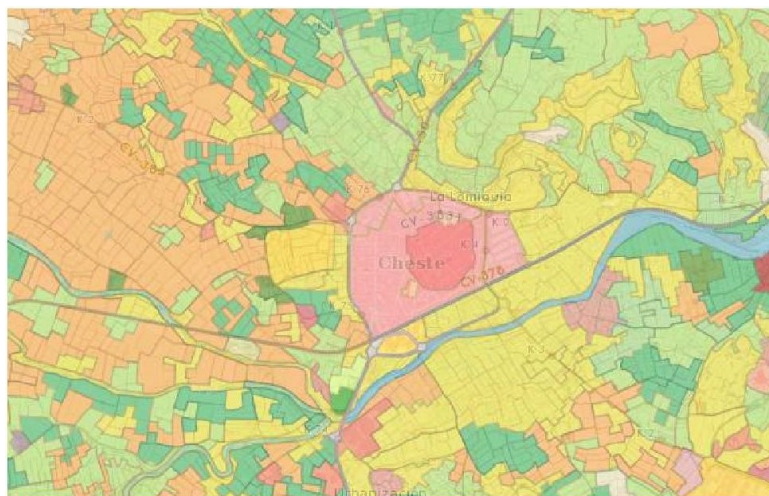


Figura 41. Ejemplo cartografía temática

Metadatos

El concepto de metadato se ha convertido en algo muy habitual para los que emplea n información geográfica. Se define como “datos acerca de los datos”, es decir, son el conjunto de características que todo producto de información geográfica lleva asociado. De esta forma, la información marginal de un mapa es un claro ejemplo de representación de metadatos, ya que contiene información sobre el propio mapa: título, fecha de publicación, tipo de mapa, descripción, escala, organismo responsable de su creación, leyenda, etc.



Destacar que ha habido una evolución en cuanto al concepto de metadato desde su primera aparición como “datos acerca de los datos”, tal y como los define IS019115, hasta la idea de metadatos como datos que describen también servicios (“datos acerca de datos y servicios”), como pueden ser los servicios de publicación de mapas en Internet (Web Map Service), servicios de transformación de coordenadas (Web Coordinate Transformation Service), servicios de fenómenos (Web Feature Service), etc. Son servicios accesibles a través de Internet, que necesitan ser también descritos utilizando metadatos.

Por tanto los metadatos sirven para describir un conjunto de datos geográficos, contestando a las siguientes preguntas.

- **¿Qué?:** Título y descripción de los datos
- **¿Cuándo?:** Fecha de creación, períodos de actualización, etc.
- **¿Quién?:** Personas o personas que han creado el producto
- **¿Dónde?:** Extensión geográfica de los datos
- **¿Cómo?:** Modo de obtención de la información, formato, etc.

Una vez creados los metadatos se deben poner a disposición de los usuarios, ya que los metadatos aislados no tienen ninguna utilidad. La forma de compartirlos de forma pública de manera clara y ordenada es a través de “Catálogos”.

Un catálogo es una red distribuida de datos, administradores y usuarios enlazados electrónicamente que se encarga de integrar, distribuir y difundir mediante metadatos la información de datos espaciales.

NOTA: En este proyecto no hemos realizado un catálogo para mostrar los metadatos de nuestra capa shapefile ya que el objetivo principal del trabajo se centra más en la captura de datos e inventariado parcelario. De todas formas, sí que se ofrece en Servicios OGC la petición *GetCapabilities* a dicha capa donde se puede observar la respectiva información de procedencia de los datos y su configuración.

Actualmente para crear los metadatos de la información geográfica se emplea como referencia la Norma Internacional IS019115 “Geographic Information-Meta data”. Esta norma al ser muy amplia, voluminosa y compleja, surge en 2004 en España la necesidad de definir un perfil de metadatos, “Núcleo Español de Metadatos” (NEM). El NEM se define como un conjunto mínimo de metadatos, recomendado para la descripción de los recursos relacionados con la información geográfica, definido como un perfil de IS019115:2003.

En Noviembre del año 2002 el Consejo Superior Geográfico estableció un Grupo de Trabajo para la definición y establecimiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). Dentro de este grupo se crea, en Noviembre de 2004, el Subgrupo de Trabajo del Núcleo Español de Metadatos “SGT NEM”, que será el encargado de establecer, definir y mantener el Núcleo Español de Metadatos.



Figura 42. Esquema Metadatos

Servicios

Los servicios de una IDE, son funcionalidades a las que se accede mediante un simple navegador de Internet y que se aplican sobre los datos geográficos. Se organizan en servicios de visualización de mapas, de descarga, de consulta, etc.

En la Directiva INSPIRE se establece, en relación a los servicios, que las organizaciones responsables de la información geográfica de cada uno de los temas enumerados en los anexos de la Directiva, deben ofrecer su información de forma integrada e interoperable a través de servicios de datos espaciales.

Dentro de los servicios de datos espaciales se corresponden con servicios de red:

- **Servicios de localización:** son los catálogos de metadatos de datos y servicios que facilitan la búsqueda de datos o conjuntos de datos y servicios a partir de los metadatos.
- **Servicios de visualización:** son los que muestran la información geográfica representada cartográficamente que permiten mostrar los datos, navegar, acercarse o alejarse mediante zoom, desplazamiento o superposición visual de estos datos, consultas de la información asociada, etc.
- **Servicios de descarga:** permiten descargar copias de conjuntos de datos espaciales o partes de ellos, con la posibilidad de edición de los mismos.
- **Servicios de transformación:** transforman los datos espaciales con el fin de lograr su interoperabilidad.
- **Servicios de acceso a servicios de datos espaciales:** permiten definir los datos de entrada y de salida o un flujo de trabajo que espera un servicio espacial, o definir una cadena de servicios que combine múltiples servicios. Así mismo, permite definir la interfaz de un servicio web que gestione flujos de trabajo o cadenas de servicios.

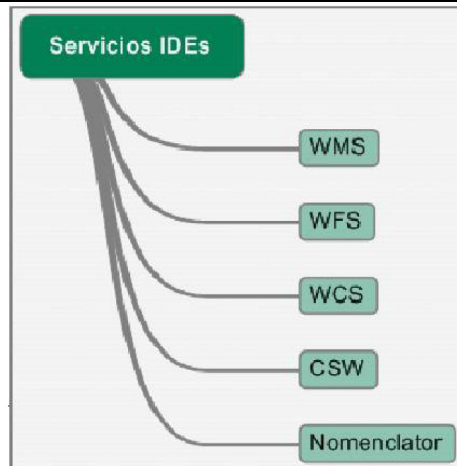


Figura 43. Esquema Servicios IDEs

En el siguiente apartado se detalla el servicio de mapas (WMS), del cual hemos hecho uso en nuestro visualizador para mostrar las diferentes capas: Inventariado, Catastro, Ortofoto PNOA.

Servicios de mapas en la Web o Web Map Service (WMS)

Un servicio de mapas se define como un servicio capaz de producir de una forma dinámica mapas georreferenciados a partir de información geográfica.

El Servicio Web de Mapas o Web Map Service (WMS), definido por el Open Geospatial Consortium (OGC), produce mapas de forma dinámica a partir de información geográfica.

La especificación internacional WMS del OGC define un “mapa” como una representación de la información geográfica en forma de archivo de imagen digital, adaptado para la visualización en una pantalla de ordenador. Un mapa no consiste en los propios datos, sino en una imagen de los mismos.

A través de los servicios WMS podemos visualizar información geográfica georreferenciada en la red de Internet. La información se representa mediante capas de información. Estas capas se superponen en un determinado orden y nivel de transparencia previamente establecidos generando un mapa final.

El servicio WMS se pone en funcionamiento a través de un navegador web (cliente) que envía una petición en forma de Uniform Resource Locator (URL). El servidor WMS recibe y procesa dicha petición y devuelve, como respuesta, al cliente una imagen en calidad de pantalla, en formato de imagen (jpeg, gif, png, etc.).

Estos mapas generados por los WMS pueden visualizarse a través de un navegador web (también llamados clientes ligeros), como son Internet Explorer, o a través de un software instalado en el PC (clientes pesados). Ambos permiten operaciones sencillas de visualización como son activar y desactivar capas, cambiar el orden y transparencia de las mismas, acercar y alejar, desplazarse sobre el mapa, vuelo panorámico, etc.

Es posible solicitar capas individuales de servidores distintos solapando capas procedentes de diferentes fuentes, es decir, las capas de información pueden estar almacenadas en distintos servidores localizados en distintos lugares remotos. Por tanto no es necesario que la información esté almacenada en un sólo ordenador.



Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, para conseguir que la interoperabilidad de la información y los servicios de mapas sea posible, es necesario que los WMS cumplan con ciertos estándares. La ISO ha desarrollado la Norma "19128 Web Map Server Interface", basándose en la especificación "Web Map Service (WMS) Implementation Specification" del Open Geospatial Consortium (OGC).

La especificación WMS del OGC establece la forma en que los WMS deben consultarse y las respuestas correspondientes, para poder compartir la información geográfica y superponer capas provenientes de distintos servidores.

El OGC define tres tipos de operaciones para el servicio WMS, *GetCapabilities*, *GetMap* y *GetFeatureInfo*.

Las operaciones WMS se invocan empleando un navegador estándar o mediante aplicaciones de escritorio y realizando peticiones en la forma de URL cuyo contenido depende de la operación que se solicite.

De esta forma al solicitar un mapa, la URL indica que capas de información deberá mostrar el mapa, qué área geográfica de la Tierra debe dibujar, en qué sistema de coordenadas de referencia y la anchura y altura de la imagen de salida, etc.

Existen dos tipos de peticiones, HTTP GET y HTTP POST, que permiten realizar las operaciones a un servicio del OGC, en este caso para el servicio WMS.

La petición de tipo GET es una URL que contiene los parámetros necesarios para poder construir una solicitud correcta. El esquema general es:

http://host[:port]/path?{name={value}}&}

De esta forma la solicitud se compone de:

- Nombre del servidor: host (ej.: http://localhost....)
- Número de puerto (opcional): [:port] (ej.:90)
- La ruta (opcional): /path (ej.:/ows)
- El carácter: "?"
- Los parámetros del servicio específico: name={value}, terminados con un ampersand "&" (ej.: REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS).

En el caso de la petición de tipo POST es una URL completa y válida con la que el cliente transmite los parámetros de petición en el cuerpo de una solicitud HTTP. Cuando se usa POST, el mensaje de petición se formula como un documento XML.

A continuación se describe cada una de las peticiones WMS:

- ✓ **GetCapabilities** (obligatoria): devuelve los metadatos del servicio, es decir, una descripción del contenido de la información del WMS y de los parámetros de petición admisibles, en un documento XML.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros de la petición:

Parámetros	Descripción	Obligatoriedad
REQUEST=GetCapabilities	Nombre de la operación que se realiza en la petición.	Obligatorio
SERVICE=WMS	Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición, en este caso es igual a WMS pero podría ser otro, como WFS, WCS, etc.	Obligatorio
VERSION=1.3.0	Versión de la especificación del OGC.	Opcional
FORMAT=text/html	Sólo en la versión 1.3.0. Indica el formato del servicio.	Opcional
UPDATESEQUENCE=cadena	Número de secuencia o cadena para control de memoria temporal.	Opcional

Tabla 7. Parámetros petición GetCapabilities

- ✓ **GetMap** (obligatoria): devuelve una imagen del mapa cuyos parámetros geospaciales y dimensionales se han definido en la solicitud.

Cuando el cliente envía una solicitud GetMap, el servidor de mapas la interpreta y devuelve un mapa. En el caso de que no pueda generarlo, el servidor debe lanzar una excepción, esto es un error en el formato de excepción que se ha solicitado.

La solicitud para la operación GetMap se codifica como una URL, que se envía al servicio WMS, usando una petición HTTP GET. Esta solicitud consta de una serie de parámetros:

Parámetro	Descripción	Obligatoriedad
REQUEST=GetMap	Nombre de la operación que se realiza en la petición.	Obligatorio
SERVICE=WMS	Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición, en este caso es igual a WMS pero podría ser otro, como WFS, WCS, etc.	Obligatorio
VERSION=1.3.0	Versión de la especificación del OGC.	Obligatorio
LAYERS= lista_capas	Lista de nombre de capas separadas por comas.	Obligatorio
STYLES=lista_estilos	Lista de estilos separados por comas (uno por cada capa de información).	Obligatorio
CRS=EPSG:identificador	Sistema de Referencia Espacial	Obligatorio
BBOX=minx,miny,maxx,maxy	Coordenadas de las esquinas (izq. inferior, der. superior).	Obligatorio
WIDTH= ancho de salida	Ancho en píxeles de la imagen del mapa.	Obligatorio
HEIGHT= altura de salida	Altura en píxeles de la imagen del mapa.	Obligatorio
FORMAT=text/html	Formato de salida del mapa (png, jpeg, gif).	Obligatorio
TRANSPARENT=true/false	Transparencia del fondo del mapa (defecto=FALSE).	Opcional
BGCOLOR=color_valor	Valor del color RGB en hexadecimal para el color del fondo (defecto=0xFFFFFFFF).	Opcional
EXCEPTIONS=excepción_formato	Formato en el cual las excepciones son reportadas para el WMS (defecto=SE_XML).	Opcional
TIME=tiempo	Valor del tiempo de la capa solicitada.	Opcional
ELEVATION=elevación	Elevación de la capa solicitada.	Opcional
SLD=styled_layer_descriptor_URL	URL del Styled Layer Descriptor, SLD	Opcional
WFS=Web_feature_service_URL	URL del WFS (web feature services) que proporciona entidades para ser simbolizadas utilizando SLD.	Opcional

Tabla 8. Parámetros petición GetMap

La respuesta válida a una operación GetMap debe ser un mapa con la información georreferenciada de la capa o capas solicitadas, con el estilo deseado, y el sistema de referencia espacial, marco límite, tamaño, formato y transparencia especificado.

- ✓ **GetFeatureInfo** (opcional): devuelve información sobre entidades particulares mostradas en el mapa.

La operación está diseñada para mostrar los atributos de los elementos (features) que aparecen en el mapa obtenido como resultado de una operación GetMap.

Proporciona la posibilidad de consultar los atributos del objeto que se encuentra en un píxel determinado seleccionado en la pantalla.

Para que se pueda obtener información de un fenómeno del mapa, se necesita que la solicitud GetFeatureInfo incluya parámetros en la operación GetMap, indicando así al servidor que mapa se está viendo. A partir de la información de contexto espacial (BBOX, SRS, WIDTH, HEIGHT) de la operación GetMap, junto con la posición (X,Y) de un píxel de la imagen, el WMS puede devolver los atributos del objeto que se encuentra en esa posición.

La solicitud para la operación GetFeatureInfo, también se encuentra codificada como una URL. La solicitud consta de una serie de parámetros:

Parámetro	Descripción	Obligatoriedad
SERVICE=WMS	Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición, en este caso es igual a WMS pero podría ser otro, como WFS, WCS, etc.	Obligatorio
VERSION=versión	Versión de la especificación del OGC.	Obligatorio
REQUEST=GetFeatureInfo	Nombre de la operación que se realiza en la petición.	Obligatorio
<map-request_part>	Copia parcial de los parámetros solicitados que generan el mapa para el cual se solicita la información (petición GetMap).	Obligatorio
QUERY_LAYERS=lista_capas	Lista de una o más capas que se interrogan.	Obligatorio
INFO_FORMAT=salida_formato	Formato en el que se devuelve la información de la entidad (tipo MIME).	Obligatorio
FEATURE_COUNT=número	Número de entidades sobre las que se devuelve la información (default=1).	Opcional
I=columna_píxel	Coordenada X en píxeles de la entidad (medida sobre la imagen desde la esquina superior izquierda).	Obligatorio
J=fila_píxel	Coordenada Y en píxeles de la entidad (medida sobre la imagen desde la esquina superior izquierda).	Obligatorio
EXCEPTIONS=formato_excepción	El formato en que las excepciones son devueltas. (default=application/vnd.ogc.se_xml).	Opcional

Tabla 9. Parámetros petición GetFeatureInfo

El WMS devuelve una respuesta de acuerdo al parámetro INFO_FORMAT solicitado si la petición es válida, o en su defecto devuelve una excepción (un error).

Organización

Este es el componente más complejo de una IDE y es el que hace que el resto funcione y se mantenga. Está formado por el personal humano, una estructura organizativa y de reparto del trabajo, estándares y normas que hacen que los sistemas puedan interoperar, leyes como la Directiva Europea INSPIRE, reglas y acuerdos entre los que producen los datos, etc.

En una IDE todos los componentes son necesarios, pero es el componente de la organización el que tiene el papel más importante, ya que ordena, regula, estructura y armoniza a todos los demás.

4.2 Descripción Geoportal

Usualmente la forma práctica que permite hacer llegar a los usuarios la Información Geográfica, que resulta de la combinación de todo lo visto hasta ahora, es la utilización de los denominados geoportales.

Un Geoportal es un sitio Web que actúa como puerta de entrada, proporcionando un punto de acceso único a múltiples recursos vinculados con la geo-información. Los recursos pueden ser de varios tipos: conjunto de datos, series, aplicaciones, documentación, servicios, etc.

La puesta en práctica de un proyecto IDE se materializa a través de un Geoportal que ofrezca como mínimos los tres puntos vistos en el apartado “4.1.1 Objetivo”: Visualización, Servicios OGC, y Documentación y Descarga.

4.3 Software empleado

En el siguiente apartado se introducen los software que se han utilizado para poner en marcha el geoportal realizado para este proyecto. Los siguientes programas han sido instalados en el servidor que tenemos montado en casa, el cual ya se ha explicado en el bloque I de este documento.

4.3.1 Servidor Web Apache



Figura 44. Logo Apache Software Foundation

Para poder publicar páginas web se requiere un Servidor de páginas web, siendo Apache uno de ellos. Sus características más destacadas son:

- Gratuito
- Multiplataforma
- Instalación sencilla

Otro factor importante que ha condicionado la elección de este servidor web es debido a su integración con el servidor de aplicaciones seleccionado (Tomcat) y su carácter multiplataforma.

La página oficial de descarga del servidor Web HTTP Server es Apache Software Foundation (<http://www.apache.org>). Aunque en el proyecto, se ha utilizado el software MS4W que además del servidor Apache contiene otros programas.

Una vez instalado este software, para ponerlo en marcha se accede a *Todos los programas/Accesorios/Símbolo del sistema* y se ejecutan las siguientes instrucciones:

- **cd c:\ms4w** (se cambia al directorio dónde se ha instalado ms4w)
- **apache-install.bat** (se instala y arranca el servicio de Apache)

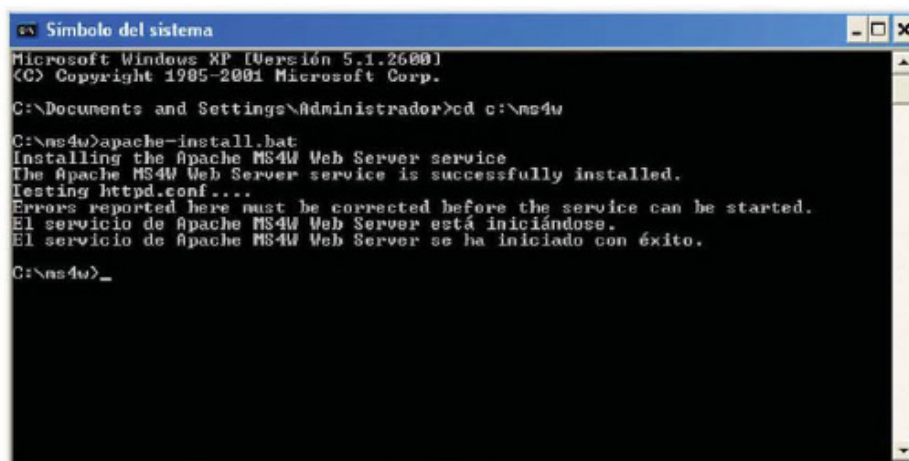


Figura 45. Captura pantalla instalación Apache Server

De esta forma, aparece un nuevo servicio llamado MS4W Web Server, que está iniciado y además se arrancará al iniciarse el ordenador (Panel de Control/Herramientas administrativas/Servicios).



Figura 46. Captura pantalla servicio web apache instalado

Por defecto Apache funciona utilizando el puerto 80, que es el puerto por defecto utilizado en Internet.

Cuando en una URL no se especifica ningún puerto se entiende que la petición solicitada es a través del puerto 80. Por tanto, las siguientes URL son similares:

http://localhost:80

http://localhost

En el directorio de instalación del paquete MS4W, aparece un subdirectorio Apache donde se ha instalado el servidor Web Apache:

- **ms4w/Apache:** Directorio de instalación del servidor HTTP.
- **ms4w/Apache!bin:** Al cual puedes recurrir para iniciar o apagar Apache.
- **ms4w/Apache!cgi-bin :** Almacena programas ejecutables por el servidor Web.
- **ms4w/Apache!conf:** Contiene los archivos de configuración de Apache.
- **ms4w/Apache!htdocs:** Directorio donde se almacenan los documentos públicos para acceder a través de la web.

La página web que se está viendo al ejecutar http://localhost, en realidad corresponde con un fichero HTML que se encuentra dentro en la carpeta *Apache!htdocs*. El fichero al que se está accediendo es *index.html*.

NOTA: *Tal y como tenemos configurado nuestro servidor, cuando el usuario accede a la web desde un ordenador externo a través de internet, lo que realmente está haciendo es reemplazando "localhost" por la "IP pública" del servidor. No obstante, como ya explicamos, se ha ocultado esta dirección IP por el "dominio".*

4.3.2 Apache Tomcat

Tomcat (también llamado Jakarta Tomcat o Apache Tomcat) funciona como un contenedor de *servlets*, es decir, es un contenedor de aplicaciones donde se instalará *Geoserver* y en su caso si hiciéramos el Catálogo, *Geonetwork*.

De esta forma Apache se encarga de publicar el contenido estático del geoportal (todas las hojas HTML) y redirige las peticiones dinámicas al servidor de aplicaciones Tomcat, donde está instalado Geoserver.

Tomcat es un servidor web con soporte de *servlets* y de *JavaServer Pages (JSP)* de Sun Microsystems. Tomcat no es un servidor de aplicaciones, sino que incluye el compilador *Jasper*, que compila *JSPs* convirtiéndolas en *servlets*. El motor de *servlets* de Tomcat se presenta en combinación con el servidor web Apache.

Una vez instalado Tomcat, accedemos mediante "localhost" y nos aparece la siguiente pantalla:



Apache Tomcat/8.0.18



If you're seeing this, you've successfully installed Tomcat. Congratulations!



Recommended Reading:
[Security Considerations HOW-TO](#)
[Manager Application HOW-TO](#)
[Clustering/Session Replication HOW-TO](#)

[Server Status](#)
[Manager App](#)
[Host Manager](#)

Developer Quick Start

[Tomcat Setup](#) [Realms & AAA](#) [Examples](#) [Servlet Specifications](#)
[First Web Application](#) [JDBC DataSources](#) [Tomcat Versions](#)

Managing Tomcat

For security, access to the [manager webapp](#) is restricted. Users are defined in:

`$CATALINA_HOME/conf/tomcat-users.xml`

In Tomcat 8.0 access to the manager application is split between different users.
[Read more...](#)

[Release Notes](#)
[Changelog](#)
[Migration Guide](#)
[Security Notices](#)

Documentation

[Tomcat 8.0 Documentation](#)
[Tomcat 8.0 Configuration](#)
[Tomcat Wiki](#)

Find additional important configuration information in:

`$CATALINA_HOME/RUNNING.txt`

Developers may be interested in:

[Tomcat 8.0 Bug Database](#)
[Tomcat 8.0 JavaDocs](#)
[Tomcat 8.0 SVN Repository](#)

Getting Help

FAQ and Mailing Lists

The following mailing lists are available:

[tomcat-announce](#)
Important announcements, releases, security vulnerability notifications. (Low volume).
[tomcat-users](#)
User support and discussion
[taglibs-user](#)
User support and discussion for [Apache Taglibs](#)
[tomcat-dev](#)
Development mailing list, including commit messages

Other Downloads

[Tomcat Connectors](#)
[Tomcat Native](#)
[Taglibs](#)
[Deployer](#)

Other Documentation

[Tomcat Connectors](#)
[mod_ik Documentation](#)
[Tomcat Native](#)
[Deployer](#)

Get Involved

[Overview](#)
[SVN Repositories](#)
[Mailing Lists](#)
[Wiki](#)

Miscellaneous

[Contact](#)
[Legal](#)
[Sponsorship](#)
[Thanks](#)

Apache Software Foundation

[Who We Are](#)
[Heritage](#)
[Apache Home](#)
[Resources](#)

Copyright ©1999-2015 Apache Software Foundation. All Rights Reserved

Figura 47. Página inicial Apache Tomcat

En la sección “Manager App” (previa autenticación con usuario y contraseña), accedemos al Gestor de Aplicaciones Web de Tomcat donde podemos instalar las aplicaciones que necesitaremos, por ejemplo y en nuestro caso Geoserver y, si necesitáramos un Catálogo, Geonetwork.



Gestor de Aplicaciones Web de Tomcat

Mensaje:	OK				
Gestor					
Listar Aplicaciones	Ayuda HTML de Gestor	Ayuda de Gestor	Estado de Servidor		
Aplicaciones					
Trayectoria	Versión	Nombre a Mostrar	Ejecutándose	Sesiones	Comandos
/	Ninguno especificado	Welcome to Tomcat	true	0	Arrancar Parar Recargar Replegar Expirar sesiones sin trabajar > 30 minutos
/docs	Ninguno especificado	Tomcat Documentation	true	0	Arrancar Parar Recargar Replegar Expirar sesiones sin trabajar > 30 minutos
/geonetwork	Ninguno especificado	geonetwork	true	0	Arrancar Parar Recargar Replegar Expirar sesiones sin trabajar > 180 minutos
/geoserver	Ninguno especificado	GeoServer	true	0	Arrancar Parar Recargar Replegar Expirar sesiones sin trabajar > 30 minutos
/manager	Ninguno especificado	Tomcat Manager Application	true	1	Arrancar Parar Recargar Replegar Expirar sesiones sin trabajar > 30 minutos
/win	Ninguno especificado		true	0	Arrancar Parar Recargar Replegar Expirar sesiones sin trabajar > 30 minutos

Figura 48. Página de gestión de aplicaciones web de Tomcat

4.3.3 Geoserver



Figura 49. Logo GeoServer

Geoserver es un servidor web de software libre desarrollado en Java que permite a los usuarios compartir sus datos geospaciales con la publicación mediante servicios. Permite publicar conjuntos de datos a través de estándares OGC, garantizando así su interoperabilidad.

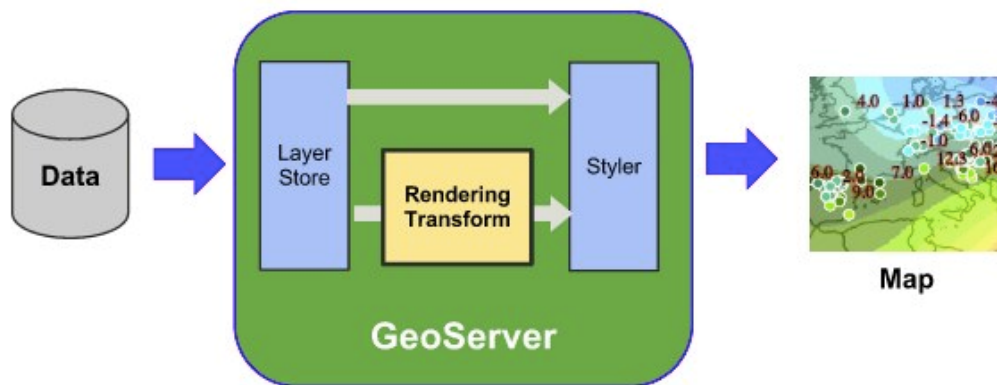


Figura 50. Esquema funcionalidad GeoServer

Geoserver es una implementación de referencia a la hora de crear servicios web de mapas (WMS), servicios de fenómenos (WFS) y Servicios web de coberturas (WCS).

Para ello se necesita:

- Un Contenedor de aplicaciones conforme con Java EE como el servidor Tomcat
- Un Servidor de Mapas, en este caso Geoserver (<http://geoserver.org>)
- Cliente Web, ya sea un navegador Web o en un SIG de escritorio
- La información geográfica que el usuario demanda

Geoserver dispone de un directorio de datos (data_dir) que contiene los principales ficheros de configuración. También incluye los ficheros de soporte, el directorio de ficheros de estilos (SLD), el directorio de capas creadas, ficheros espaciales, etc.

Características más destacadas:

- Enteramente compatible con las especificaciones WMS, WCS y WFS, testados por el test de conformidad CITE de la OGC.
- Fácil utilización a través de la herramienta de administración vía web -no es necesario entrar en archivos de configuración grandes y complicados-.

- Soporte amplio de formatos de entrada PostGIS, Shapefile, ArcSDE y Oracle. VFP, MySQL, MapInfo y WFS en cascada también están entre los formatos de entrada soportados.
- Soporte de formatos de salida tales como JPEG, GIF, PNG, SVG y GML.
- Soporte completo de SLD, como definiciones del usuario (POST y GET). y como uso de configuración de estilos.
- Soporte para edición de datos de banco de datos individuales a través del protocolo WFS transaccional profile (WFS-T), disponible para todos los formatos de datos.
- Facilidad de escritura de nuevos formatos de datos con la interfaz de almacenamiento de datos GeoTools (biblioteca de sistemas de información geográfica) y clases de ayuda.

Además, GeoServer incluye un cliente integrado OpenLayers para previsualizar capas de datos.

4.3.3.1 Configuración Geoserver

La configuración del servidor se divide en tres bloques, que se puede acceder desde la barra de herramientas lateral en la parte derecha:

1. **Configuración del servidor:** Se corresponde con aquellas opciones de Geoserver que informan sobre las características del servidor.



Figura 51. Menú configuración servidor en GeoServer

2. **Configuración de Datos:** Esta sección almacena las conexiones y configuración de los datos, las distintas capas y grupos de capas así como los estilos de visualización correspondientes. Las conexiones que se definen se comparten para los servicios WMS, WFS y WCS, por lo que basta con ser definidas una única vez.

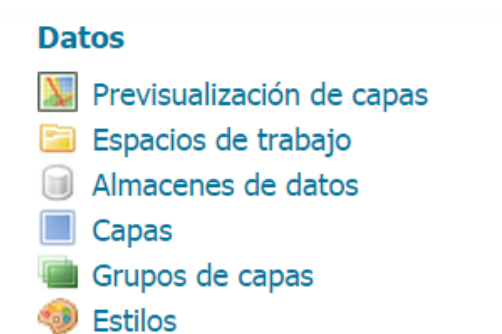


Figura 52. Menú configuración datos en GeoServer

- ✓ **Espacios de trabajo.** Se emplea para organizar y agrupar capas. Un espacio de trabajo consta de un Nombre y de una URL del espacio de nombres.
- ✓ **Almacenes de datos.** Sirve para configurar los tipos de datos que se van a mostrar a través del servicio. Estos pueden ser un archivo shapefile, una base de datos, un directorio de archivos, etc.
- ✓ Geoserver permite cuatro tipos de almacenes de datos: ficheros espaciales, base de datos espaciales, Web Feature Service y ficheros ráster en diferentes formatos.
- ✓ **Capas.** Se refiere tanto a datos vectoriales como ráster y representa cada tipo de entidad o grupo de entidades que va a ser representada en el mapa. Siempre tienen que estar vinculadas a un almacén de datos.
- ✓ **Grupos de capas.** Geoserver permite crear grupos de capas que a su vez serán tratados como una única capa, simplificando las peticiones a un WMS.
- ✓ **Previsualización de capas.** Proporciona la posibilidad de visualizar las capas y los grupos de capas creadas, a través de una gran diversidad de formatos de salida: utilizando clientes Openlayers, en KML, PNG, GIF, JPEG, etc. La previsualización con Openlayers es muy útil para comprobar en todo momento la existencia de posibles errores o aspectos mejorables en el diseño del estilo de las capas.
- ✓ **Estilos.** Geoserver trabaja con archivos de estilo basados en la especificación OGC SLD (Styled Layer Descriptor). Los archivos SLD son archivos XML que describen la simbología que van a mostrar los datos al ser visualizados. Cada capa tiene que tener un SLD por defecto, que usa para su representación ante una petición GetMap. El estándar OGC® Styled Layer Descriptor (SLD) proporciona los artefactos para la simbolización y coloreado de coberturas y geometrías geográficas (<http://www.opengeospatial.org/standards/sld>).

3. **Configuración de los servicios:** Geoserver permite la implementación y publicación de servicios WMS, WFS y WCS. En esta sección se configuran los metadatos correspondientes a los diferentes servicios, que luego aparecerán el documento de Capabilities.



Figura 53. Menú configuración servicios en GeoServer

4.3.4 Geonetwork



Figura 54. Logo GeoNetwork

GeoNetwork (<http://geonetwork-opensource.org>) es un software de referencia para la creación de un servicio web de catálogo (CSW), la edición de registros de metadatos, tanto de conjunto de datos como servicios y la implementación de un cliente catálogo.

En este trabajo, tal y como hemos comentado anteriormente, no hemos realizado un catálogo, pero no cabe de más que comentemos brevemente este software.



Figura 55. Página principal GeoNetwork

El sistema proporciona una gran comunidad de usuarios con un acceso sencillo y eficiente a la información espacial y mapas temáticos de todo tipo de fuentes. Mejora el intercambio de la información geográfica y la colaboración entre las organizaciones y sus usuarios, utilizando los metadatos y la conexión de Internet.

Está implementado en Java, y funciona como un servidor web según el protocolo Java EE. Es compatible con las Normas de metadatos 180-19115, ISO -19139, 18019139 y conforme con el protocolo CSW del OGC, por lo que la interoperabilidad está garantizada.

Las principales características son:

- Catálogo Web de metadatos que permite realizar búsquedas de productos y servicios de Información Geográfica a través de sus metadatos.



Figura 56. Esquema productos y servicios en Catálogo Web Metadatos

- Implementa un servicio de catálogo (CSW)
- Implementa un cliente de catálogo (2.0.2 ISO Profile).
- Editor de metadatos (datos y servicios) conforme a las principales normas (ISO19115/ISO19119/ISO19139, FGDC and Dublin Core).



Figura 57. Esquema Normas en Catálogo Web Metadatos

- El cliente incluye un visualizador de Mapas (mapa interactivo) que combina servicios WMS de servidores de cualquier parte del mundo.
- Permite realizar la recolección de metadatos de diversas organizaciones a través de conexión entre catálogos distribuidos.
- Herramienta de administración y gestión de usuarios.
- Son muchas las organizaciones que han implementado catálogos de metadatos basados en este software.

4.3.5 OpenLayers



Figura 58. Logo OpenLayers

Openlayers (<http://www.openlayers.org>) es una librería JavaScript Open Source que permite publicar fácilmente mapas dinámicos en páginas web.

Se compone de:

- Una librería JavaScript, llamada OpenLayer.js.
- Código JavaScript incrustado en un archivo html.

Para utilizarla, basta apuntar a la ruta donde se encuentra la librería, de la siguiente manera:

```
<script type="text/javascript"
      src="js/OpenLayers.js">
</script>
```

Mediante OpenLayers se puede crear un pequeño visualizador dentro de una página web que utilice los servicios WMS creados u otros externos. Es decir, construir un cliente web ligero de cartografía.

Un Cliente Web cartográfico es una aplicación que posibilita la visualización de la Información Geográfica en Internet y permiten su manipulación a través de una serie de herramientas básicas de navegación y análisis que no requieran elevado procesamiento, reservado a los SIGs de escritorio.

Openlayers trabaja, con un amplio número de orígenes de datos e implementa los servicios WMS y WFS del OGC, además de soportar WMC.

OpenLayers distingue dos tipos de **capas de información**:

- BaseLayers (capa base)
- Overlays (capas superpuestas)

Las capas se localizan en el espacio de nombres **Open Layers.Layer**.

- La *capa base*, es la capa principal de fondo activa, de la cual se toma el sistema de proyección y los niveles de zoom. Se seleccionan con botones de tipo radio, por lo que serán excluyentes entre sí.

```
var nombre_capa = new OpenLayers.Layer.WMS( "nomhre_capa_en_cliente ",
      "punto acceso_ WMS", {layers: 'nombre_capa1_WMS, nombre capa2_WMS'});
map.addLayer(nombre_capa);
```

- Sobre ésta pueden añadirse más capas simultáneas, a modo de overlay, sean ráster o vectoriales. Se seleccionan mediante casillas de verificación, por lo que podrán superponerse distintas capas de información para su visualización conjunta.

```
var nombre_servicio_wms - "punto_acceso_WMS";

var nombre_capa = new OpenLayers.Layer.WMS("nombre_capa_en_cliente",
"nombre_servicio_wms",{layers:'nombre_capa1_WMS, nombre_capa2_WMS',
visibility:true, transparent: true,format: "formato_imagen"});

map.addLayer(nombre_capa);
```

Los controles para interactuar con OpenLayers son componentes que permiten la interacción del usuario con el mapa.

Los controles se localizan en el espacio **OpenLayers.Controls**.

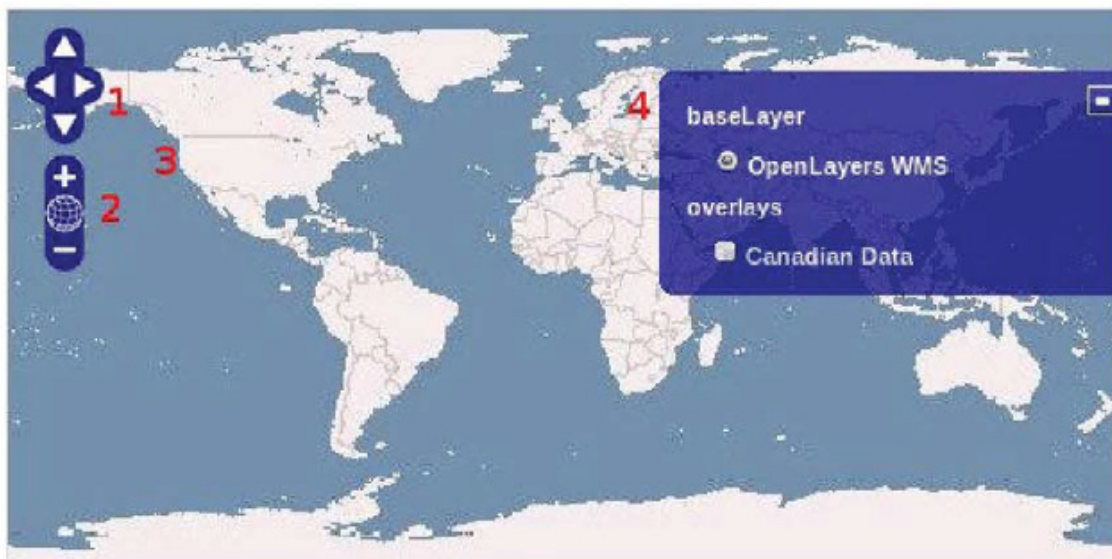


Figura 59. Controles OpenLayers Visor 1

Control	Descripción
1	PanPanel Flechas para el desplazamiento en los cuatro puntos cardinales Incluye en un panel 3 botones: más zoom más, menos zoom y zoom a la extensión. Cada botón se corresponde con un control utilizable separadamente.
2	ZoomPanel Combina los controles 1 y 2
3	PanZoom Controla la capa base activa si hay varias y permite cambiar la visibilidad de los overlays
4	LayerSwitcher

Tabla 10. Controles OpenLayers Visor 1.

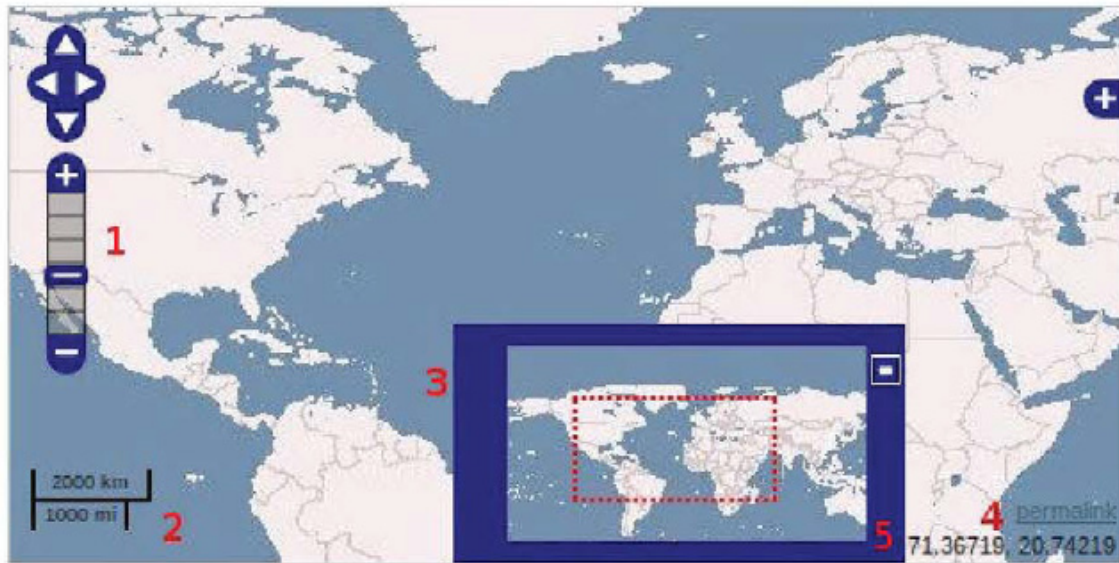


Figura 60. Controles OpenLayers visor 2

Control	Descripción
1	PanZoomBar Incluye PanPanel+ZoomBar
2	ScaleLine Línea de escala actual
3	OverviewMap Mapa de situación
4	Permalink Generar un enlace al encuadre actual de mapa
5	MousePosition Coordenadas actuales del cursor sobre el mapa

Tabla 11. Controles OpenLayers Visor 2

4.3.6 HTML. Editor Sublime Text.

Para diseñar la página web que soportará el Geoportal, se ha empleado el lenguaje de programación de etiquetas HTML (HyperText Markup Language).



Figura 61. Logo HTML y Sublime Text

Para nuestro trabajo, se han creado las distintas hojas HTML que conformarán nuestro geoportal: *index.html*, *servicios.html*, *documentacion.html*, *visualizador.html*, *filtrar.html*.

Por otra parte, también se ha escrito la hoja *estilos.css* correspondientes a los estilos de visualización. De esta forma es más sencillo cambiar por ejemplo los formatos de letra, imágenes, encabezados, etc., sin necesidad de cambiarlo en cada hoja HTML.

Para escribir todo el código HTML se ha empleado un editor de texto denominado Sublime Text, el cual complementa la sintaxis de HTML, por lo que resulta más sencillo de entender y programar en este lenguaje.

```
index.html
1 <!doctype html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <title>Geoportal</title>
6 <script src="js/prefixfree.min.js"></script>
7 <link rel="stylesheet" href="css/normalize.css" />
8 <link rel="stylesheet" href="css/estilos.css"/>
9
10 </head>
11 <body>
12
13 <header>
14
15 <div id="fondos">
16 
17 </div>
18 <div id="geoportals">
19 <img alt="Logo Geoportal">
20 </div>
21 <div id="logoupv" src="imgs/logoupv.png" alt="Logo UPV">
22 </div>
23 </div>
24 <div id="ortos">
25 
26 </div>
27 </header>
28 <section id="servicios">
29 <div id="documentacion">
30
31 <h2 style="text-align: center; color: #56814C">
32 DOCUMENTACIÓN
33 </h2>
34 </div>
35 <div id="buscador">
36 <a href="documentacion.html">
37 
38 </a>
39 </div>
40 <div id="documentacion">
41 <p>Documentación sobre el proyecto TFG y acceso al centro de descargas (descarga de datos en diferentes formatos y aplicación para DMP con ArcPad).</p>
42 </div>
43 </div>
44 <div id="listaservicios">
45 <h2 style="text-align: center; color: #5A788E">
46 SERVICIOS OGC
47 </h2>
48 </div>
49 <div id="servicios">
50 <a href="servicios.html">
51 
52 </a>
53 </div>
54 </div>
55 </body>
56 </html>
```

Figura 62. Captura pantalla edición archivo *.html* con Sublime Text

4.4 Desarrollo del Geoportal

En este último punto del bloque correspondiente a la creación del Geoportal, pasamos a comentar como generamos el servicio WMS de la capa *Inventariado.shp* (archivo vectorial de polígono que contiene los datos tomados en campo) desde Geoserver, así como las diferentes partes que conforman nuestro Geoportal.

4.4.1 Servir capa WMS desde Geoserver

Tal y como hemos comentado anteriormente, desde el DMP y mediante un VBScript, transferimos por FTP el archivo vectorial de polígono "inventariado.shp" a nuestro servidor. A continuación necesitamos servir mediante WMS esta capa para poder visualizarla en nuestro visualizador como Overlay. Para ello usamos Geoserver.

Como queremos visualizar la misma capa de dos formas distintas, una con relleno en el polígono y otra solo visualizar el contorno del polígono, pues tenemos que realizar exactamente las mismas configuraciones dos veces, y solo cambia la configuración en la parte de "Estilos", que es donde hemos eliminado el relleno a una de las capas.

Pasos seguidos para configurar los datos:

- Creamos los **Espacios de Trabajo**, rellenando la información correspondiente. Toda esta información se visualiza cuando realizamos la petición GetCapabilities.

- Creamos los **Almacenes de Datos** correspondientes. En este paso seleccionamos el archivo vectorial *inventariado.shp* ubicado en nuestro servidor, así como seleccionamos el conjunto de caracteres que regulan la tabla DBF, en nuestro caso es ISO-8859-1.
- Creamos las **Capas** correspondientes. En este apartado tenemos que facilitar algunas palabras clave que servirán para los buscadores de los catálogos, seleccionar el sistema de referencia de las capas (EPSG: 4258), y por último los encuadres para establecer un marco límite de coordenadas para la capa.
- Finalmente, en **Estilos**, asignamos a la capa *inventariado* un color de relleno naranja, y a la capa *trasparente* la dejamos sin relleno y con un contorno rojo.

Tipo	Espacio de trabajo	Almacén	Nombre de la capa	Habilitada?	SRS nativo
<input type="checkbox"/>	ftgclerigues	inventariado	inventariado	✓	EPSG:4258
<input type="checkbox"/>	ftgclerigues2	trasparente	trasparente	✓	EPSG:4258

Figura 63. Captura pantalla capas generadas con GeoServer

4.4.2 Páginas Geoportal

Página Principal (index.html)

The screenshot shows the main page of the Geoportal. At the top, there are logos for the University of Valencia and the Faculty of Geodesy, Cartography and Topography. The word "GEOPORTAL" is prominently displayed. Below this is a large map of a city area. Three main navigation boxes are visible: "DOCUMENTACIÓN" with a magnifying glass icon, "SERVICIOS OGC" with a gear icon, and "VISUALIZADOR" with a globe icon. Each box contains a brief description of its function. At the bottom, there is a footer with copyright information and the title of the final degree work.

Figura 64. Página principal Geoportal del proyecto

Esta es la página de presentación donde nos ofrece un breve resumen de cada una de las secciones que contiene nuestro geoportal.

Página Documentación (documentacion.html)

DOCUMENTACIÓN

Inicio Servicios OGC Visualizador

DOCUMENTACIÓN

MEMORIA PROYECTO
Documento en formato PDF donde se presenta toda la información descriptiva de la elaboración del proyecto TFG (Memoria proyecto).
[Enlace documento](#)

DOCUMENTACIÓN INVENTARIADO
Documento en formato PDF donde se presenta la clasificación realizada para los diferentes atributos que se rellenan en el inventariado de la parcela.
[Enlace documento](#)

CENTRO DE DESCARGAS

SHP Capa Inventariado
Archivo en formato ZIP con el archivo vectorial de polígono del inventariado (.shp .shx .prj .dbf)
[Descargar](#)

KML Capa Inventariado
Archivo KML de la capa inventariado para software Google Earth
[Descargar](#)

App DMP
Archivo en formato ZIP. Archivos de configuración para ArcPad bajo un Dispositivo Móvil Profesional
[Descargar](#)

(c) 2015. Universitat Politècnica de València
Alumno: Enrique Clérigues García
Tutor: Israel Quintanilla García

Trabajo Final de Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía
Valencia, Junio de 2015

Figura 65. Página Documentación Geoportal del proyecto

En esta página, a la parte izquierda, podemos acceder a la documentación de este proyecto. Por una parte, podemos visualizar este mismo documento y por otra parte, visualizar la clasificación realizada anteriormente para la aplicación de ArcPad.

En la parte derecha, tenemos un pequeño Centro de Descargas, donde podemos descargar el archivo vectorial de la capa inventariado, así como el archivo KML de esta misma capa para usarlos en Google Earth.

Por último, también se facilita los archivos de configuración para ArcPad de la aplicación realizada para el inventariado parcelario.

Página Servicios OGC (servicios.html)

SERVICIOS OGC

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Inicio Documentación Visualizador

Servidor WMS Catastro: Enlace a la petición GetCapabilities

Servidor WMS Ortofoto PNOA IGN: Enlace a la petición GetCapabilities

Servidor WMS capa INVENTARIADO: Enlace a la petición GetCapabilities

(c) 2015. Universitat Politècnica de València
Alumno: Enrique Clérigues García
Tutor: Israel Quintanilla García

Trabajo Final de Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía
Valencia, Junio de 2015

Figura 66. Página Servicios OGC Geoportal del proyecto

En esta sección, podemos visualizar la información correspondiente de los servicios WMS disponibles en el Visualizador, a través de sus respectivas peticiones GetCapabilities.

Página Visualizador (visualizador.html)

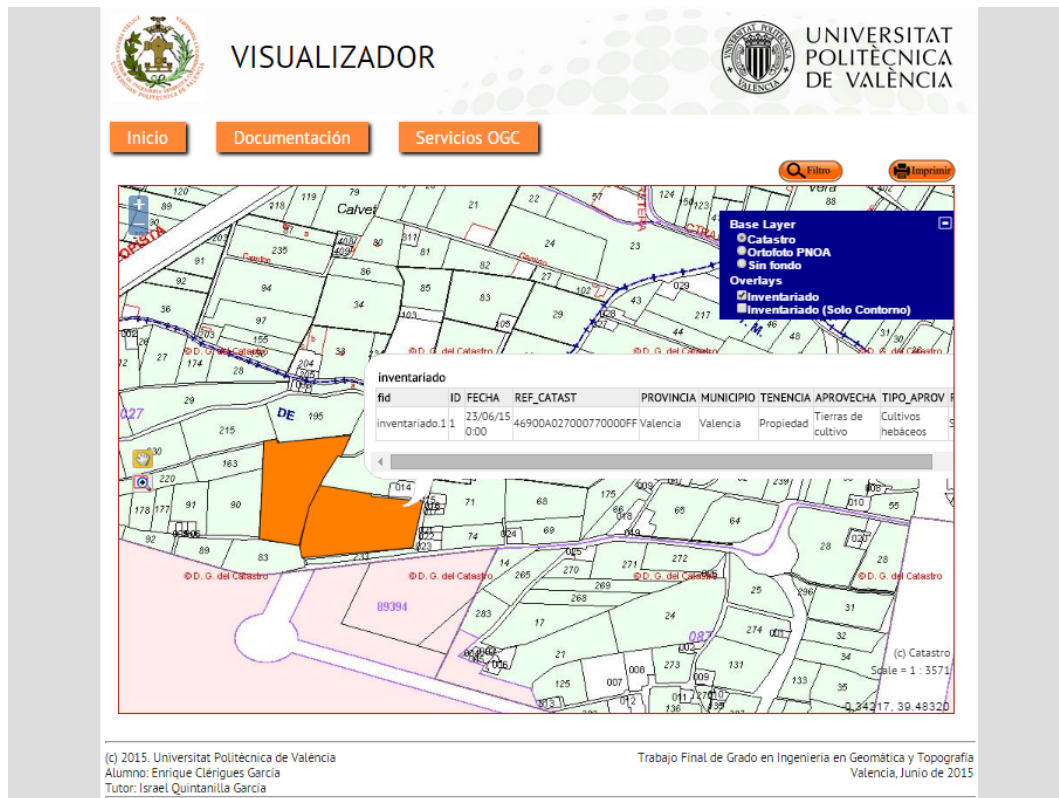


Figura 67. Página Visualizador Geoportal del proyecto con capa Catastro



Figura 68. Página Visualizador Geoportal del proyecto con capa Ortofoto

Esta página es la más importante por lo que respecta al objetivo de nuestro Geoportal, el visualizador.

Por una parte, en el lateral izquierdo, encontramos los controladores de zoom y desplazamiento. Por otra, en el lateral derecho, encontramos el selector de capas en la parte superior, y la escala junto a las coordenadas del mouse en la parte inferior. En el selector de capas, como ya hemos comentado, podemos elegir la capa base (Base Layer) que será la capa de fondo donde se superpone la capa *inventariado* (Overlay). Como capa base podremos elegir entre Catastro (conexión al servicio WMS ofrecido por Catastro), Ortofoto PNOA (conexión al servicio WMS ofrecido por el IGN) o Sin Fondo. Y como capas superpuestas, tenemos nuestra capa "*Inventariado*" e "*Inventariado (Solo Contorno)*" mediante el servicio WMS ofrecido por Geoserver.

También se añadido la funcionalidad de consultar los datos del polígono al hacer click en el polígono deseado. Esta acción lo que hace es realizar una petición GetFeatureInfo, mostrándonos en un *pop-up* la información alfanumérica de dicho polígono.

Finalmente, se ha añadido un botón (Imprimir) para imprimir una vista del visualizador, y otro botón (Filtro) que abre una ventana emergente para poder realizar consultas por atributos. Esta última funcionalidad de nuestro visualizador pasamos a comentarla a continuación.

Página Filtro (filtrar.html)

fid	ID	FECHA	REF_CATAST	PROVINCIA	MUNICIPIO	TENENCIA	APROVECHA	TIPO_APROV	REGADIO	SIST_REGAD	CULTIVO	CLASE	VARIEDAD	TIPO	AREA	PERIMETRO
inventariado.11	23/06/15 0:00	46900A027000770000FF	Valencia	Valencia	Propiedad	Tierras de cultivo	Cultivos herbáceos	Superficial	Inundación	Hortalizas	Cebollas	Babosa			10542.976	419.173

Figura 69. Página Filtro ventana emergente Geoportal del proyecto

Esta sección nos permite realizar una consulta *Query* para filtrar todos los polígonos de la capa *Inventariado* por el atributo y valor, mostrando en pantalla solo los polígonos que cumplen la condición introducida, y además podemos consultar la información de cada polígono haciendo click sobre ellos.

Gracias a esta sección, podemos realizar consultas como por ejemplo mostrar todas las parcelas que tengan cultivados cítricos, o las parcelas de un mismo municipio, etc.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Geodésica, Cartográfica y Topográfica

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

PROYECTO FINAL DE GRADO

APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES
PARA EL INVENTARIADO Y CONTROL DE LA
CARTOGRAFÍA CATASTRAL RÚSTICA

PARTE IV. Caso Práctico

5 PARTE IV. Caso práctico

Como caso práctico, y para extraer las conclusiones pertinentes sobre este proyecto, se ha realizado una toma de datos real en dos parcelas de cultivo adyacentes al recinto de la UPV. Para ello, se ha instalado en el DMP Geoexplorer Serie 5 el software ArcPad, y se han cargado los archivos de configuración programados con ArcPad Studio para la aplicación del inventariado personalizado.

Se ha configurado en ArcPad el PDOP para que nos alerte en caso de que este sea superior a 6, y también se ha estipulado que el registro de la toma de vértice sea el promedio de 60 mediciones.

Por último, el DMP se ha conectado vía wifi a la conexión 4G del teléfono móvil para poder posteriormente enviar los datos al servidor a través de internet. Esto se consigue gracias al script que habilita una conexión FTP entre el DMP y nuestro servidor.

5.1 Zona de actuación



Figura 70. Zona de actuación caso práctico

5.2 Toma de datos

Se han tomado dos parcelas:

- Parcela 1:
 - Referencia Catastral: 46900A027000770000FF
 - Cultivo: Cebolla Babosa
- Parcela 2:
 - Referencia Catastral: 46900A027000810000FM
 - Cultivo: Chufa

Los datos obtenidos han sido los siguientes:

Datos gráficos:

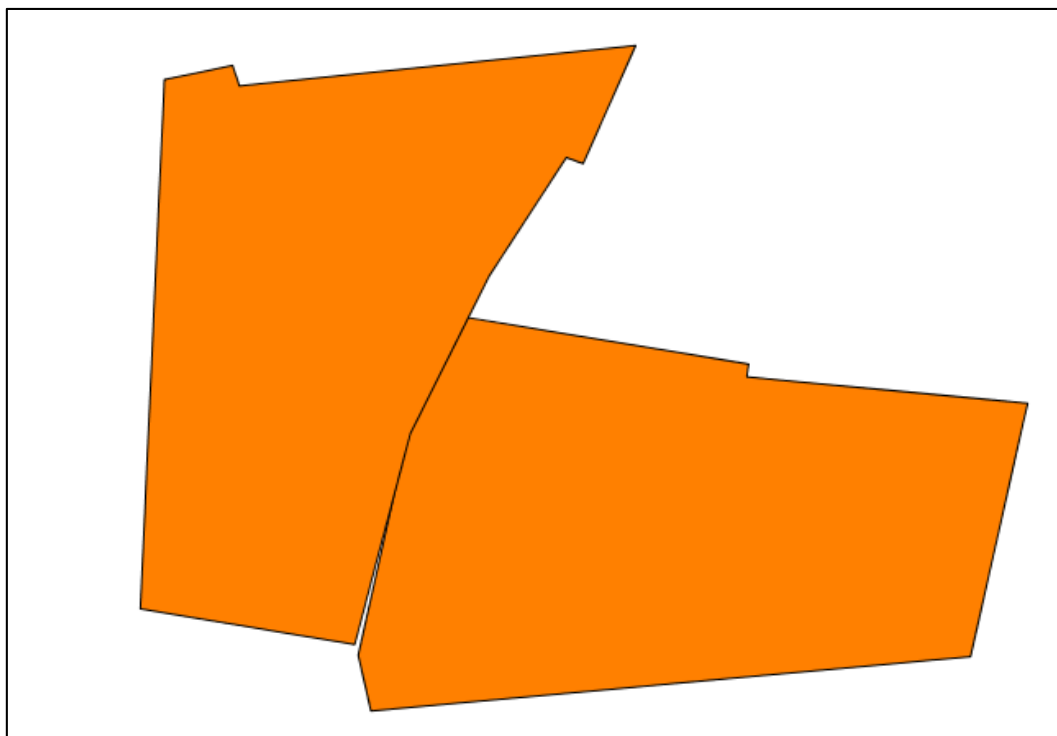


Figura 71. Toma de datos gráficos

Datos alfanuméricos:

ID	FECHA	REF_CATAST	PROVINCIA	MUNICIPIO	TENENCIA	APROVECHA	TIPO_APROV	REGADIO	SIST_REGAD	CULTIVO	CLASE	VARIEDAD	TIPO	AREA	PERIMETRO
1	23/06/15 0:00	46900A027000770000FF	Valencia	Valencia	Propiedad	Tierras de cultivo	Cultivos herbáceos	Superficial	Inundación	Hortalizas	Cebollas	Babosa		10542,976	419,173

ID	FECHA	REF_CATAST	PROVINCIA	MUNICIPIO	TENENCIA	APROVECHA	TIPO_APROV	REGADIO	SIST_REGAD	CULTIVO	CLASE	VARIEDAD	TIPO	AREA	PERIMETRO
2	23/06/15 0:00	46900A027000810000FM	Valencia	Valencia	Propiedad	Tierras de cultivo	Cultivos herbáceos	Superficial	Inundación	Cereales	Chufa			9596,836	460,057

5.3 Comparativa gráfica

Realizamos una superposición de las parcelas con el Catastro y con la Ortofoto, mediante el visualizador de nuestro Geoportal.

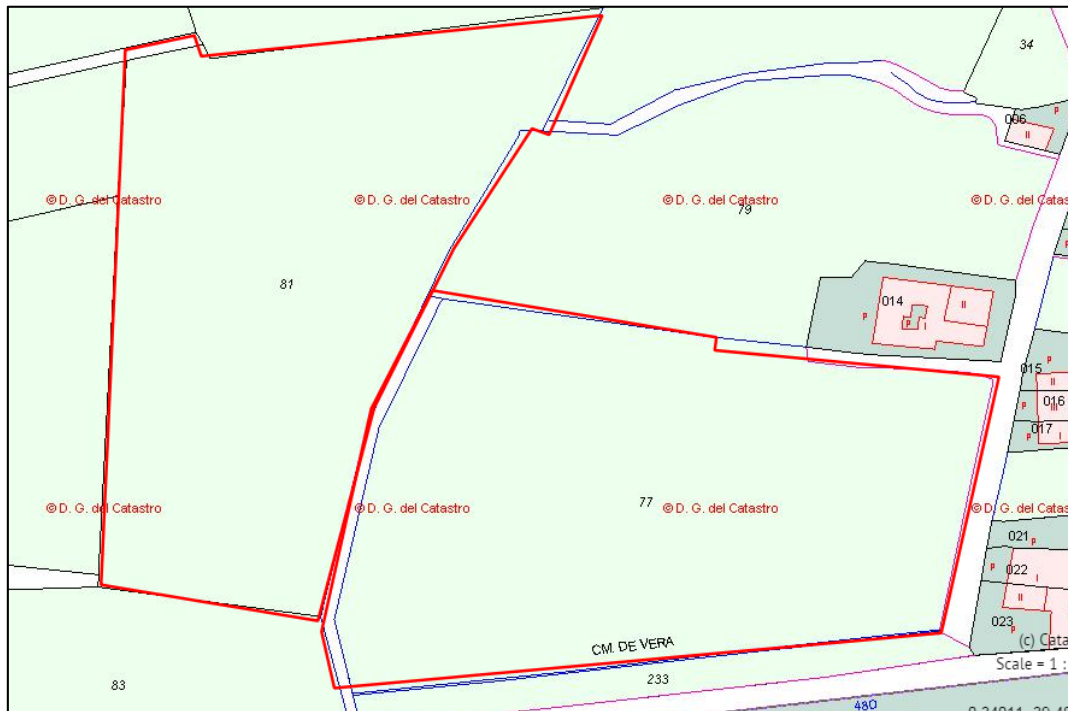


Figura 72. Superposición de datos con Catastro



Figura 73. Superposición de datos con Ortofoto

Como podemos observar con la superposición de las parcelas sobre el catastro y la ortofoto, el trazado de los contorno coinciden espacialmente bastante aproximado. No obstante, existe ciertas discrepancias en los vértices debido a la precisión del DMP.

5.4 Datos Catastrales de ambas parcelas

Desde la Sede Electrónica del Catastro (<http://www.sedecatastro.gob.es>), generamos una CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA RÚSTICA, para cada parcela:

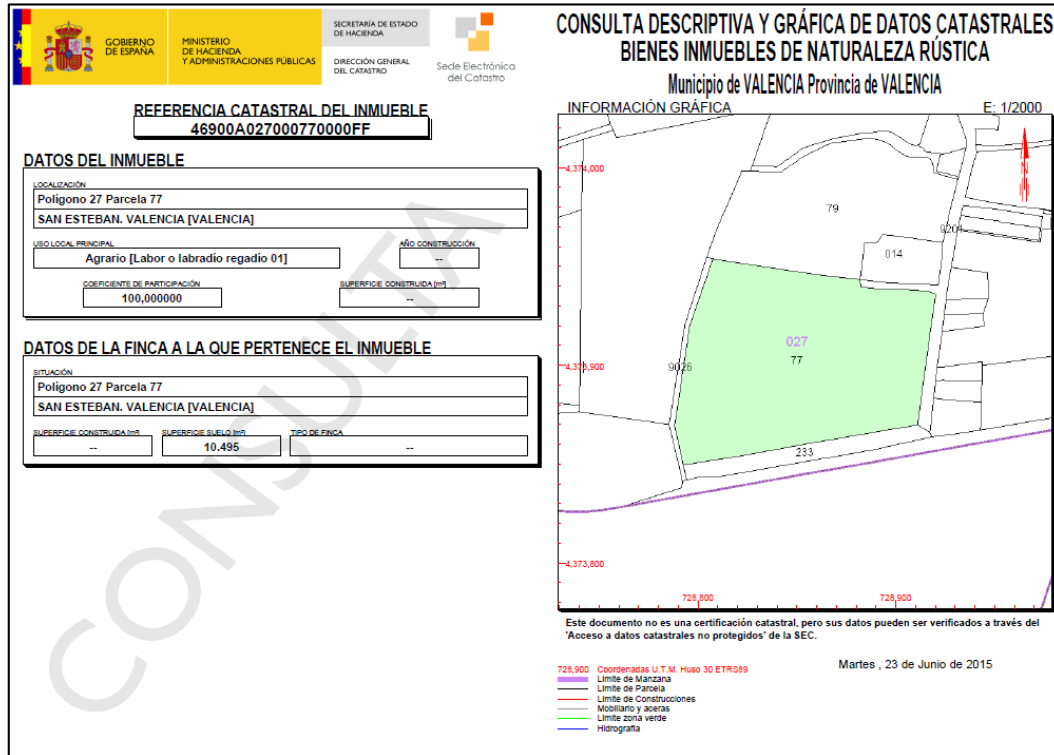


Figura 74. Consulta catastro parcela 1

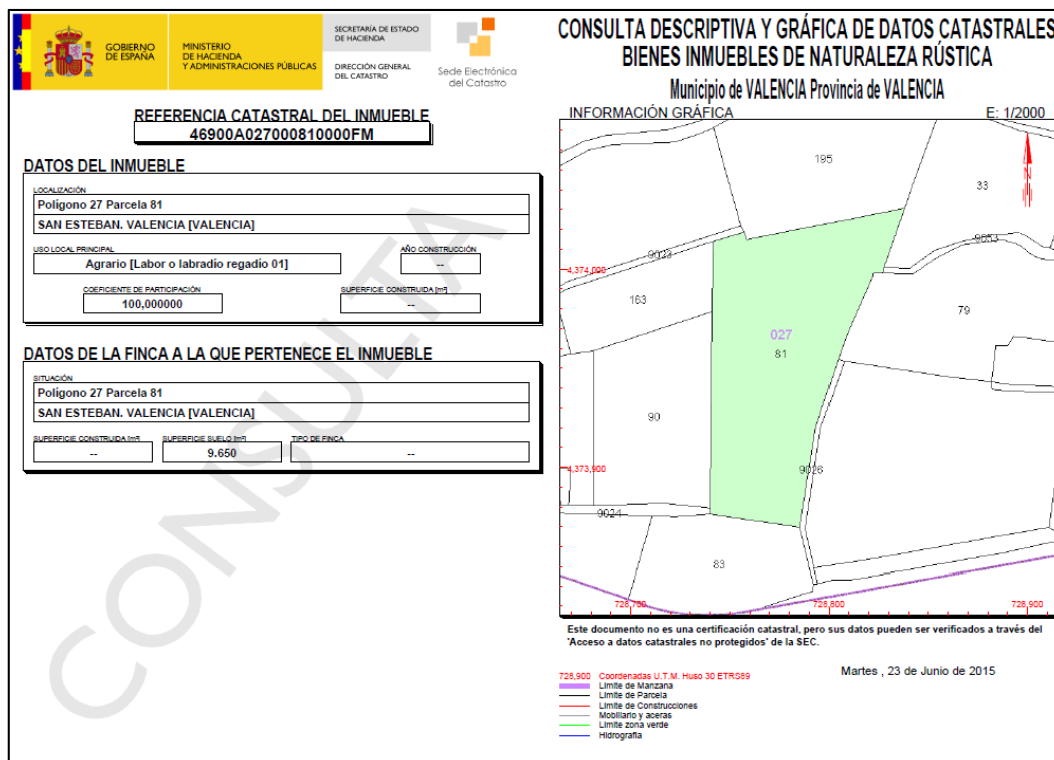


Figura 75. Consulta catastro parcela 2



5.5 Comparativa alfanumérica

Ahora, vamos a comparar la medición superficial en m² obtenida de cada parcela con la registrada en catastro:

- Parcela 1:
 - Superficie Medida: 10542.976 m²
 - Superficie Catastro: 10495 m²
- Parcela 2:
 - Superficie Medida: 9596.836 m²
 - Superficie Catastro: 9650 m²

Como podemos observar, en la parcela 1 existe una discrepancia de 47.976 m², y la superficie de la parcela 2 discrepa en 53.164 m².

Así pues, era de esperar estas discrepancias ya que, como hemos visto anteriormente, las características técnicas del DMP utilizado nos proporcionarán las precisiones necesarias para la tolerancia buscada. Además, como ya indicamos, el ArcPad utilizado en los DMP, nos permite introducir parámetros de calidad en la adquisición de datos que nos garanticen la precisión esperada. Parámetros tales como un valor límite de PDOP o un límite máximo de error (EPE). De esta forma, en la toma y medición de las parcelas definimos estos parámetros (PDOP<6 y EPE<3 m) por lo que nos aseguramos que la toma de puntos y su precisión estaba en el rango esperado.

Por esta razón, podemos concluir que para la finalidad que le hemos dado a nuestro trabajo, podemos aceptar esta precisión ya que el objetivo es por una parte inventariar la parcela, y por otra obtener la ubicación y forma de esta, así como una aproximación a su medición superficial.



6 CONCLUSIONES

A lo largo de este documento, se han desarrollado diferentes técnicas y aplicaciones del mundo de las nuevas tecnologías, junto con los conceptos teóricos necesarios para la buena comprensión de las diferentes partes tratadas.

Así pues, gracias a la correcta combinación de todas estas partes diferentes pero a la vez relacionadas, se ha podido culminar con éxito la construcción de una aplicación para DMP conectada con un Geoportal, consiguiendo de esta manera el objetivo de este trabajo, que muy bien define el título del proyecto, “*Aplicación de los dispositivos móviles para el inventariado y control de la cartografía catastral rústica*”.

Sin duda, aquí hemos visto una pequeña aplicabilidad de una gran disciplina, encargada de integrar los medios de captura, procesamiento y análisis de los datos georreferenciados y como tal puede ser usada en diferentes aplicaciones. Esta ciencia es *La Geomática*.

Centrándonos en nuestro proyecto, podemos concluir que el objetivo marcado se ha conseguido. Trabajo que puede ser buena solución para ayuntamientos, cooperativas agrícolas, etc.

Gracias al trabajo realizado, el usuario puede inventariar de forma correcta las parcelas rústicas deseadas, transmitir instantáneamente dicha información documentada al servidor, desde el cual se gestiona dicha información para ofrecerla a través del geoportal. Geoportal en el cual se pueden realizar las consultas necesarias, interactuar con los datos almacenadas y obtener información detallada tanto gráficamente como numéricamente.

Aunque la línea de futuro de este proyecto se ha ido marcando en el desarrollo de esta memoria, sería interesante comentar algunas pequeñas mejoras que, sin duda aportarían un mejor rendimiento y una aplicabilidad más extendida.

Por una parte, en cuanto a la aplicación, sería interesante añadir el rango de fechas en que dicho cultivo está en plena producción, por lo que ayudaría a establecer rutas de vigilancia para evitar hurtos. También, se podría programar la aplicación para que acceda a la base de datos del catastro, obteniendo así automáticamente ubicación de la parcela y referencia catastral de esta, con lo que se evitaría algún dato erróneo. O, utilizar un DMP con mayor precisión si el objetivo del usuario es principalmente de carácter espacial, por ejemplo el Trimble Geo Explorer Serie 7 el cual tiene precisión centimétrica.

Por otra parte, en cuanto el visualizador, se podría establecer algunas consultas *Query* ya programadas para facilitar su funcionalidad o, también añadir unos estilos para que las parcelas cambien de color por ejemplo según el tipo de cultivo.

No obstante, las variaciones o mejoras que se puedan realizar, entran dentro de la funcionalidad y aplicabilidad que se le vaya a dar. El peso importante de este trabajo recae sobre los datos, la facilidad de la toma de estos y de su accesibilidad por parte del usuario, funciones que cada vez son más rápidas y sencillas gracias a esta ciencia y a las nuevas tecnologías.



“La Geomática está direccionada a resolver problemas globales y de la comunidad, mejorando así la calidad de vida de las personas. Aplicando los criterios de colección, administración y representación de la data geoespacial se sirve al bien común en diferentes niveles de la sociedad: Estados, gobiernos provinciales, municipalidades, instituciones; a las personas directa e indirectamente. Contar con la información geoespacial completa, al día y en un mismo sistema de referencia es hoy de extrema importancia para la economía y el desarrollo social.”

Miguel Vásquez Arias (Revisar 3/2009).



7 BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Apuntes de la asignatura “Infraestructura de Datos Espaciales” impartida por el profesor José Carlos Martínez Llario. Curso. 2014-2015.
- ✓ Apuntes de la asignatura “GNSS aplicado a la Ingeniería y dispositivos móviles” impartida por el profesor Doctor Israel Quintanilla García. Curso. 2014-2015.
- ✓ TFC titulado: “Construcción de un SIG para la Gestión de Rutas en Caminos no Cartografiados”. Año 2007. Autor: Miguel García Bover.
- ✓ TFG titulado: “Diseño de una infraestructura de datos espaciales municipio de Manises”. Año 2013. Autora: María Amparo Palop Cubillos.
- ✓ TFG titulado: “Infraestructura de datos espaciales con software libre”. Año 2013. Autor: José Miguel Rosa Castillo.
- ✓ TFG titulado: “Diseño de una infraestructura de datos espaciales municipio de Cheste”. Año 2013. Autora: Paula Díaz del Toro.
- ✓ Figuras obtenidas a partir del buscador Google Imágenes.
- ✓ Ayuda online de Esri para ArcPad.
<http://resources.arcgis.com/en/communities/arcpad/index.html>
- ✓ Consulta y visualización de ejemplos de programación en Java, VBA y HTML.
<http://www.w3schools.com/>
- ✓ Consulta y visualización de ejemplos para la creación del visualizador con OpenLayers. <http://openlayers.org/>



8 AGRADECIMIENTOS

Agradecer al tutor del proyecto, Israel Quintanilla García, su ayuda incondicional en la elaboración del proyecto, su atención y su profesionalidad.

Agradecer a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la Universidad Politécnica de Valencia la formación recibida.

A mi familia por su ayuda y respaldo durante estos años, sin ellos no podría haber llegado siempre a mis objetivos marcados.



9 ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN DIGITAL

Junto con la memoria se adjunta en formato digital los siguientes dos bloques de archivos:

- ✓ Archivos de configuración y datos de la aplicación de inventariado preparados para su carga en software ArcPad instalado en Dispositivo Móvil Profesional.
- ✓ Archivos correspondientes a las páginas y estilos del Geoportal, preparados para la carga en un servidor web.

Estos archivos están incluidos dentro de un archivo comprimido en formato ZIP denominado *anexo1.zip*.