

## Licencia de uso:

### Licencia GPL:

Puede copiar y distribuir el Programa (o un trabajo basado en él, según se especifica en el apartado 2, como código objeto o en formato ejecutable según los términos de los apartados 1 y 2, suponiendo que además cumpla una de las siguientes condiciones:

1. - Acompañarlo con el código fuente completo correspondiente, en formato electrónico, que debe ser distribuido según se especifica en los apartados 1 y 2 de esta Licencia en un medio habitualmente utilizado para el intercambio de programas
2. - Acompañarlo con una oferta por escrito, válida durante al menos tres años, de proporcionar a cualquier tercera parte una copia completa en formato electrónico del código fuente correspondiente, a un coste no mayor que el de realizar físicamente la distribución del fuente, que será distribuido bajo las condiciones descritas en los apartados 1 y 2 anteriores, en un medio habitualmente utilizado para el intercambio de programas,
- 3.- Acompañarlo con la información que recibió ofreciendo distribuir el código fuente correspondiente. (Esta opción se permite sólo para distribución no comercial y sólo si usted recibió el programa como código objeto o en formato ejecutable con tal oferta, de acuerdo con el apartado 2 anterior).



UNIVERSIDAD OBERTA DE CATALUNYA

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas

**Construcción de un visor WEB de  
biodiversidad con OpenLayers**

---

**Alumno:** Jesús Rojas Borrego  
**Consultor:** Víctor Velarde Gutiérrez  
Curso 2011-1



INDICE

### **Dedicatoria y agradecimientos**

Agradecer a mi consultor Víctor Velarde Gutiérrez la ayuda prestada por sus respuestas rápidas en tiempo y forma. Y en general a aquéllos que de alguna forma no pude atender en la forma en la que hubiese deseado.

## Resumen

En el presente documento, se expone el trabajo realizado en el período lectivo del primer semestre de la asignatura “Trabajo Final de Carrera” TFC de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas de Información Geográfica. Se detallan el trabajo y tareas llevadas a cabo en ese período.

Se ha intentado llevar una pauta coherente en términos temporales, sin perjuicio de la existencia de contingencias que afectan al curso deseado de dicho trabajo. Aun así, se ha procurado un aceptable grado de previsión, de forma que las posibles consecuencias no afecten de forma negativa en el resultado final.

La zona geográfica propuesta en este trabajo es Andalucía. Al igual que en el resto de la península y archipiélagos, la zona asociada a esta temática es relativamente grande, siendo la superficie andaluza especialmente extensa.

Este trabajo pretender construir una fuente de información de interés en el ámbito de la Biodiversidad. El visor desarrollado en el TFC es susceptible de aplicarse a otros ámbitos de trabajo, distintos a la Biodiversidad, mediante el tratamiento de otras fuentes de datos geoespaciales

Se ofrece, con este trabajo, una forma visual y accesible de obtener datos georreferenciados para el interés de cuantos estén relacionados con este campo, ya sean particulares interesados en los hábitats andaluces o personas afines al medioambiente.



**TABLA DE CONTENIDOS**

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>INTRODUCCIÓN</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1       | Justificación  | 7         |
| 1.2       | Objetivos del TFC  | 8         |
| 1.3       | Metodología de Trabajo   | 10        |
| 1.4       | Planificación  | 10        |
| 1.5       | Entregables  | 11        |
| <b>2</b>  | <b>ESTUDIO DE UN SIG</b>   | <b>12</b> |
| 2.1       | Importancia de los SIG   | 12        |
| 2.2       | Precedentes de interés   | 13        |
| <b>3</b>  | <b>ESTUDIOS DE CONCEPTOS DE CARTOGRAFIA</b>                      | <b>15</b> |
| 3.1       | <b>FORMATOS</b>  | <b>17</b> |
| 3.1.1     | Ráster   | 18        |
| 3.1.2     | Vectorial  | 18        |
| <b>4</b>  | <b>PREPARACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA</b>                             | <b>20</b> |
| 4.1       | Datos geográficos  | 20        |
| 4.2       | Naturaleza de los datos fuente                                   | 21        |
| 4.3       | Búsqueda de ortofotografías y datos geográficos                  | 21        |
| 4.3.1     | Datos del Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino   | 21        |
| 4.3.2     | Información Ambiental de de la Agencia Europea de Medio Ambiente | 22        |
| 4.4       | Diseño y modelo de datos   | 23        |
| 4.5       | Importación de datos   | 23        |
| <b>5</b>  | <b>PLANIFICACION DEL PROYECTO</b>                                | <b>24</b> |
| 5.1       | Productos obtenidos  | 25        |
| 5.2       | Breve descripción de los capítulos                               | 25        |
| <b>6</b>  | <b>CONFIGURACION ENTORNO</b>                                     | <b>26</b> |
| 6.1       | OpenLayers   | 27        |
| 6.2       | GeoServer:   | 28        |
| 6.3       | postgreSQL / postGIS   | 29        |
| 6.4       | Documentación de manuales y/o guías                              | 30        |
| <b>7</b>  | <b>DISEÑO Y DESARROLLO DEL VISOR WEB. IMPLEMENTACION</b>         | <b>31</b> |
| 7.1       | <b>Capa Cliente</b>  | <b>31</b> |
| 7.1.1     | Clases OpenLayers implicadas                                     | 32        |
| 7.1.2     | Utilidades opcionales  | 33        |
| 7.1.3     | Modificaciones:  | 33        |
| 7.2       | <b>Capa Datos</b>  | <b>34</b> |
| 7.2.1     | Tablas y vistas  | 34        |
| 7.2.2     | Modelado   | 35        |
| 7.3       | <b>Capa Servicio de Mapas</b>                                    | <b>38</b> |
| 7.3.1     | Proyección   | 39        |
| 7.3.2     | Estilos selectivos   | 40        |
| 7.4       | <b>Interface</b>   | <b>41</b> |
| <b>8</b>  | <b>RIESGOS - CONTINGENCIAS</b>                                   | <b>45</b> |
| 8.1       | Hardware:  | 45        |
| 8.2       | Software:  | 45        |
| 8.3       | Documentación:   | 46        |
| 8.4       | Imprevistos:   | 46        |
| <b>9</b>  | <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>46</b> |
| <b>10</b> | <b>ANEXO I. PLANIFICACION</b>                                    | <b>49</b> |
| <b>11</b> | <b>ANEXO II. Esquemas SQL</b>                                    | <b>50</b> |
| <b>12</b> | <b>ANEXO III. BIBLIOGRAFIA Y ENLACES</b>                         | <b>52</b> |



## TABLA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1.- ESQUEMA CONCEPTUAL                             | 9  |
| FIGURA 2.- ENTORNO SIG                                    | 15 |
| FIGURA 3.- EFECTO DE PROYECTAR LA ESFERA TERRESTRE        | 16 |
| FIGURA 4.- VECTORIAL RÁSTER                               | 19 |
| FIGURA 5.- APLICACIÓN 3 CAPAS: CLIENTE, DATOS Y SERVICIOS | 26 |
| FIGURA 6.- EJEMPLO DE CAPA MEDIANTE OPENLAYERS            | 27 |
| FIGURA 7.- PREVISUALIZACIÓN DE CAPA                       | 29 |
| FIGURA 8.- DISEÑO RELACIONAL PARA “HABITAT’S”             | 36 |
| FIGURA 9.- HABITATS MAS INFLUYENTES                       | 37 |
| FIGURA 10.- CAPAS EN EL SERVIDOR                          | 38 |
| FIGURA 11.- MUESTRA DE DATOS ASOCIADOS                    | 42 |
| FIGURA 12.- ESCALA DE LA INFLUENCIA DE HABITATS           | 43 |

### Leyenda de enlaces:

Los elementos subrayados que aparecen por primera vez, hiperenlazan con sus fuentes.

El icono  hiperenlaza con la fuente de información de cada figura.

Existen hiperenlaces a archivos adjuntos. Se recomienda no romper la ruta de éstos.



## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, el medioambiente tiene un gran peso en la opinión pública, y cada vez, tiene mayor protagonismo político, social e incluso económico.

Los diferentes recursos naturales, la protección de especies susceptibles de merma demográfica y/o extinción, las zonas naturales de recreo y ocio, las reservas de biodiversidad, y en general, toda la temática referida al sostenimiento, gestión y preservación de estos espacios a proteger, son argumentos sobre los que al día de hoy, se están desplegando una intensa actividad social e institucional.

### 1.1 Justificación

Sin duda, para poder llegar a este fin, se debe contar con la información pertinente y el soporte legal competente, que asegure el buen fin de esta preocupación global. El interés está reflejado en distintos estratos. A nivel europeo, existen directivas que orientan la política medioambiental y de biodiversidad. La *directiva Hábitat*, que “...pretende contribuir al mantenimiento de la biodiversidad en los Estados miembros definiendo un marco común para la conservación de los hábitats y la fauna y la flora de interés comunitario” expone claramente la finalidad de esta iniciativa. A su vez, esta directiva es la que crea la **Red Natura 2000** que hace referencia a “...zonas especiales de conservación designadas por los Estados miembros con arreglo a la presente Directiva. Asimismo, incluye zonas especiales de protección”.

De esta fuente obtendremos el grueso de la información técnica que dará soporte a nuestro trabajo.



A partir de aquí, observamos la importancia que puedan tomar los Sistemas de Información Geográfica, manejando y procesando la información procedente de las fuentes antes mencionadas, y ofreciendo así un entorno que facilite la visualización de esta información, ofreciendo la posibilidad de establecer conclusiones.

Afortunadamente, el interés y la preocupación es prácticamente universal, y las fuentes de datos están también disponibles a nivel nacional y regional. El acceso y formato de estos datos se ha estandarizado, y en este sentido se observa una incipiente disposición por parte de las diferentes administraciones en ofrecerlos a usuarios y profesionales.

## 1.2 Objetivos del TFC

Los objetivos del trabajo son:

1. Conocer los fundamentos básicos de la tecnología **SIG**.
2. Aplicar los conocimientos adquiridos en **SIG** al desarrollo de un proyecto web para la difusión de información ambiental.
3. Conocer la problemática de la recogida e integración de cartografía (formatos, proyecciones, escalas...).
4. Tomar contacto con software **SIG** libre y entender





A partir de aquí, y básicamente, el **Trabajo Final (TFC)** consistirá en el diseño e implementación de una **Aplicación Web** para ofrecer información sobre Biodiversidad (medioambiente y especies) sirviéndonos de los siguientes elementos software:

**OpenLayers**, como librería JavaScript que nos aporte la implementación final.

**GeoServer**, como servidor de mapas, que aportará el mapeo a OpenLayers.

**postgreSQL + postGIS**, será la implementación BBDD que albergue los datos geoespaciales.

Los dos últimos puntos son software a instalar localmente. GeoServer será nuestro servidor local de mapas, por lo que todo el acceso desde **OpenLayers** será a través de la dirección localhost:80. En nuestro caso, se trata de visualizar gráficamente la información procedente de diversas fuentes (fundamentalmente del **Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural, y Marino** *mma.es*) de las que cabe destacar la Red Natura 2000, y que nos aportarán datos de naturaleza *medioambiental* y de *biodiversidad*, conceptos que actualmente han adquirido una gran importancia, desde la ciudadanía hasta las instituciones involucradas en su control y desarrollo sostenible (esto último, se tratará con mayor extensión en el capítulo 7.- “**IMPLEMENTACION**”).

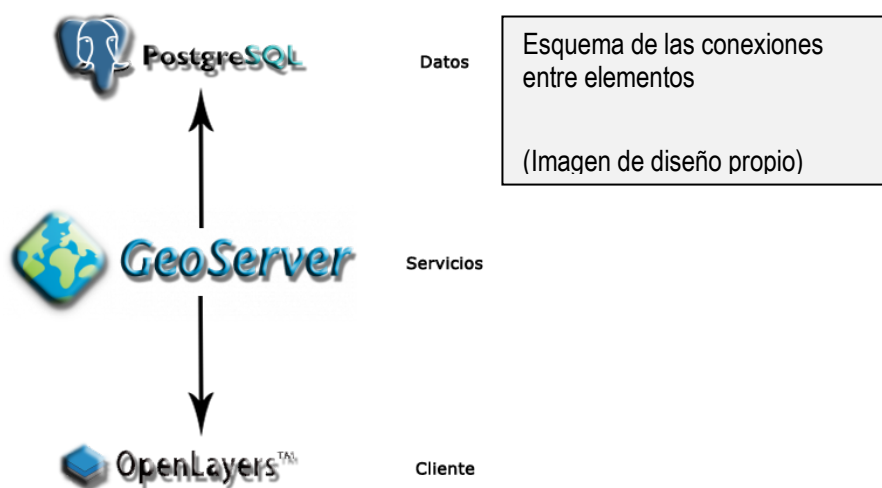


FIGURA 1.- ESQUEMA CONCEPTUAL



INDICE

### 1.3 Metodología de Trabajo

1. **Diagnóstico:** Se hace una lectura de las partes que conforma el enunciado del trabajo, enumerando recursos necesarios y disponibilidad de los mismos. Se visitan enlaces con los datos geográficos que se ofrecen: MMA y AEMA.
2. **Análisis:** A priori, se establece una posible solución, en función de aquéllos recursos y de las finalidades del trabajo. En este punto se ha determinado con relativa certeza, el grueso del trabajo final.
3. **Propuesta:** Se comienza con un esbozo “a papel” estableciendo las primeras pautas a seguir.
4. **Implementación:** En esta etapa se acude a numerosa documentación técnica del software (postgreSQL + postGIS, GeoServer, OpenLayers).
5. **Validación o ajuste:** Una vez finalizado el trabajo, se procede a depurar los elementos que aún no han sido llevados a buen término según las pautas definidas en “Propuesta”: interface, datos procedentes de la BBDD y sus correctas definiciones, optimización y uso de la caché del servidor, etc).

### 1.4 Planificación

La planificación se establece en términos de tiempo, y es vinculante tanto para las entregas parciales como para la entrega final.

Existen diferentes entregas que de forma periódica son evaluadas. Para la primera, llamada PEC1 o “Plan de Trabajo”, se hace un planteamiento formal de las próximas entregas por hacer, quedando establecido un vínculo que compromete a entregar en plazo y forma el resto del material por parte del estudiante.



Posteriormente, ya en la segunda entrega, se hace una presentación del área en estudio y un preámbulo de lo que significan los Sistemas de Información Geográfica. Es ya en la tercera parte dónde se ataca realmente la solución del problema a resolver. Desde un inicial diseño hasta la puesta en práctica de la implementación que previamente se ha ido concibiendo en función del estudio previo. Y llegando al final de ésta, cabe planear los trazos finales que se harán en la entrega final, contrastando y cotejando con el consultor los diferentes detalles, tanto técnicos como puramente formales que deberán conformar el trabajo final.

Finalmente, el trabajo definitivo es evaluado por un tribunal que además de la memoria presente, recibirá una presentación multimedia, además de aquellos archivos que den cuerpo a la solución propuesta por el estudiante. Un debate virtual pondrá fin al período evaluativo de la asignatura.

Ver ANEXO I. “Planificación”.

## 1.5 Entregables

Periódicamente, y como determina el modelo de evaluación, se hacen entregas parciales del contenido que se ha ido incorporando progresivamente al grueso del trabajo. Estas entregas son supervisadas y puestas en conocimiento para su ulterior optimización, estableciéndose con ello una pauta que elabore a la postre el TFC.

Al final de la elaboración del producto, se completarán los apartados correspondientes de la memoria relativos a problemas encontrados y futuras posibilidades de mejora. Se preparará una presentación multimedia (incluyendo audio) que refleje todo el trabajo realizado, incluyendo el visor.



Además del trabajo mismo como documento literario y de la presentación multimedia, se hace necesaria la entrega del producto, tal y como expresa claramente el enunciado del TFC. Este, constará del contenido HTML definido y aquéllos ficheros vinculados anexos al mismo. En este sentido, cabe advertir, la funcionalidad local del visor, ya que éste hace accesos tanto locales como remotos, lo que hace que la evaluación del producto pueda estar condicionada a estos accesos (quizás por ello se hace muy conveniente dicha presentación multimedia y la lectura del trabajo impreso).

## 2 ESTUDIO DE UN SIG

**SIG** puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los **SIG** son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

### 2.1 Importancia de los SIG

Todo elemento geográfico puede tener su importancia, por tanto los límites de un país, la localización de los hospitales, las rutas de reparto, la gestión forestal, localización de especies en plantaciones, etc.



La localización espacial es un objetivo que puede resolver muchos problemas de la sociedad actual. Algunos son tan rutinarios que ni se aprecia: la cuestión diaria de qué ruta escoger, recibir direcciones mientras conducimos, escoger un hotel, etc. Otros son tan relevantes que afectan a millones de personas, como el desmantelamiento masivo de grandes instalaciones y su inevitable afectación.

## 2.2 Precedentes de interés

Si bien los antecedentes se remontan a los primeros estudios espaciales del s. XIX e incluso más lejanos (relacionados con la cartografía). Los SIG, tal y como son actualmente, se diseñaron en los años sesenta. A partir de esta fecha los SIG han experimentado un importante avance, debido al empuje de diferentes organizaciones, individuos e instituciones, sobretodo en el ámbito anglosajón.

### a) Etapa pionera

Años sesenta, en plena recuperación de la posguerra. Se inician importantes procesos de desarrollo tecnológico. En esta era de innovación, se crea el CGIS, sistema de información geográfica de Canadá para el inventariado de recursos naturales. Este primer SIG fue diseñado a mediados de los años sesenta como un sistema de medición de mapas computarizado.

Más tarde, un arquitecto norteamericano, empezó a trabajar con sistemas de mapas informatizados y estableció el primer Laboratorio de Gráficos Informatizados y Análisis Espacial en la Universidad de Harvard. En 1969, dos estudiantes de este laboratorio de Harvard formaron la empresa ESRI, muy importante y extendida en la actualidad, para el desarrollo de proyectos SIG.



### **b) Etapa comercializadora**

Es en los años ochenta cuando empieza realmente el desarrollo de los SIG, que llega a niveles que permiten sostener una industria significativa de software.

Los primeros usuarios de SIG fueron empresas forestales y agencias de recursos naturales, por la necesidad de mantener la información y regular el uso eficiente de los recursos del territorio. Sin duda, los beneficios de la gestión y la toma de decisiones utilizando las herramientas SIG eran superiores a los elevados costes de implantación del sistema.

### **c) Extensión comercial**

En 1993 se establece en Europa **EUROGI**, una organización no gubernamental que representa la comunidad de información geográfica europea. El objetivo de EUROGI es maximizar la disponibilidad y el uso efectivo de la información geográfica en Europa.

### **d) Explotación masiva y generalización**

Durante la última década, el fuerte desarrollo de las tecnologías de la información, Internet, las tecnologías móviles y los sistemas de posicionamiento, están propiciando la expansión del software SIG, la demanda de datos cartográficos y los servicios basados en la localización.

En el 2004 nace el **proyecto INSPIRE**, una iniciativa de la UE que tiene en cuenta normas técnicas y protocolos, aspectos de coordinación y organizacionales, aspectos de política de datos,

---



como el acceso a los datos, y la creación y mantenimiento de la información espacial. Así, progresivamente, el empleo de los SIG se ha extendido exponencialmente, irrumpiendo en todos los sectores sociales.

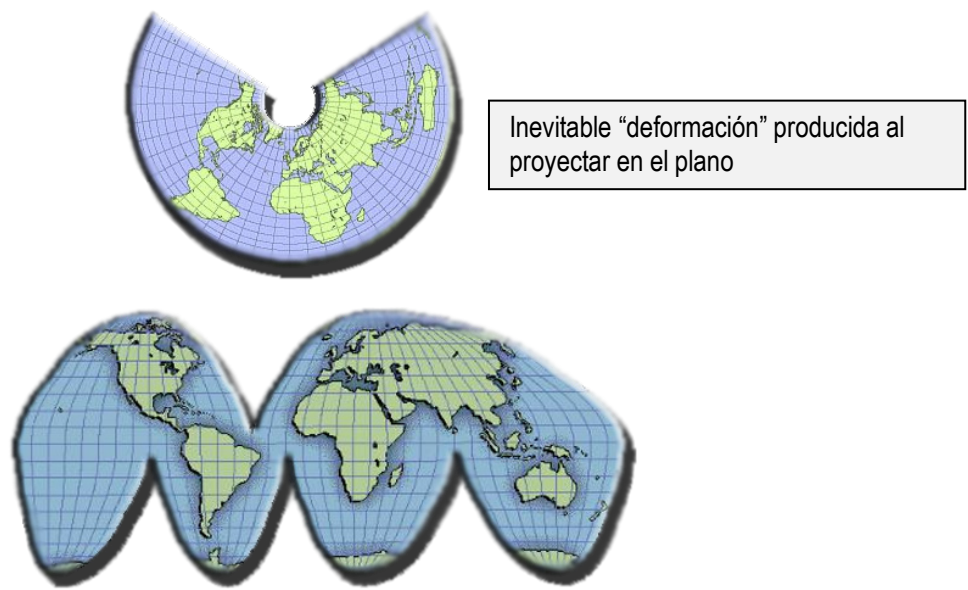


### 3 ESTUDIOS DE CONCEPTOS DE CARTOGRAFIA

Los SIG multiplican al tiempo que facilitan las posibilidades de componer un mapa. Pero esta facilidad puede ser también una trampa si no tenemos unos conocimientos adecuados de

composición cartográfica. Un mapa es un documento que nos tiene que hablar, ha de ser capaz de transmitir al usuario la información que la persona que lo realiza ha determinado.

Para ello, ha de estar sujeto a las normas y convenciones del lenguaje cartográfico, es lo que denominamos sintaxis cartográfica. A continuación vamos a realizar un breve repaso de aquellos elementos más relevantes en un mapa. Un mapa es una representación de la realidad y no la realidad misma. Para representar esa realidad deberemos de utilizar unas convenciones. En primer lugar la realidad a representar es generalmente volumétrica y por lo tanto implica un cambio de tres dimensiones a dos. Este cambio de tres a dos dimensiones se suele suplir describiendo la tercera dimensión como un atributo (así por ejemplo una cota de una montaña tendría una localización de coordenadas x e y que podemos leer sobre el mapa y un atributo, z, que sería la altura).



**FIGURA 3.- EFECTO DE PROYECTAR LA ESFERA TERRESTRE**



Existen cientos de proyecciones en función de la forma en la que se da este proceso. Las podemos agrupar en tres sistemas básicos: cilíndricas, cónicas y acimutales o polares. Las primeras utilizan como plano de proyección un cilindro tangente a la superficie de la Tierra. En el segundo caso se trataría de un cono tangente o secante. Y en el tercero el plano de proyección iría tangente a un solo punto.

Las principales propiedades de las proyecciones se definen en función de las dimensiones mejor conservadas (o menos deformadas). Las proyecciones conformes no deforman los ángulos, las equivalentes las superficies y las equidistantes las distancias.

### 3.1 FORMATOS

Los datos **SIG** representan los objetos del mundo real (carreteras, el uso del suelo, altitudes). Los objetos del mundo real se pueden dividir en dos abstracciones: objetos discretos (una casa) y continuos (cantidad de lluvia caída, una elevación).

Un **SIG** se define como la herramienta que nos permite obtener la representación en un soporte informático de un espacio geográfico

El desarrollo de los SIG ha sido espectacular en los últimos años. La aparición de nuevas versiones de los programas clásicos como ARC-INFO ha sido incesante lo que da una idea del gran dinamismo de este campo en la actualidad.



Las aplicaciones son múltiples y van desde la realización de modelos hidrológicos al estudio de zonas afectadas por incendios forestales, estudio de la vegetación, suelos, etc. Son cada día más las aplicaciones y cada día son más los campos en los que son imprescindibles los SIG.

Los SIG se clasifican normalmente en dos grandes grupos: tipo vectorial y tipo ráster. La diferencia entre ambos es clara, mientras que en los tipo vectorial se trabaja con puntos, líneas y polígonos, con el tipo ráster se trabaja con una matriz para representar el terreno. En cada celda de esta matriz se contendrá la información para ese espacio de terreno.

Ejemplo de SIG vectorial es **ARC-INFO** y de tipo ráster **GRASS**, aunque ambos poseen sistemas de conversión de un formato a otro.

### 3.1.1 Ráster

Un tipo de datos ráster es, en esencia, cualquier tipo de imagen digital representada en mallas. El modelo de **SIG** ráster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor.

### 3.1.2 Vectorial

En un SIG, las características geográficas se expresan con frecuencia como vectores, manteniendo las características geométricas de las figuras.

En los datos vectoriales, el interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos geográficos sobre el espacio y donde los fenómenos a representar son



discretos, es decir, de límites definidos. Cada una de estas geometrías está vinculada a una fila en una base de datos que describe sus atributos.

**a) Puntos**

Se utilizan para las entidades geográficas que mejor pueden ser expresadas por un único punto de referencia. En otras palabras: la simple ubicación. Por ejemplo, las ubicaciones de los pozos, picos de elevaciones o puntos de interés. Los puntos transmiten la menor cantidad de información de estos tipos de archivo y no son posibles las mediciones. También se pueden utilizar para representar zonas a una escala pequeña.

**b) Líneas o polilíneas**

Son usadas para rasgos lineales como ríos, caminos, ferrocarriles, rastros, líneas topográficas o curvas de nivel. De igual forma que en las entidades puntuales, en pequeñas escalas pueden ser utilizados para representar polígonos.

**c) Polígonos**

Los polígonos bidimensionales se utilizan para representar elementos geográficos que cubren un área particular de la superficie de la tierra. Estas entidades pueden representar lagos, límites de parques naturales, edificios, provincias, o los usos del suelo, por ejemplo.

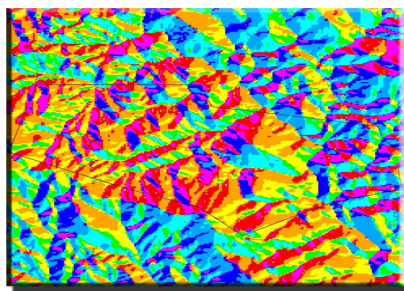
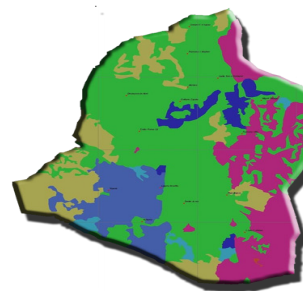


FIGURA 4.- VECTORIAL



RÁSTER

Se aprecia la diferente naturaleza de ambas imágenes. La primera definida por elementos geométricos (polígonos, líneas, etc). La segunda una imagen “gráfica”. Ambas se coordinan en un entorno SIG, ofreciendo los beneficios de dicha asociación.

## 4 PREPARACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

La cartografía tiene diversas formas de acceso. Se hace aconsejable consultar las fuentes, así como tratar de familiarizarse con el contexto del cual provienen, su estructura y la terminología empleada.

### 4.1 Datos geográficos

La captura de datos y la introducción de información en el sistema consume la mayor parte del tiempo de los profesionales de los **SIG**. Hay una amplia variedad de métodos utilizados para introducir datos en un **SIG** almacenados en un formato digital.

Con la digitalización de cartografía en soporte analógico se producen datos vectoriales a través de trazas de puntos, líneas, y límites de polígonos. Este trabajo puede ser desarrollado por una persona de forma manual o a través de programas de vectorización que automatizan la labor sobre un mapa escaneado. No obstante, en este último caso siempre será necesario su revisión y edición manual, dependiendo del nivel de calidad que se desea obtener.

Los datos obtenidos de mediciones topográficas pueden ser introducidos directamente en un **SIG** a través de instrumentos de captura de datos digitales mediante una técnica llamada geometría analítica . Además, las coordenadas de posición tomadas a través un **Sistema de Posicionamiento Global (GPS)** también pueden ser introducidas directamente en un **SIG**.



## 4.2 Naturaleza de los datos fuente

Esta información es tan variada como heterogénea. La información digital disponible puede ofrecerse tanto en formato Shapefile como **.mdb (M-ACCESS)**, ambos extensamente utilizados. El primero de ellos es sumamente útil a la hora de ser incorporado en el cargador *loader* de **postGIS** y hará que se evite la manipulación e introducción manual de estos datos en la misma, liberándonos de errores y disminuyendo el tiempo de carga de datos en dicho SGBD. El segundo aporta información asociada a la temática asociada a la cobertura espacial designada por el primero. Como apoyo complementario se cuenta con **gvSIG**, un SIG de código libre, que servirá para facilitar la integración en el proyecto.

En cuanto a la cartografía base, se hará uso de los servicios de mapas de **GoogleMaps**, para nuestra zona de interés, Andalucía, además de un servicio **MapServer** con las regiones biogeográficas. Esto ya expuesto tal y como se expone en el enunciado de este trabajo.

## 4.3 Búsqueda de ortofotografías y datos geográficos

La procedencia de tales datos está circunscrita principalmente, aunque no de forma exclusiva, a dos bancos de datos cartográficos, que son:

### 4.3.1 Datos del Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

El **MARM** pone a disposición una serie de servicios a los que puede acceder a través de su página Web. Desde ésta, accedemos **a su banco de datos** en el que puede disponerse de una prolija



información. La que interesa para este trabajo es de naturaleza geográfica, pero también información de tipo temática. Sendas tipologías vienen en formatos .shp y .mdb, correspondiendo el primero a un formato de archivo informático propietario. Se ha convertido en formato estándar de facto para el intercambio de información geográfica entre SIG.

Estos archivos vienen acompañados de formatos “auxiliares” que ofrecen metainformación al software que los maneja. Estos otros ficheros, como son .sbn, .sbx, .prj, .dbf y .mdb, contienen la información de la que el SIG hará uso. De éstos, el formato .mdb proporciona información temática asociada registro a registro, con cada uno de los elementos geométricos de las capas vectoriales. Su utilización puede hacerse actualmente con cualquier SGBD que los importe adecuadamente, siempre que no suponga una traducción errónea de sus datos.

En este caso, se ha hecho uso del SGBD ACCESS, y que posteriormente se exporta al formato .dbf, del que se hará uso en nuestro SGBD **postgreSQL**.

#### 4.3.2 Información Ambiental de la Agencia Europea de Medio Ambiente

Esta institución, ofrece una visión más cercana sobre la figura de la Biodiversidad haciendo que se conozca su existencia y se procure su protección. En su **edición para la Biodiversidad** (castellano), la **AEMA** ofrece datos de interés social y técnico.

Ofrece información relativa a la Biodiversidad en los siguientes términos:

1. El papel importante que la diversidad biológica tiene en nuestras vidas y lo que está sucediendo.



2. Lo que la gente en todo el mundo está haciendo para luchar contra la pérdida de diversidad biológica
3. Cuántas personas están celebrando el Año Internacional de la Diversidad Biológica
4. Algunos de los recursos disponibles para usted en sus celebraciones.

#### 4.4 Diseño y modelo de datos

Tenemos las siguientes fuentes:

1. Archivos de naturaleza geoespacial y temática (.sbn, .sbx, .prj, .dbf y .mdb)
2. Mapas de acceso a servidores de mapas.

Para los primeros, hacemos uso del SGBD **postgreSQL**, previamente incorporado su plugin **postGIS**, el cual nos dará soporte a datos geoespaciales. El software viene ya con un plugin cargador **postGIS ShapeFile and DBF loader** que facilita en gran manera la importación tanto de elementos .shp como .dbf (previamente exportados desde ACCESS).

En este punto ya tenemos las correspondientes tablas provenientes de estos archivos .shp y/o .dbf, trabajando desde este momento con datos en el formato de un SGBD, que nos facilita la manipulación de los datos de interés.

#### 4.5 Importación de datos

Haciendo uso del cargador de datos mencionado en el apartado anterior, **postGIS ShapeFile and DBF loader**, cabe destacar la facilidad con la que podemos importar los dados .shp/.dbf. Uno de los parámetros de esta importación es la proyección en la que están estos datos, algo que es



fundamental para que **postGIS** interprete correctamente nuestra capa vectorial. En el caso de los datos .shp/.dbf que ofrece **MARM** en el territorio andaluz, esta proyección corresponde a la 23030 del código EPSG (**ED50 / UTM zone 30N**), dato que previamente hemos adquirido de la información de la fuente de datos (MARM ofrece conjuntamente a los datos geográficos, otros datos en formato .xls **EXCEL** de fácil lectura que nos aporta información asociada).

## 5 PLANIFICACION DEL PROYECTO

Como primera aproximación al trabajo, se entiende como necesario el acceso a una óptima fuente de datos, entender lo que significan los **SIG's** y en qué medida podemos aportar valor con nuestro diseño.

Cierta capacidad de prospectiva ayudará a prever contingencias que podrían afectar drásticamente el desarrollo en el tiempo del trabajo. En este sentido, las visitas a páginas web de las partes implicadas (**GeoServer**, **OpenLayers** y **postgreSQL**) han sido frecuentes. Estas fuentes documentales eran siempre en otro idioma (lengua inglesa), algo que no ha supuesto ralentización alguna, debido al empleo de un lenguaje común y sencillo del que se suele hacer en este tipo de documentación Online.





## 5.1 Productos obtenidos

Todo trabajo tiene y debe tener como finalidad un producto tangible. En nuestro caso, consiste:

Esta memoria, redactada en tiempo lectivo de la asignatura, detallando el progreso que ha ido teniendo el TFC y exponiendo las particularidades de las que ha tenido objeto.

Contenido web que muestra la aplicación de la que consiste el trabajo y que consta del propio código HTML, el código JavaScript incrustado en él, archivos de imágenes asociadas, librerías .js y .css modificadas (se hace uso de librerías locales y no remotas). **IMPORTANTE hacer saber la necesidad de respetar la ruta de estos ficheros entregados**, para la correcta visualización, caso de que quiera hacerse una evaluación local.

## 5.2 Breve descripción de los capítulos

- Configuración del entorno de la aplicación.
  - OpenLayers: Librería de la que se hace uso. En este caso, uso local.
  - GeoServer: Aplicación que soporta el servicio de mapas.
  - **postgreSQL / postGIS**: SGBD que aporta soporte para el tratamiento y configuración de los datos entregados al servidor.
- Diseño y desarrollo del visor Web.
  - Capa de datos: Modelado y selección de los datos relacionados.
  - Capa Cliente: Implementación JavaScript que habilita el interface usuario/Servidor.
  - Capa Servidor: Gestiona los datos para generar mapas a petición.
- Distribución Temporal de Tareas: Pautas a seguir para la buena marcha del trabajo.
- Riesgos y Contingencias: Imprevistos y situaciones probables que impidan la entrega o que supongan cambios significativos en el TFC.



## 6 CONFIGURACION ENTORNO

La solución que nos ocupa, obedece a una aplicación de tres capas: Datos, Servidor de Mapas y Cliente, estando cada una de ellas soportada por sendas aplicaciones.

Para la capa Datos, tenemos **postgreSQL** y su extensión para datos espaciales **postGIS**, que habilita la primera para el soporte de información geoespacial que a su vez, dará soporte a la capa Servicio.

El siguiente gráfico muestra los niveles de conexión 3 capas:

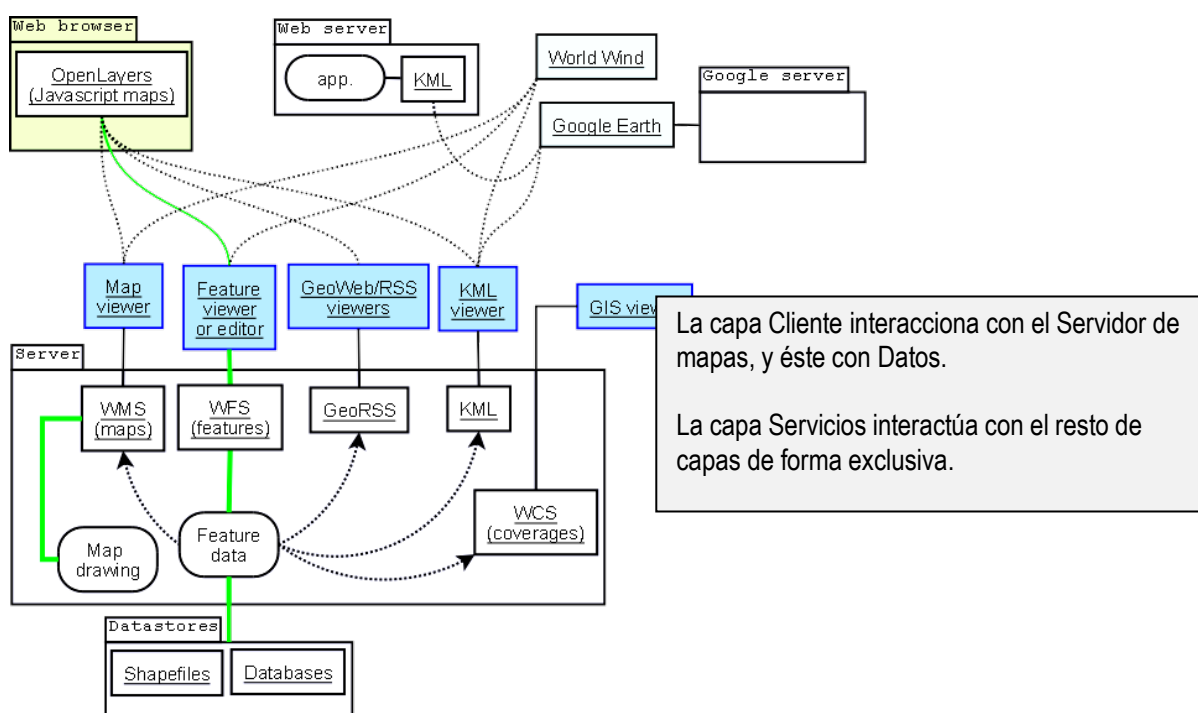


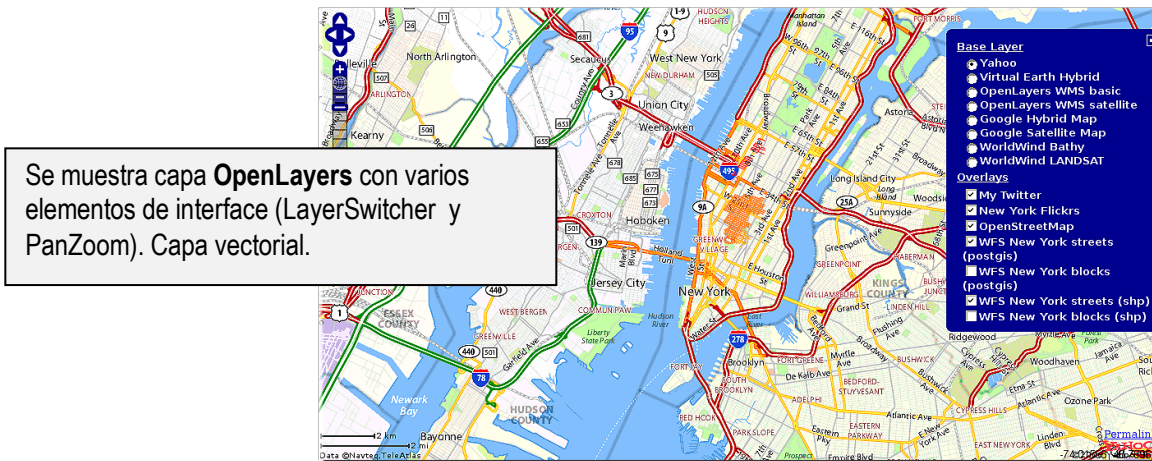
FIGURA 5.- APLICACIÓN 3 CAPAS: CLIENTE, DATOS Y SERVICIOS



### 6.1 OpenLayers

**OpenLayers** es una biblioteca de JavaScript de código abierto bajo licencia BSD para ofrecer mapas de forma interactiva en navegadores web. Ofrece un API para acceder a diferentes fuentes de información cartográfica en la red: **Web Map Services** (WMS), mapas comerciales (GoogleMaps, **BingMaps**, etc) mapas comerciales **Web Features Services** (WFS), distintos formatos vectoriales, mapas de **OpenStreetMap**, y más.

Desarrollado por **MetaCarta** en 2006, que se mantiene como desarrolladora principal y ofreciendo soporte. Desde 2007 este proyecto forma parte de los proyectos de Open Source Geospatial Foundation **OSGEO**. **OpenLayers** nos permite elaborar nuestros mapas haciendo uso de su propia base de información cartográfica (proporcionada por **Metacarta**) o usar su estructura para hacer uso de otros servicios y poder colocarlo en web. Sus desarrolladores, disponen en su **página oficial**, una amplia gama de soporte documental así como de elementos que ilustran una extensa gama de aplicaciones, incluyendo código y ejemplos en tiempo real. Su **site dedicada a ejemplos**, es una de las mejores ayudas a programadores. Mediante ejemplos sencillos y de fácil lectura, puede obtener una riquísima documentación para todo tipo de aplicaciones con OpenLayers. La siguiente figura muestra un mapa en OpenLayers:



**FIGURA 6.- EJEMPLO DE CAPA MEDIANTE OPENLAYERS**



Puede apreciarse en la imagen anterior, la generosidad de datos georreferenciados. El callejero de una gran ciudad es claro ejemplo en el que se hace uso intensivo del empleo de **OpenLayers** y un SGBD espacial.

## 6.2 GeoServer:

Es un servidor de código abierto escrito en Java (existe amplia documentación para su comunidad de desarrolladores), ofreciendo a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. Centrado en la interoperabilidad, publica datos de cualquier fuente de datos espaciales usando estándares abiertos. GeoServer ha evolucionado hasta llegar a ser un método sencillo de conectar información existente tales como Google Earth y NASA World Wind (ambas en castellano) (véase así como mapas basados en web como OpenLayers, Google Maps y Bing Maps. GeoServer sirve de implementación de referencia del estándar Open Geospatial Consortium Web Feature Service, y también implementa las especificaciones de Web Map Service y Web Coverage Service.

Para este trabajo, **GeoServer** gestionará nuestros datos geográficos procedentes de **postGIS**, ya estén éstos en forma de vistas o tablas, para posteriormente servirlos al cliente. El servidor cuenta con una aplicación para la previsualización sobre **OpenLayers** de las capas que se van añadiendo, procedentes de nuestra BBDD **postgreSQL**.

La figura muestra una previsualización de una capa de hábitat:



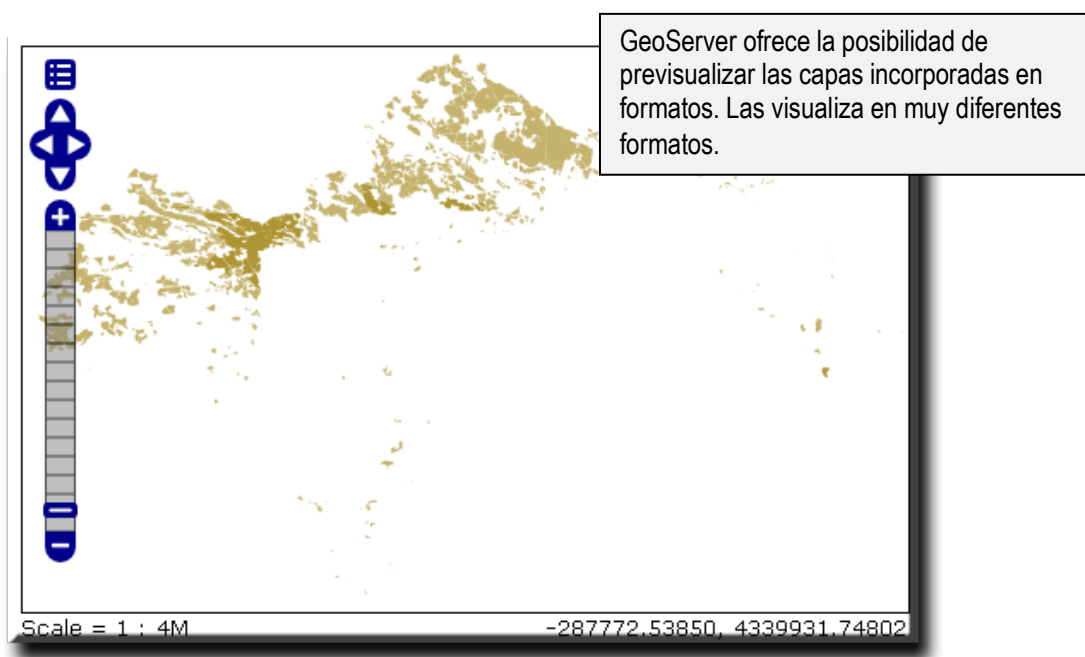


FIGURA 7.- PREVISUALIZACIÓN DE CAPA

### 6.3 postgresQL / postGIS

Es un proyecto que está dirigido por una comunidad de desarrolladores trabajando de forma desinteresada o por organizaciones comerciales. Esta comunidad se denominada PGDG **PostgreSQL** Global Development Group.

**PostGIS** es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional **PostgreSQL**, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en Sistema de Información Geográfica. **PostGIS** almacena la información geográfica en una columna del tipo **GEOMETRY**, que es diferente del homónimo "GEOMETRY" utilizado por **PostgreSQL**.



Hoy en día un producto veterano que ha demostrado versión a versión su eficiencia. En relación con otros productos, **postGIS** ha demostrado ser muy superior a la extensión geográfica de la nueva versión de **MySQL**.

Un aspecto que tenemos que tener en cuenta es que **postGIS** ha sido certificado en 2006 por el Open Geospatial Consortium (OGC) lo que garantiza la interoperabilidad con otros sistemas también interoperables.

Es el SGBD que soporta nuestros datos procedentes de las fuentes de datos inicialmente comentadas (**MARM** y **AEMA**).

#### 6.4 Documentación de manuales y/o guías

Como paso previo se hace necesario el estudio detallado tanto del software base, como del que servirá de apoyo al mismo, léase **gvSIG**, previamente mencionado, y el entorno de desarrollo elegido **IDE**, que en este trabajo será **DreamWeaver** (castellano), el cual da soporte referencial a nivel de código (en este trabajo JavaScript), aunque sin soporte a la librería **OpenLayers**. Opcionalmente, se accede a la documentación referente a otras librerías JavaScript, como pueda ser **GeoExt**, **Polymaps**, **GoogleEarth** (castellano), etc.



## 7 DISEÑO Y DESARROLLO DEL VISOR WEB. IMPLEMENTACION

En este apartado, se recoge el contenido del trabajo asociado a la funcionalidad requerida, llevando a cabo la coordinación de los diferentes componentes de los que éste describe. Las 3 capas mencionadas que forman parte del organigrama funcional del Visor Web, es decir, Datos, Servicios y Cliente, quedan aquí expuestas para ser adecuadamente conectadas.

### 7.1 Capa Cliente

Como elemento “organizador” y sobre el que recae la mayor parte de la funcionalidad, está la capa Cliente, sobre la cual, debe hacerse el trabajo de desarrollo e implementación propiamente dichos. Desde aquí, se establece la interacción con las otras dos capas, Datos y Servicios, por lo que previamente, éstas últimas deben ser adecuadamente configuradas.

Esta capa Cliente va soportada en lenguaje **JavaScript**, que a su vez queda vinculado en un diseño **HTML** cliente. Esta capa **JavaScript**, va asociada a la librería **OpenLayers**, entendiéndose esto último como requisito según los requerimientos de este trabajo.

El proceso que ha seguido el código es el siguiente:

- Definición de las variables globales que intervienen en las diferentes funciones.
- Definir una nomenclatura intuitiva de estas variables que identifiquen las clases a las que apuntan.
- Carga sistemática de las capas de mapas. Las capas base se cargan antes que las temáticas procedentes de **postGIS** (como primera opción se tuvo que hacer una mínima carga de capas para no ralentizar el visionado del navegador, estableciéndose posteriormente una selección por el cliente de las capas a cargar).



- Finalmente se ha optado por la carga total de todas las capas, teniendo el cliente las diferentes alternativas para mostrar las que interesen.
- Definición de los diferentes elementos DOM para interacción cliente.

### 7.1.1 Clases OpenLayers implicadas

**OpenLayers.Map** (método addControl):

Añade un objeto control al mapa

**OpenLayers.Layer.Vector**

Clase con función vectorial

**OpenLayers.Control.EditingToolbar**

Control para incluir en el mapa un caja “box” de elementos que ofrecen diversas utilidades.

**OpenLayers.Control.Button**

Clase “botón” para interactuar y disparar funciones clientes.

**OpenLayers.Control.NavToolbar**

Controla el efecto zoom

**OpenLayers.Layer.WMS**

Crea una capa WMS

**OpenLayers.Control.WMSGetFeatureInfo**

Crea control para incluir un elemento Popup

**OpenLayers.Popup.FramedCloud**

Crea el control que nos sirve para mostrar la información en pantalla. La clase implicada ha sido modificada. La librería **OpenLayersModificado.js** tiene acceso local.

**OpenLayers.Map**

Crea la clase sobre la que asienta la aplicación.

**OpenLayers.Map** (método getLonLatFromPixel):

Obtiene las coordenadas del mapa asociada a la posición actual del cursor.





### 7.1.2 Utilidades opcionales

Para el correcto visionado de la apariencia de algunos controles, también ha sido modificado sendas librerías .css, de modo que debe hacerse un uso local de éstos. Por tanto, la entrega debe incluir estos archivos a los que el código hace referencia. Esto es así, por que las librerías fuentes son de sólo lectura.

Cabe destacar en este apartado, la existencia de utilidades como **OpenLayerer**, que tiene gran utilidad, procurándonos un selectivo conjunto de sólo las clases **OpenLayers** que usamos, y creándonos una librería personalizada con las clases que sí empleamos en nuestro código.

### 7.1.3 Modificaciones:

Se ha modificado la clase **OpenLayers.Popup.FramedCloud** dado que el gráfico que da soporte al Popup no hacía corresponder adecuadamente al texto que debe introducirse. Otra clase modificada es **OpenLayers.Control.LayerSwitcher**, que hereda de la clase **OpenLayers.Control**. La modificación se debe a razones estéticas, habiéndose cambiado el aspecto mediante la modificación de la clase y no mediante elementos de estilo .css por no encontrarse la entrada oportuna en la librería .css al respecto.

Cuando se selecciona una posición en el mapa, y ésta no tiene datos asociados, la clase que dispara el Popup correspondiente no ignora la acción, de forma que se visualiza un Popup haya o no haya datos que ofrecer. En este sentido se ha incluido una línea **JavaScript** que evita este comportamiento.



## 7.2 Capa Datos

Se accede a las fuentes de datos y obtenemos diferentes archivos. Se procede a la importación de éstos con el cargador **postGIS ShapeFile and DBF loader**, al que debe proveerse los siguientes parámetros: usuario, password, servidor local, puerto local, base de datos sobre la que cargar los datos a importar, tipo de acceso, sistema de referencia SRID, nombre de la tabla destino y columna tipo geometría (por defecto **the\_geom**).

Servidos de la documentación anteriormente señalada, habremos configurado y creado nuestra base de datos **postgreSQL** con el plugin para soporte de datos espaciales **postGIS**, por tanto, la importación no debe conllevar imprevisto alguno.

Sí cabe indicar, el parámetro SRID que por defecto tiene valor -1 para valores desconocidos.. Este valor es correcto para errores en la proyección de la geometría, pero no para proyecciones bien conocidas. Por tanto, debe cambiarse siempre que se sepa la proyección, que en este caso corresponde a la proyección EPSG: 23030. En este sentido, dar a **postGIS** un SRID diferente al que corresponde con nuestros datos espaciales, es equivalente a desubicar la capa que más tarde creará el servidor de mapas **GeoServer**.

### 7.2.1 Tablas y vistas

Una vez importados los datos, procedemos a la lectura de éstos en forma de tablas, que deben aparecer por orden alfabético dentro del árbol que nos da el explorador de la base de datos. Podemos supervisar la amplia información asociada a cada una de las tablas entrando en el explorador de propiedades al uso. Puede verse las sentencias SQL creadas de forma automática por **postGIS** y que evita la creación de estas sentencias.



Ver ANEXO II. “Esquemas SQL”.

Los datos recibidos, deben ser localmente compactados mediante sentencia SQL dado que cada una de las provincias conforma una tabla. Nos interesa tener tantas vistas/tablas como capas a emplear, por tanto, cada capa debe corresponder con una vista/tabla de toda la región, es decir, Andalucía. Por ello debe hacerse un **APPEND SQL** que recoja toda las filas de cada una de las tablas de las provincias. De este modo llegamos a tener sólo una tabla que corresponde a la comunidad que hemos elegido. De igual forma, se procede con la tabla “datos”. Llegados a este punto sólo tenemos de dos tablas de hábitats: datos y hábitats, que reúne los datos espaciales y los temáticos de toda Andalucía, y no dieciséis tablas correspondientes a cada par hábitat/datos de cada provincia andaluza.

### 7.2.2 Modelado

En este punto cabe hacer una proyección en “datos” y eliminar las columnas o atributos innecesarios en nuestro proyecto, como pueden ser: comunidad autónoma (es univaluada con valor string “Andalucía”) y cualquier otro atributo redundante, algo que facilitará el manejo de las vistas posteriores. Igualmente, en la tabla “hábitat”.

Para las dos capas temáticas restantes, “zepas” y “lics”, se procede de igual forma, seleccionando y proyectando, con lo que conseguimos un filtrado de datos y de columnas no utilizadas, por tratarse de datos redundantes.

La tabla “hábitat” ya proyectada, debe cruzarse con la tabla “datos”, de forma que la información útil se ofrezca en forma de vistas, algo que resulta más práctico que en el caso del uso



de tablas, ya que su manipulación se lleva a cabo mediante sentencias SQL, sin el perjuicio de la necesidad de cambiar el diseño de las tablas que intervienen.

En la siguiente figura, se observa el cruce de elementos entre dos tablas procedentes de la misma fuente de datos (Hábitats):

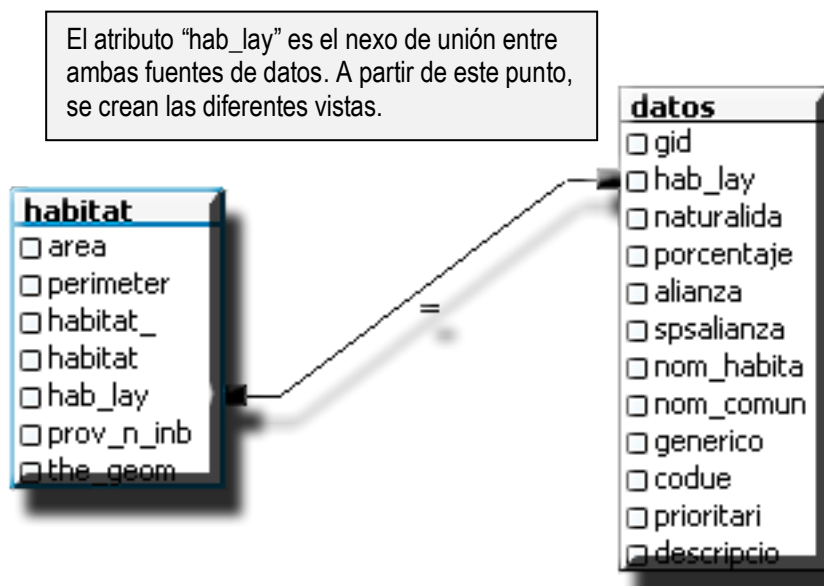


FIGURA 8.- DISEÑO RELACIONAL PARA "HABITAT'S"

Esto nos ofrecerá tantas vistas como parámetros diferentes establezcamos, en función del hábitat elegido. La nomenclatura para los hábitats viene establecida en 4 dígitos, estableciéndose una jerarquía que hace que el primer dígito tenga el nombre genérico del hábitat, concretando la descripción de éste a medida que el dígito pierde peso. Por convención en este trabajo, se ha decidido reducir la importancia de éstos a los dos primeros números, agrupándose el resto en ellos. Por ejemplo, para el hábitat "Aguas Corrientes", sus dos primeros dígitos son 32. El resto, desde 3200 hasta 3299, corresponderían al mismo hábitat generalista.

De esta forma procedemos a la selección sistemática de cada uno de ellos, habiéndose convenido exponer sólo los 20 hábitats más influyentes según el número de registros volcados.

|    | Código text | Cantidad bigint |
|----|-------------|-----------------|
| 1  | 53          | 5500            |
| 2  | 93          | 4714            |
| 3  | 92          | 4427            |
| 4  | 62          | 4238            |
| 5  | 40          | 4189            |
| 6  | 82          | 1748            |
| 7  | 64          | 1509            |
| 8  | 52          | 1225            |
| 9  | 14          | 944             |
| 10 | 63          | 842             |
| 11 | 95          | 812             |
| 12 | 61          | 711             |
| 13 | 22          | 497             |
| 14 | 31          | 429             |
| 15 | 15          | 407             |
| 16 | 91          | 380             |
| 17 | 81          | 286             |
| 18 | 32          | 222             |
| 19 | 11          | 220             |
| 20 | 13          | 192             |

FIGURA 9.- HABITAS MAS INFLUYENTES

Puede verse en la imagen adjunta, y consultando en el diccionario de datos ofrecido por la fuente, que los hábitats cuyos dos primeros dígitos comienzan por 53 (abarcando a las subfamilias desde 5300 hasta la 5399), son los que más influencia en términos de Biodiversidad, tienen en la región Andaluza, que corresponde a “**Matorrales termomediterraneos y preestepicos**”. Aquéllos que comienzan por 13, corresponden a los hábitats cuya influencia es menor, teniendo en cuenta que el orden se limita a los 20 más influyentes.

Se ha convenido así, debido a que la proyección de capas que provengan de hábitats poco influyentes, apenas tendrían proyección visual en el visor, y por tanto, no tendrían utilidad a efectos del producto final entregado.

Una vez, obtenidos estos dos primeros dígitos, haremos uso del empleo de sentencias SQL que vayan generándonos vistas de cada hábitat/capa, siendo un total de 20 capas de hábitats. Las capas zepas (Zonas de Especial Protección para las Aves) y lics (Lugares de Interés comunitario), tendrán correspondencia 1-1 con el número de capas generadas.

Ver ANEXO II. “Esquemas SQL”.

### 7.3 Capa Servicio de Mapas

El servidor de Mapas GeoServer recibe datos de **postgreSQL**. Estos quedan almacenados primeramente en un “espacio de trabajo” que previamente hemos creado. A continuación pasamos a crear un “almacén de datos”, siendo éste de tipo **postGIS Database**.

Relación de algunas capas con datos de configuración asociados dentro del gestor de capas del servidor:

Los cambios realizados en nuestra BBDD se reflejan en este listado al actualizar el apartado de “Capas” en el servidor.

Capas

Gestionar las capas publicadas por GeoServer

Agregar nuevo recurso  
 Eliminar las capas seleccionadas

Resultados 1 a 22 (de un total de 22 ítems)

| <input type="checkbox"/> | Tipo                                | Espacio de trabajo | Almacén | Nombre de la capa  | Habilitada?                         | SRS nativo  |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------|--|-------------------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Aguas corrientes   | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Aguas estancadas   | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Aguas marinas y medios de marea                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Bosques de coníferas de las montañas mediterraneas y macaronesicas | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Bosques de la Europa templada                                      | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Bosques esclerofilos de pastoreo (dehesas)                         | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Bosques esclerofilos mediterraneos                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Bosques mediterraneos caducifolios                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Brezales y matorrales de zona templada                             | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Desprendimientos rocosos   | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Dunas maritimas de las costas mediterraneas                        | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Estepas continentales halofilas y gipsofilas                       | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Formaciones herbosas secas seminaturales y facies de matorral      | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Lugares de interes Comunitario                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Marismas y pastizales salinos atlanticos y continentales           | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Marismas y pastizales salinos mediterraneos y termoatlanticos      | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Matorrales arborecentes mediterraneos                              | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Matorrales termomediterraneos y preestepicos                       | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Pendientes rocosos con vegetacion casmoitica                       | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Prados humedos seminaturales de hierbas altas                      | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Prados naturales   | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TFC                | postgis | Zonas de Especial Proteccion para las Aves                         | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:900913 |

Resultados 1 a 22 (de un total de 22 ítems)

FIGURA 10.- CAPAS EN EL SERVIDOR

Desde este punto, accedemos en tiempo real a la base en **postGIS**, ofreciéndonos **GeoServer** las tablas y vistas que tenemos en este SGBD, que son las tablas y vistas relativos a hábitats, LIC's y ZEPAs. Se ha dado una nomenclatura intuitiva para poder ser reconocidas cada una de las vistas y tablas dentro del listado de capas que reconoce **GeoServer**. Por ejemplo, todas las vistas de hábitats empiezan con "h" seguidas de los dos primeros números de su código UE **CodUE**.

La incorporación de la capa relativa a la Agencia Europea de Medio ambiente **AEMA** se hace a través de lo que **GeoServer** denomina "Web Map Service en cascada". En ella se vincula un servidor tercero donde **GeoServer** accede para a su vez, ofrecernos esta capa.

### 7.3.1 Proyección

**GeoServer** reconoce la proyección nativa EPSG:23030 de las capas incorporadas de desde la BBDD. Dado que tenemos que compatibilizar proyecciones para la correcta ubicación de las geometrías sobre cartografía base **Google**, y teniendo ésta diferente proyección EPSG: 900913, se hace necesaria la reproyección dentro de nuestro servidor. Una vez hecho esto, las capas de nuestra BBDD ya proyectadas, quedan en proyección EPSG: 900919 y compatibles por tanto con la cartografía base.

Existen otros modos de reproyección, en función de dónde se desee hacer ésta. Un método que **postGIS** pone a disposición es el empleo de la función **st\_transform()**, que nos devuelve una nueva geometría (proyección) con sus coordenadas transformadas en el sistema de referencia indicado por el parámetro de entrada a dicha función. Su sintaxis:

```
SELECT ST_Transform(the_geom, integer) FROM geotable;
```



siendo “the\_geom” el argumento asociado a la columna de tipo geometría que nos interesa reproyectar, e “integer” el argumento Integer asociado a la nueva proyección, que en nuestro caso es 900913, correspondiente a **EPSG: WGS84 / Google Mercator**,

Otro método (no probado) consiste en hacer incluir la proyección deseada en la petición del mapa a nuestro servidor, de forma que reproyecte en tiempo de servicio. En este caso, es muy probable que se ralentice el proceso de entrega del mapa y en caso de peticiones numerosas, podría hacerse impracticable el tiempo de espera.

En este caso, se ha optado por el método más “cómodo” y hacemos trabajar a nuestro servidor, re proyectando las capas a medida que las establecemos como “públicas”.

### 7.3.2 Estilos selectivos

Dada la heterogeneidad de las capas incorporadas y en función del nivel de influencia, se ha optado por asignar valores dentro de una escala de colores, de modo que los hábitats con más influencia se acerquen al rojo, y los de menos influencia lo hagan al azul, todo ello con un nivel 0.6 de transparencia que haga posible una comparativa visual de las capas seleccionadas y que interesen ser cotejadas.

Las capas asociadas a LIC’s y ZEPA’s tiene colores antagónicos para un mejor visionado. También con nivel 0.6 de transparencia.

Estos parámetros (color y transparencias) quedan reflejados en cada una de las capas de estilo **.sld** que **GeoServer** va a asociar a cada una de nuestras “layers”, evitando al Cliente de hacerlo en tiempo de carga de las capas.





Otra forma de hacerlo en tiempo de carga es asignando a la clase **OpenLayers.Map** mediante su propiedad “theme” la clase .css que nos daría estos parámetros, o bien, mediante la clase **OpenLayers.Format.SLD**, que hereda de la clase **OpenLayers.Format.XML**).

Cabe destacar en este sentido la flexibilidad que ofrece la **API OpenLayers** para una completa configuración de nuestras capas.

#### 7.4 Interface

En el proceso de diseño se ha dado prioridad a la claridad del visionado, sin recargas en la inclusión de “botonería” que a veces pudiera parecer superflua. Se ha optado por el empleo de formularios cuya visibilidad se reducía a la selección de las capas a visualizar. Una vez seleccionadas éstas, se procede a la ocultación del formulario, dejando el mapa como único elemento visible en el navegador, que como queda indicado en el enunciado del TFC, debe llenar todo el área del mismo.

Se hace uso de la clase **OpenLayers.Control.LayerSwitcher** que nos automatiza la inserción de las capas base para una correcta selección de las mismas.

Otro elemento a incluir en el diseño son las ventanas emergentes. Se aplica en este sentido la clase **OpenLayers.Popup.FramedCloud** que nos ofrece de forma emergente, aquéllos datos asociados a las coordenadas actuales de la capa/s temática/s visible/s en el mapa. Los datos expuestos son previamente formateados mediante estilos .css (se incluye en el producto hoja de estilo necesaria) quedando divididos según las capas solicitadas.

La siguiente figura muestra la salida de datos asociados a las capas “**Aguas Marinas y Medios de Marea**” y “**Aguas Corrientes**” cuyos códigos completos UE respectivos son 1120 y respectivamente, que corresponde a la zona de Carboneras (Almería), costa Este andaluza:



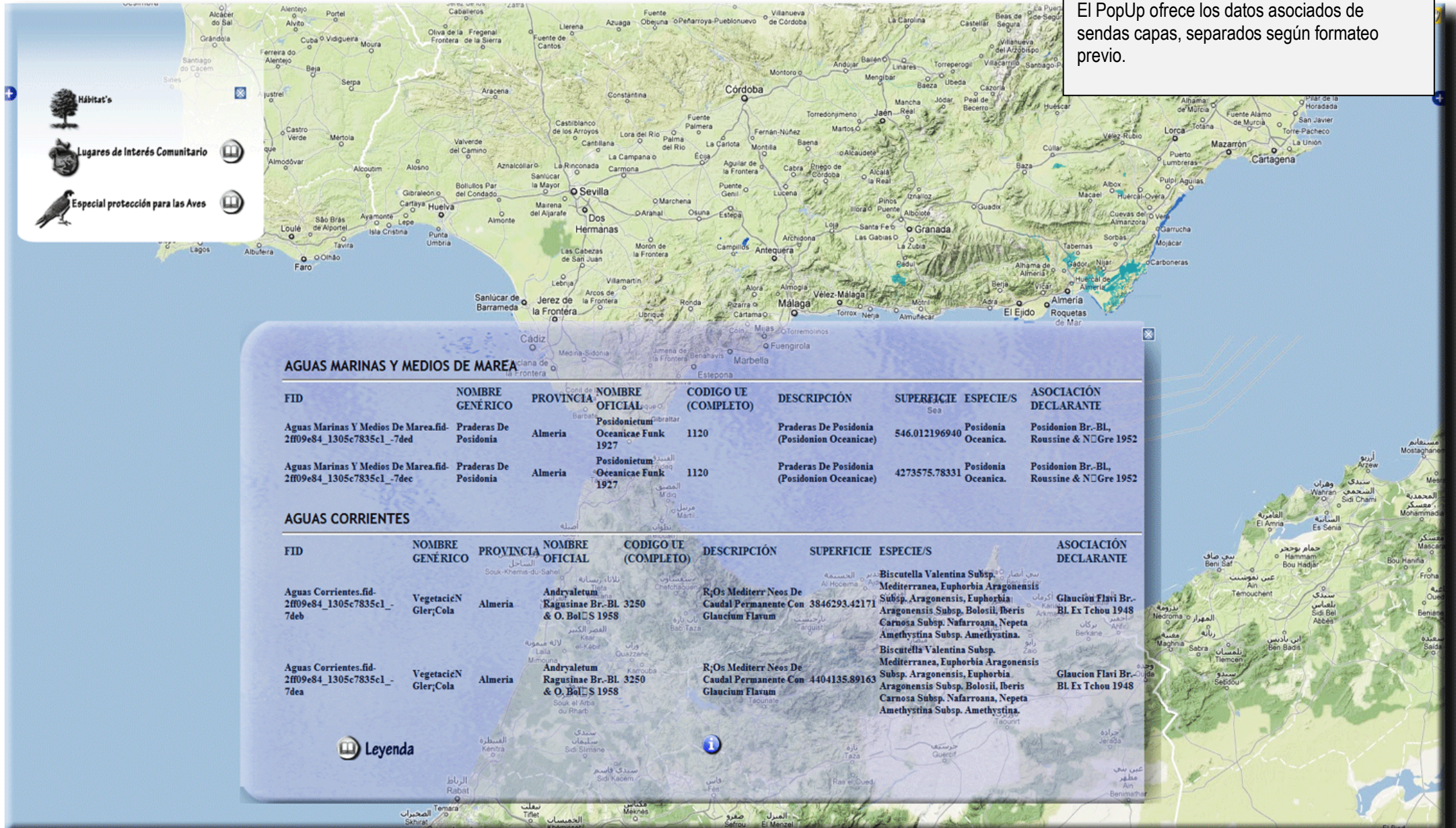
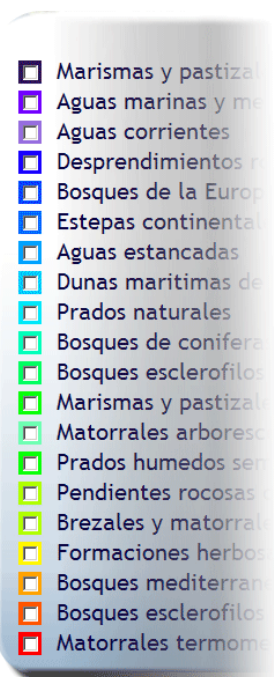


FIGURA 11.- MUESTRA DE DATOS ASOCIADOS

En relación a los hábitats, y a diferencia de los otros dos apartados (Lugares de Interés Comunitario y Zonas de Especial Protección para las Aves) hay que tener en cuenta que existe un gran número de hábitats según código europeo **CodUE**. Se han tratado los que más influencia tienen en Andalucía en términos de superficie terrestre.

Ver Listado de Hábitats

Atendiendo a la superficie de cada uno, se han asociado colores dentro de una escala. Para los hábitats menos representados en el territorio andaluz se ha aplicado un color azulado/violáceo. Por el contrario los que más frecuentemente tienen presencia, se han representado en la franja del naranja/rojo.



En la imagen adjunta, y consultando el listado de hábitats, se observa que “**Marismas y pastizales salinos atlánticos y continentales**” representado en color violáceo, correspondería al de menor presencia en Andalucía. Por el contrario, “**Matorrales termomediterráneos y preestépicos**” sería el de mayor superficie de la región. Los colores van desde el violeta denso ó #ff0000 hasta el rojo intenso ó #2f065d, ambos representados en código RGB.

Para ZEPA’s y LIC’s se ha dado colores antagónicos, que al mostrarse con transparencia 50% ofrecen la posibilidad de un tercer color, indicándonos zonas que participan de ambos hábitats.

FIGURA 12.- ESCALA DE LA INFLUENCIA DE HABITATS



Las opciones de menú se muestran sencillas y visibles y una vez utilizadas se ocultan para dejar visible exclusivamente la zona de la cartografía elegida.



FIGURA 13.- MENÚ INICIAL

Se ha optado por un interface sencillo tipo interruptor, es decir, la misma operación muestra y oculta el siguiente menú.

En el caso del menú anteriormente referido a los hábitats, se ha preferido a los desplegados, toda vez que para ofrecer simultaneidad de capas, se hace conveniente la utilización de “CheckBox”, que marcan/desmarcan la visibilidad de una o varias capas, que unido a la transparencia mostrada, hace que se informe de la existencia de zonas que participan de varios de ellos.

## 8 RIESGOS - CONTINGENCIAS

### 8.1 Hardware:

Dada la carga de datos relativamente grande, se hace aconsejable un aceptable nivel de procesamiento. Los equipos obsoletos o con bajo soporte en memoria y/o procesador acusan drásticamente una bajada de velocidad en la visualización de capas. Por ejemplo, los hábitats que tienen más presencia en la zona andaluza (aquéllos que se ilustran en el listado de capas con colores próximos al rojo) sufren una merma en el nivel interactivo con el cliente. A veces hay que cerrar obligatoriamente el navegador y volver al proceso de carga. No sucede lo mismo con las diferentes capas base (cartografía **Google**) que pueden alternarse arbitrariamente sin esta acusada pérdida.

### 8.2 Software:

El trabajo está soportado por tres elementos de software: **GeoServer**, **OpenLayers** y **postgreSQL/postGIS**. Cada uno de ellos hace necesaria una mínima documentación de instalación. El primero de ellos puede requerir los permisos pertinentes dado que hace uso de servicios **Windows**. Eso hace que puedan interferir con servicios incompatibles de otras aplicaciones no advertidas previamente. Esta omisión puede llegar a ser una gran pérdida de tiempo, como el que ha supuesto la observación de la incompatibilidad entre los servicios **Windows** de **Oracle** y **GeoServer**.

En el caso de estos últimos, es importante señalar la incompatibilidad de servicios. Ha habido una pérdida de tiempo para llegar a la conclusión de que la imposibilidad de entrar en localhost de GeoServer era por la ejecución de un servicio **Oracle** llamado **OracleServiceXE**. Se hace necesario por tanto, deshabilitarlo para luego habilitar el servicio **java** de **GeoServer** (se inicia mediante el archivo por lotes “startup.bat”, inicialmente almacenado en la ruta de archivos de **GeoServer**).



### 8.3 Documentación:

La documentación relativa al software en su totalidad está presente y es profusa. A pesar de ello, el porcentaje de presencia en lengua castellana es realmente testimonial. En este sentido, hay que decir que debe emplearse un mínimo de conocimientos en lengua inglesa. Por tanto, puede entenderse como “contingencia” en casos de un uso deficiente del inglés.

### 8.4 Imprevistos:

En este apartado cabe justamente señalar la posibilidad, no materializada durante la realización del trabajo, de cortes en el suministro eléctrico que produzcan pérdidas del trabajo realizado. En este caso se ha contado con una unidad SAI con una generosa autonomía.

## 9 CONCLUSIONES

Desde un punto de vista funcional puede llegarse a la conclusión de que en el trabajo presentado contrastan claramente una gran sencillez en el diseño conceptual por un lado, frente a la vasta aplicación que puede hacerse de él por el otro. En este sentido, se resalta la independencia que existe entre las capas de la aplicación haciendo que el Visor Web pueda ser útil en muy diversos campos en función de la fuente de datos que se proporcione al SGBD (en este caso **postgreSQL**, pero esta independencia hace que no haya un vínculo nominal, pudiéndose haber empleado otro SGBD que soporte datos georreferenciados). La Biodiversidad y el Medio Ambiente son sólo un ejemplo en el que la información ofrecida de forma visual, pueda suponer una ayuda al estudio de esas materias. Materias como Cambio Climático, Desarrollo Rural, Costas, Ganadería y Pesca, son claramente susceptibles de ser objeto de esta aplicación.

El desarrollo del Visor Web ha supuesto, al margen de un acercamiento definitivo al mundo de los Sistemas de Información Geográfica, un estímulo que no ha hecho más que



incentivar el interés en este área de las Tecnologías de Información aplicadas a dar un servicio de información a terceros.

En términos formales, se ha tenido la ocasión de enfrentarse a un proyecto que implica diversos planos. Desde un incipiente acercamiento a los SIG's, hasta la concepción inicial de la idea que poco a poco ha ido tomando forma. A pequeña escala, se ha tenido la ocasión de tratar los diferentes niveles que deben abarcarse a la hora de crear una aplicación de esta naturaleza. Se ha procurado centrar la atención en la simplicidad visual, que puede traducirse en ofrecer una imagen exclusiva en pantalla del mapa seleccionado y sus datos asociados, sin recargarla de elementos gráficos que puedan distraer y ocupar innecesariamente la atención de quien haga uso de la misma. Al acceder al Visor Web, se aprecia la ausencia de estos elementos, que vuelven a ocultarse después de haber sido utilizados. Además, se ha procurado facilitar la lectura de esos datos asociándolo a elementos de color que hacen más fácil y atractiva esta lectura.

Por otro lado, el Trabajo Final de Carrera ha hecho que sea necesaria la incursión en áreas que desconocía o que raramente se utilizaba. Se ha observado que en el ámbito de la Cartografía y toda la teórica asociada se echa a veces en falta la existencia de documentación detallada en lengua castellana. La información en castellano encontrada resulta con frecuencia reiterada y pocas veces aporta novedades con relación a lecturas previas. Foros y otros ámbitos de encuentro de programadores y diseñadores, exponen de forma repetitiva una problemática concreta, apreciándose la falta de soluciones diferentes para la misma.

En otra escala, este Visor Web puede ser objeto de una entrada masiva de datos a BBDD y gestionar toda la información que quiera ofrecerse. Es decir, la aplicación no queda limitada por la escala. Todo lo contrario.

En otro orden de cosas, decir también que la funcionalidad del Visor Web se ve afectada por el hardware empleado, dado que el proceso de datos geográficos puede llegar a ser intenso.

---



Por ejemplo, la visualización de más de tres capas simultáneas merman drásticamente esta funcionalidad, apreciándose una considerable bajada en el nivel interactivo del Visor Web.

Personalmente ha resultado útil comprobar cómo la realización de un trabajo acotado en el tiempo, puede ser objeto de contingencias nunca previstas, que hacen ver la necesidad de establecer un nivel de previsión más que aceptable. En este sentido, debe hacerse hincapié en la óptima planificación temporal que debe ser una tarea imprescindible en este tipo de trabajos. Aún así, la posibilidad de no llegar a materializar el mismo, siempre estará latente.

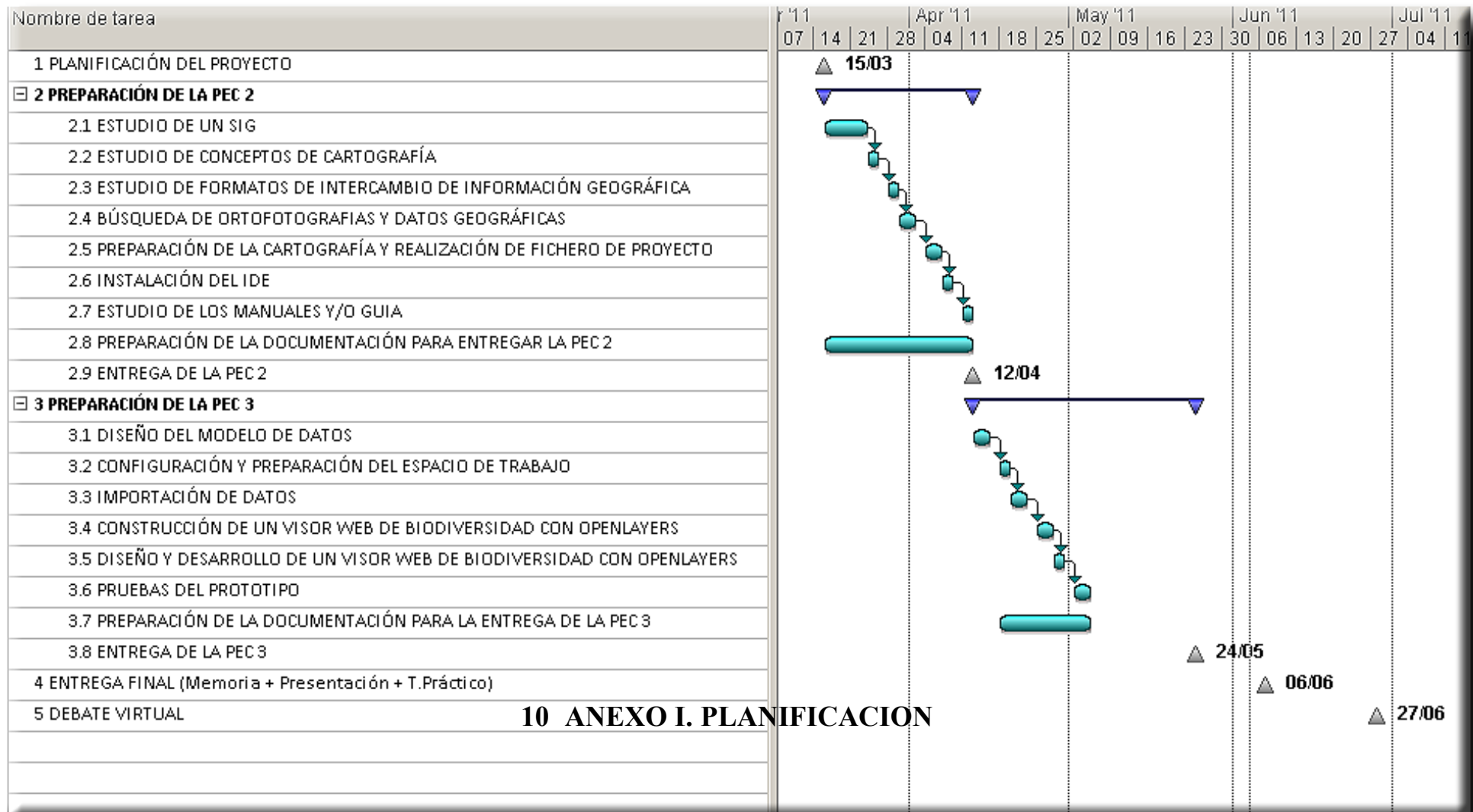
En términos generales, el trabajo ha resultado ser muy interesante. La asistencia recibida ha sido rápida y acertada por parte del consultor Víctor Velarde Gutiérrez. El material que da soporte a la asignatura ha parecido ser aceptable, tanto en relación a la temática asociada (Geodesia y cartografía, Bases de datos geográficos, Geotelemática, etc) como al aspecto estrictamente formal (Presentación de documentos y elaboración de presentaciones, Gestión y desarrollo de proyectos, Redacción de textos científico-técnicos, etc). Además, la presentación del video como requisito de entrega, ha supuesto un acercamiento al entorno multimedia, siendo consciente de la utilidad y la conveniencia de utilizarlo en trabajos futuros. De algún modo, obliga a asimilar conceptos que quedan al margen de la materia que nos ocupa, como pueden ser grabación audio, manejo de capturadores de escritorio, edición de video, etc. Cabe señalar también la posibilidad de hacer presentaciones multimedia interactivas que ofrezcan al usuario toda la potencialidad de este tipo de aplicaciones.

En definitiva, el balance del trabajo ha sido satisfactorio. Los tiempos han sido acertados y el material ofrecido adecuado.

[INDICE](#)



Trabajo fin de Carrera – TFC



10 ANEXO I. PLANIFICACION

## 11 ANEXO II. Esquemas SQL

Para la creación automatizada mediante del **postGIS ShapeFile and DBF loader** de **postGIS** se ha generado las tablas siguientes:

### Creación de tablas:

```
CREATE TABLE datos
(
  gid serial NOT NULL,
  hab_lay character varying(9),
  naturalida numeric,
  porcentaje numeric,
  alianza character varying(254),
  spsalianza character varying(254),
  nom_habita character varying(254),
  nom_comun character varying(254),
  generico character varying(254),
  codue character varying(254),
  prioritari character varying(254),
  descripcio character varying(254),
  CONSTRAINT datos_pkey PRIMARY KEY (gid)
)
```

```
CREATE TABLE habitat
(
  area numeric,
  perimeter numeric,
  habitat_integer,
  habitat integer,
  hab_lay character varying(9),
  prov_n_inb character varying(25),
  the_geom geometry,
  CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK (st_ndims(the_geom) = 2),
  CONSTRAINT enforce_geotype_the_geom CHECK geometrytype(the_geom)
= 'MULTIPOLYGON'::text OR the_geom IS NULL),
  CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK (st_srid(the_geom) = 23030)
)
```

```
CREATE TABLE lic
(
gid integer NOT NULL DEFAULT nextval('lic_p_gid_seq'::regclass),
"Lugar" character varying(80),
"Código" character varying(16),
"Area" double precision,
"Perimetro" double precision,
the_geom geometry,
CONSTRAINT lic_p_pkey PRIMARY KEY (gid),
CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK (st_ndims(the_geom) = 2),
CONSTRAINT enforce_geotype_the_geom CHECK (geometrytype(the_geom) =
'MULTIPOLYGON'::text OR the_geom IS NULL),
CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK (st_srid(the_geom) = 23030)
)
```

Los 20 hábitats con más influencia:

```
CREATE OR REPLACE VIEW "CodHabitatsMasIncidentes" AS
SELECT "substring"(datos.codue::text, 1, 2) AS "Código", count(datos.codue) AS
"Cantidad"
FROM datos
GROUP BY "substring"(datos.codue::text, 1, 2)
ORDER BY count(to_number("substring"(datos.codue::text, 1, 2), '99G999D9S'::text))
DESC
LIMIT 20;
```

Vistas mediante combinación datos / hábitat's:

```
CREATE OR REPLACE VIEW A AS
SELECT datos.generico AS "Nombre genérico", habitat.prov_n_inb AS "Provincia", datos.nom_habita AS "Nombre
Oficial", datos.codue AS "Codigo UE (completo)", datos.descripcion AS "Descripción", habitat.area AS "Superficie",
datos.spsalianza AS "Especie/s", datos.alianza AS "Asociación declarante", habitat.the_geom
FROM habitat, datos
WHERE habitat.hab_lay::text = datos.hab_lay::text AND to_number("substring"(datos.codue::text, 1, 2),
'99G999D9S'::text) = B::numeric;
```

donde **A** es el nombre de la vista a crear e **B** son los dos primeros dígitos del **CodUE** del hábitat.

## 12 ANEXO III. BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

|  |   |
|--|---|
| <b>Agencia Europea de Medio Ambiente</b>                                   | <a href="http://www.eea.europa.eu/es">http://www.eea.europa.eu/es</a>   |
| <b>Datos de referencia AEMA</b>  | <a href="http://discomap.eea.europa.eu/ArcGIS/rest/services/Bio/BiogeographicalRegions2008_Dyna_WM/MapServer">http://discomap.eea.europa.eu/ArcGIS/rest/services/Bio/BiogeographicalRegions2008_Dyna_WM/MapServer</a> |
| <b>Librería JavaScript de extensión al uso</b>                             | <a href="http://www.geoext.org/lib/index.html">http://www.geoext.org/lib/index.html</a>   |
| <b>Foro en español del servidor empleado</b>                               | <a href="http://groups.google.com/group/geoserver-es">http://groups.google.com/group/geoserver-es</a>   |
| <b>Una comparativa entre estos dos servidores de mapas</b>                 | <a href="http://www.slideshare.net/novum.limitis/mapservers-vs-geoserver">http://www.slideshare.net/novum.limitis/mapservers-vs-geoserver</a>   |
| <b>Una petición GetMap</b>   | <a href="http://www.idee.es/wms/MTN-Raster/MTN-Raster?REQUEST=GetCapabilities&amp;SERVICE=WMS">http://www.idee.es/wms/MTN-Raster/MTN-Raster?REQUEST=GetCapabilities&amp;SERVICE=WMS</a>                               |
| <b>Infraestructura de Datos Espaciales de España. Referencia de datos.</b> | <a href="http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES">http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES</a>   |
| <b>Instituto Geográfico Nacional</b>                                       | <a href="http://www.ign.es/ign/main/index.do">http://www.ign.es/ign/main/index.do</a>   |



|  |   |
|--|---|
| <b>Conversor de coordenadas</b>                                      | <a href="http://www.vermiip.es/gps/">http://www.vermiip.es/gps/</a>   |
| <b>Ministerio de Medioambiente, Rural y marino</b>                   | <a href="http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/Default.aspx">http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/Default.aspx</a>   |
| <b>API de OpenLayers (muy frecuentado)</b>                           | <a href="http://dev.openlayers.org/releases/OpenLayers-2.9.1/doc/apidocs/files/OpenLayers/Map-js.html">http://dev.openlayers.org/releases/OpenLayers-2.9.1/doc/apidocs/files/OpenLayers/Map-js.html</a>                           |
| <b>Ejemplos de OpenLayers (muy frecuentado)</b>                      | <a href="http://openlayers.org/dev/examples/">http://openlayers.org/dev/examples/</a>   |
| <b>Tutorial de OpenLayers (inicio)</b>                               | <a href="http://www.ingemoral.es/pages3/manualOpenLayers.html">http://www.ingemoral.es/pages3/manualOpenLayers.html</a>   |
| <b>Extensión de GeoServer para SQL</b>                               | <a href="http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/postgis.html#configuring-postgis-layers">http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/postgis.html#configuring-postgis-layers</a>   |
| <b>postGIS en español. (muy frecuentado)</b>                         | <a href="http://translate.google.es/translate?hl=es&amp;langpair=en es&amp;u=http://www.postgis.org/docs/ch04.html">http://translate.google.es/translate?hl=es&amp;langpair=en es&amp;u=http://www.postgis.org/docs/ch04.html</a> |
| <b>Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (MMARM)</b> | <a href="http://www.prtr-es.es/">http://www.prtr-es.es/</a>   |
| <b>Conversor de coordenadas</b>                                      | <a href="http://entomologia.net/Conversor.htm">http://entomologia.net/Conversor.htm</a>   |

