



Esta obra está sujeta a (excepto que se indique lo contrario) una licencia de Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 3.0 España de Creative Commons.

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- Reconocimiento - Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- No comercial - No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- Sin obras derivadas - No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

COBERTURA SANITARIA EN ZONAS DE CATÁSTROFES

Memoria del Trabajo Final de Carrera

Alumno: Juan Marcos Salleras Fernández

Dirigido por: Laura Gracia Guardiola

Co-dirigido por: Antoni Pérez Navarro

CURSO 2010-11 (Febrero/Septiembre)

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## Dedicatoria y agradecimientos

Dedico este trabajo a los dos grandes amores de mi vida, mi hija Lucia que nació cuando empecé este proyecto y a Dori mi mujer que ha sido la que me ha empujado a terminar la carrera. Por todo el tiempo que no he podido dedicaros durante estos últimos meses.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## Resumen

En este documento se podrá encontrar el trabajo de final de carrera (TFC) de Ingeniería Técnica de Informática del autor, en la *Universitat Oberta de Catalunya*. El objetivo de este trabajo es conseguir crear un Sistema de Información Geográfica (SIG), adquiriendo por el camino todos los conocimientos necesarios para su realización. Este trabajo está estructurado en 4 partes bien diferenciadas:

1. En la primera parte se realiza una descripción del proyecto así como una planificación temporal del mismo.
2. La segunda parte teórica, que incluye todos los aspectos relacionados con los SIG.
3. La tercera parte se dedica a la aplicación SIG con la que se desarrollará la parte práctica. Esta aplicación es *GeoMedia Profesional 6.1*. Permitirá conocer cómo implementar todos los conocimientos de SIG adquiridos en la parte teórica.
4. La última parte se dedicará al desarrollo del caso propuesto.

## Resumen entrega final

Junto a la memoria se realiza entrega de un archivo llamado **jsallerasf\_Solucion.rar** que contendrá las siguientes carpetas y ficheros:

- Desarrollo: Contendrá todo el desarrollo de la nueva funcionalidad realizada en C#.
- Librerías: Contendrá los archivos necesarios para instalar la nueva funcionalidad en *GeoMedia*.
- Geomedia: Contendrá el *Workspace* que se ha utilizado para las pruebas así como todos los archivos de coordenadas y la base de datos con las capas utilizadas.
- Manual del usuario: Esta memoria ya incluye todo lo que debería tener un manual del usuario. Pero puesto que está información dentro de la memoria se encuentra en apartados separados, y no siempre es fácil localizarla, se ha decidido juntar los distintos apartados en un fichero aparte que hemos llamado **Manual del usuario**.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## Índice

1.	Planificación TFC.....	7
1.1	Escenario .....	7
1.2	Descripción general del proyecto.....	7
1.3	Objetivos del proyecto .....	8
1.3.1	Objetivos generales.....	8
1.3.2	Objetivos específicos.....	8
1.4	Planificación .....	9
1.4.1	Inventario de tareas .....	9
1.4.2	Hitos del proyecto .....	10
1.4.3	Diagrama de Gantt .....	11
1.5	Plan de gestión de riesgos.....	12
1.6	Evaluación materiales necesarios .....	13
2.	Introducción de SIG.....	14
2.1	Definición de SIG .....	14
2.2	Componentes de un SIG.....	15
2.3	Sistema de coordenadas .....	16
3.	Introducción a la cartografía .....	18
3.1	Nociones básicas .....	18
3.2	Geoide .....	19
3.3	Elipsoide .....	19
3.4	Proyecciones UTM.....	19
4.	Herramientas de desarrollo de SIG ( <i>GeoMedia Profesional 6.1</i> ).....	21
4.1	Espacio de trabajo (GeoWorkspace).....	21
4.2	Almacenes .....	21
4.3	Sistema de coordenadas .....	22
4.4	Tipos de ventana .....	22
4.5	Leyenda .....	22
4.6	Análisis de datos.....	22
4.7	Captura de datos .....	24
4.8	Personalización. Programación y comandos.....	24

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

5.	Planteamiento de la resolución del caso .....	26
5.1	Búsqueda de fuentes de datos.....	26
5.2	Análisis de las fuentes de datos .....	26
5.3	Preparación del entorno .....	27
5.4	Procesado previo a los datos con GeoMedia.....	27
6.	Caso práctico .....	31
6.1	Introducción .....	31
6.2	Análisis y diseño .....	31
6.2.1	Propagación de la infección: .....	31
6.2.2	Localización de centros sanitarios:.....	36
6.3	Implementación .....	37
6.3.1	Diseño de la aplicación:.....	39
6.3.2	Codificación:.....	40
6.4	Resultado:.....	42
6.5	Instalación de la nueva funcionalidad.....	43
7.	Mejoras futuras .....	44
8.	Valoración económica del proyecto.....	44
9.	Conclusiones.....	45
9.1	Comentarios sobre GeoMedia Professional 6.1.....	46
9.2	Experiencia personal .....	46
10.	Glosario .....	48
11.	Bibliografía .....	49

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 1. Planificación TFC

---

El objetivo del presente apartado es elaborar una correcta planificación del proyecto. Para ello se debe establecer cuál va a ser el marco de trabajo, y así delimitar el ámbito del proyecto para poder realizar una correcta planificación temporal. Para conseguir este objetivo, el documento constará de los siguientes apartados:

1. Escenario
2. Descripción general del proyecto
3. Objetivos del proyecto
4. Estructura de la memoria
5. Relación de actividades
6. Planificación del proyecto
7. Plan de gestión de riesgos
8. Evaluación material necesario

### 1.1 Escenario

---

El cólera es una enfermedad infecciosa causada por una bacteria. La forma más habitual de contraer la enfermedad es por la ingestión de alimentos o aguas contaminadas. En las zonas donde se ha producido algún tipo de catástrofe, la presencia de animales o personas muertas, puede provocar la contaminación de corrientes naturales de agua, alcanzando de esta manera a poblaciones situadas más abajo.

Por otro lado existen Sistemas de Información Geográfica (SIG), que integran funcionalidades que permiten manejar bancos de datos compuestos por información alfanumérica y grafica, así como realizar sofisticados análisis con resultados en plazos razonables.

### 1.2 Descripción general del proyecto

---

El objetivo de este proyecto es desarrollar un SIG que permita explotar su capacidad para construir modelos que ayuden, ante una catástrofe, a determinar dónde pueden empezar los brotes de infección y cómo éstos pueden propagarse. Una vez obtenidas las primeras conclusiones, deben ser empleadas como variables que sirvan para realizar una previsión de cuáles van a ser las necesidades sanitarias en el territorio, y así optimizar la gestión de los recursos médicos y realizar una mejor repartición de éstos.

Para poder conseguir el objetivo hay que tener en cuenta una serie de variables tales como:

- Cartografía y datos actualizados: Para enmarcar el proyecto y servirán de base.
- Datos sobre hidrografía: Ayudarán a realizar el modelo de propagación de la infección.
- Ratios de población: Se necesitarán para conocer la capacidad y ubicación de los centros de atención sanitaria.

En definitiva se trata de elaborar un SIG que se pueda utilizar como herramienta para la toma de decisiones, cuando se produzca una situación como la descrita en el escenario. Para ello el proyecto se divide en las siguientes fases:

- Obtención de datos de trabajo.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

- Manipulación y creación de nuevos datos para adecuarlos a las necesidades de la aplicación a desarrollar.
- Diseño de una aplicación que permita, a partir de un foco de infección, obtener las poblaciones situadas río abajo que son susceptibles de contagio, tomando como referencia los ríos más cercanos al foco de infección.
- Encontrar todos aquellos centros de atención sanitaria capaces de poder encargarse de los enfermos, y analizando los ratios de población así como la capacidad de atención de cada centro, poder tomar decisiones de incrementar personal o desviar a los enfermos a otros centros. Este resultado se presentará a modo de informe.

### **1.3 Objetivos del proyecto**

---

En este apartado es donde se expondrá qué es lo que se desea obtener con la realización de este proyecto, y cuáles van a ser las guías de estudio. Estos objetivos se dividirán en:

1. Objetivos generales: Precisa la finalidad de la investigación, en cuanto a sus expectativas más amplias. Ayudará a orientar la investigación.
2. Objetivos específicos: Son los pasos que hay que realizar para poder alcanzar el objetivo general.

#### **1.3.1 Objetivos generales**

- Conocer las características fundamentales de los SIG
- Aprender a plantear y resolver problemas con componentes geográficas a partir de datos genéricos.
- Reconocer las diferentes operaciones espaciales de SIG y su utilidad.
- Desarrollar una aplicación que permita la resolución de problemas concretos con entidades gráficas

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Conocer *GeoMedia* y sus utilidades
- Aprender a personalizar el entorno de trabajo
- Adaptar información procedente de fuentes externas al SIG para que pueda ser tratada con este entorno
- Familiarización con los lenguajes de programación que permiten el desarrollo de aplicaciones en el entorno SIG

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 1.4 Planificación

En este apartado se recoge el primer trabajo de planificación temporal del proyecto. Para poder realizarla con la mayor rigurosidad posible, se ha dividido esta planificación en 3 apartados que a continuación se pasa a enumerar:

1. Inventario de tareas.
2. Hitos del proyecto
3. Diagrama de Gantt

### 1.4.1 Inventario de tareas

Para la realización del proyecto se han identificado 4 tareas principales:

1. **Formación:** Engloba todas aquellas tareas de investigación para poder alcanzar el perfil técnico requerido y así garantizar la finalización del proyecto de una manera satisfactoria
2. **Configuración:** Instalación y configuración del software necesario para poder realizar el desarrollo del proyecto.
3. **Documentación:** Elaboración de documentos entregables (borradores, memoria, presentaciones, etc.)
4. **Programación:** En este punto se engloban todas aquellas labores de análisis, diseño, codificación y pruebas necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

A su vez, estas tareas se descomponen en una serie de actividades. En la tabla Tabla 1: Inventario de tareas podrán encontrar un listado jerarquizado de estas actividades:

<i>Nombre de tarea</i>	<i>Horas</i>	<i>Fecha Inicio</i>	<i>Fecha Fin</i>
<b>Fase 1: Elaboración plan de trabajo (PAC1)</b>	<b>24h</b>	<b>03/03/11</b>	<b>15/03/11</b>
<b>Lectura plan docente + revisión calendario</b>	1h	04/03/11	04/03/11
<b>Lectura documento UOC "Gestión y desarrollo de proyectos"</b>	3h	04/03/11	04/03/11
<b>Lectura y comprensión del enunciado del proyecto</b>	2h	05/03/11	05/03/11
<b>Elaboración del plan de trabajo</b>	12h	06/03/11	08/03/11
<b>Entrega borrador plan de trabajo</b>	-	09/03/11	09/03/11
<b>Revisión plan de trabajo</b>	6h	11/03/11	12/03/11
<b>Entrega PAC1 (Plan de trabajo)</b>	-	15/03/11	15/03/11
<b>Fase 2: Elaboración PAC2</b>	<b>73h</b>	<b>15/03/11</b>	<b>12/04/11</b>
<b>Configuración entorno de trabajo</b>	7h	15/03/11	16/03/11
<b>Descarga del software necesario</b>	1h		
<b>Instalación del software</b>	2h		
<b>Configuración del software</b>	4h		
<b>Formación tecnológica</b>	24h	17/03/11	24/03/11
<b>Realización PAC2</b>	33h	25/03/11	12/04/11
<b>Análisis y diseño modelo de datos necesario</b>	9h	25/03/11	28/03/11
<b>Adaptación de los datos geográficos</b>	9h	29/03/11	01/04/11

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

<b>Crear entorno de trabajo</b>	15h	02/04/11	07/04/11
<b>Entrega borrador PAC2</b>	-	08/04/11	08/04/11
<b>Revisión PAC2</b>	9h	09/04/11	11/04/11
<b>Entrega PAC2</b>	-	12/04/11	12/04/11
<b>Fase 3: Elaboración PAC3</b>	<b>75h</b>	<b>13/04/11</b>	<b>24/05/11</b>
<b>Formación tecnológica</b>	15h	13/04/11	18/04/11
<b>Construcción software</b>	51 h	18/04/11	19/05/11
<b>Análisis de requisitos</b>	9h	18/04/11	21/04/11
<b>Diseño</b>	9h	22/04/11	23/04/11
<b>Implementación + pruebas</b>	33h	24/04/11	19/05/11
<b>Entrega borrador PAC3</b>	-	20/05/11	20/05/11
<b>Revisión PAC3</b>	9h	21/05/11	23/05/11
<b>Entrega PAC3</b>		24/05/11	24/05/11
<b>Fase 4: Fase de entrega (PAC4)</b>	<b>21h</b>	<b>25/05/11</b>	<b>06/06/11</b>
<b>Realizar correcciones</b>	6h	25/05/11	27/05/11
<b>Preparar presentación</b>	9h	27/05/11	30/05/11
<b>Entrega borrador</b>	-	01/06/11	01/06/11
<b>Revisión presentación</b>	6h	03/06/11	05/06/11
<b>Entrega PAC4</b>		06/06/11	06/06/11
<b>Proyecto TFC</b>	<b>193h</b>	<b>03/03/11</b>	<b>06/06/11</b>

Tabla 1: Inventario de tareas

#### 1.4.2 Hitos del proyecto

En la tabla Tabla 2: Hitos del proyecto se pueden encontrar las fechas claves del proyecto:

<i>Hitos del proyecto</i>	<i>Fechas</i>
<b>Inicio del proyecto</b>	03/03/11
<b>Entrega borrador plan de trabajo</b>	09/03/11
<b>Entrega Plan de trabajo (PAC1)</b>	15/03/11
<b>Entrega borrador PAC2</b>	08/04/11
<b>Entrega PAC2</b>	12/04/11
<b>Entrega borrador PAC3</b>	20/05/11
<b>Entrega PAC3</b>	24/05/11
<b>Entrega borrador PAC4</b>	03/06/11
<b>Entrega PAC4</b>	06/06/11

Tabla 2: Hitos del proyecto

### 1.4.3 Diagrama de Gantt

En este apartado se sintetizará lo expuesto en los puntos anteriores en un diagrama de Gantt. Ver Ilustración 1.

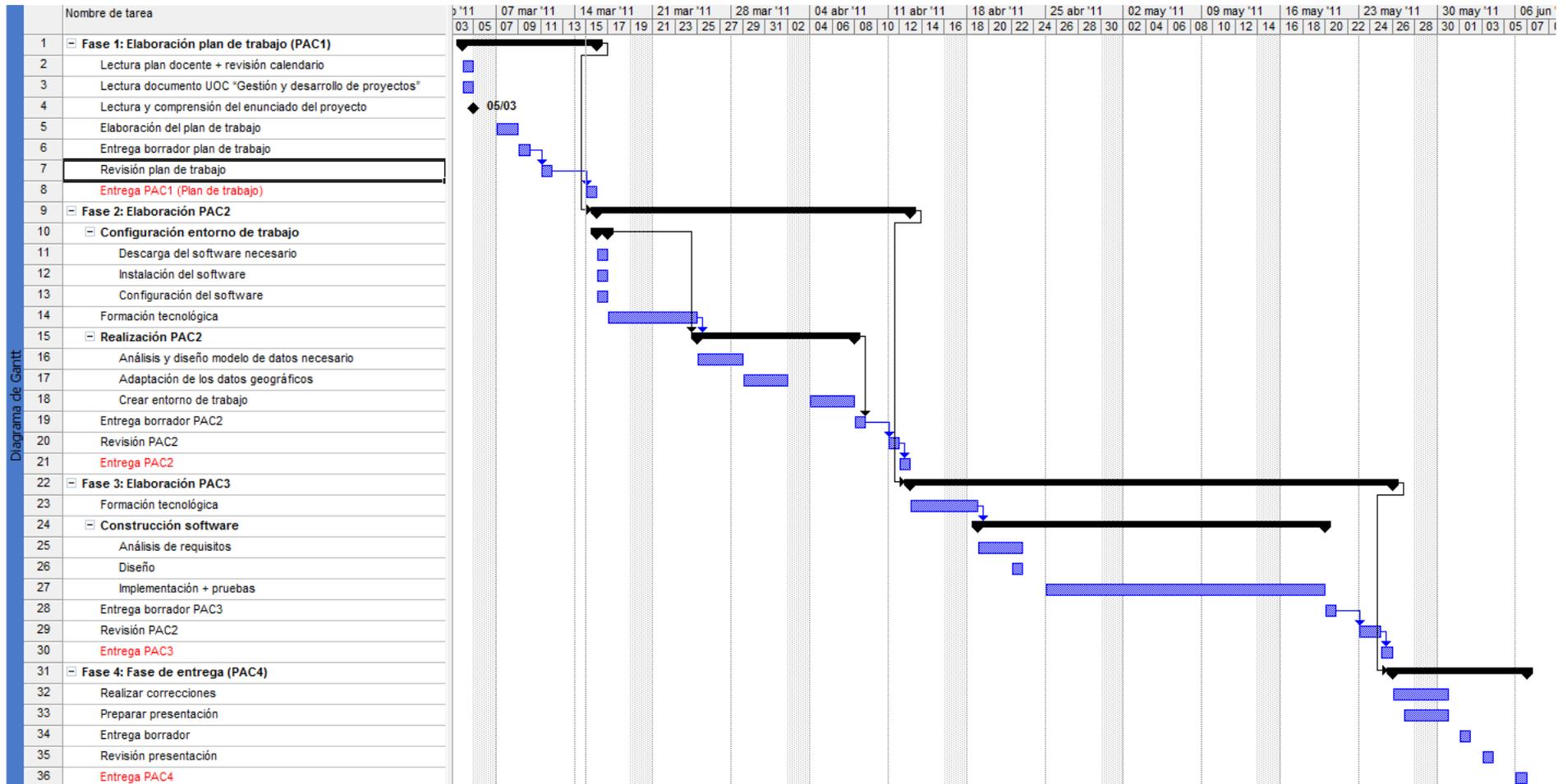


Ilustración 1: Diagrama de Gantt

### 1.5 Plan de gestión de riesgos

---

En la Tabla 3: Plan de gestión de riesgos se recogen todas aquellas incidencias que puedan suponer un posible riesgo vinculado a la realización del proyecto y se proponen soluciones para mitigar sus posibles efectos.

<b>Riesgos</b>	<b>Medidas previstas</b>
<b>Avería del PC de trabajo habitual</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Con el fin de mitigar este efecto se utilizará un repositorio remoto, donde se irán realizando copias periódicas.</li><li>• Se dispondrá de un entorno de trabajo configurado para emergencias, en un disco externo de 250 Gb, idéntico al principal y soportado mediante el software <i>VirtualBox</i></li></ul>
<b>Desconocimiento de la tecnología</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plan de formación inicial intensivo</li></ul>
<b>Tareas mal ponderadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Será necesario reajustar nuestro plan de trabajo y en caso de ser necesario dedicar más horas.</li><li>• Control semanal de la planificación para evitar desajustes muy grandes</li></ul>
<b>Coincidencias con trabajos de otras asignaturas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A la hora de elaborar este plan de trabajo, se ha intentado en la medida de lo posible que estas coincidencias no existan.</li></ul>
<b>Problemas instalación del software</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aunque esta instalación no es necesaria desde un principio, se intentará avanzar en este tema para poder responder ante futuras eventualidades con tiempo suficiente.</li><li>• Problemas de licencias. Preguntar al consultor dónde se encuentran en caso de ser necesarias. De momento se han identificado 2 posibles licencias que serán necesarias (<i>Visual .NET</i> y <i>GeoMedia profesional 6.1</i>)</li></ul>
<b>Nacimiento de mi primera hija durante este mes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Intentar adelantar todo lo posible para que me afecte lo menos posible.</li></ul>
<b>Trabajo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al trabajar en un centro de emergencias hay veces que surgen problemas inesperados. Se intentará adelantar todo lo posible para mitigar este riesgo.</li></ul>

Tabla 3: Plan de gestión de riesgos

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## ***1.6 Evaluación materiales necesarios***

---

Los recursos necesarios para elaborar el proyecto son:

- PC con conexión a internet
- Software:
  - *Microsoft Word*: Se empleará para realización de toda la documentación
  - *Microsoft Project*: Servirá para poder realizar un seguimiento de la planificación y ver que el proyecto no se está desviando del plan establecido.
  - *Microsoft Powerpoint*: Se utilizará para preparar la presentación
  - *GeoMedia profesional 6.1*.
  - *Visual .NET*
- Material formativo:
  - Material enviado por la UOC
  - Materiales accesibles desde el aula
  - Bibliografía recomendada
  - Otros materiales que se puedan encontrar por Internet

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 2. Introducción de SIG

En este apartado se explicará de forma introductoria qué es un SIG y cómo funciona. Se verán los conceptos básicos para entender qué es un SIG y cuáles son las partes que lo conforman. También se explicará cómo se referencia la información gráfica dentro de un SIG. Los apartados en los que se dividirá este punto son:

1. Definición de SIG
2. Componentes de un SIG
3. Sistemas de coordenadas

### 2.1 Definición de SIG

Según *Wikipedia* la definición de SIG es la siguiente:

Se trata de una integración organizada de *hardware*, *software* y datos geográficos diseñada para capturar almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de **resolver problemas complejos de planificación y gestión**.

En definitiva, se puede ver un SIG como una base de datos con información georeferenciada; es decir, que esta información está relacionada con una serie de elementos gráficos en un mapa digital. Si se considera la disposición de estos elementos gráficos como diferentes capas de una misma porción de territorio, donde la localización de un punto tiene las mismas coordenadas en todas sus capas, será posible analizar sus características temáticas y espaciales para obtener un mejor conocimiento de la zona (ver **Ilustración 2**)

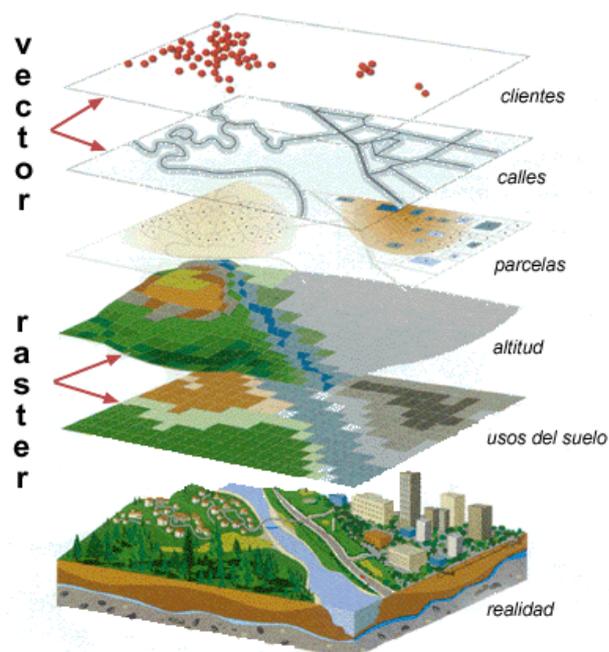


Ilustración 2: Modelo de capas (Fuente [2])

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 2.2 Componentes de un SIG

Como se ha podido observar en la primera definición, un SIG no sólo es un software instalado en el ordenador sino un conjunto de componentes interrelacionados que forman un todo.



**Ilustración 3: Componentes básicos de un SIG (Fuente [3])**

La **Ilustración 3: Componentes básicos de un SIG** muestra los principales componentes de un SIG, hardware, software, datos, recurso humano y procedimientos. Cada uno de ellos se explica a continuación. (Fuente [3])

- **Hardware:** Son todos los recursos tangibles donde opera el SIG.
- **Software:** Los programas SIG proveen las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:
  - Herramientas para la entrada y la manipulación de información geográfica.
  - Un sistema de administración de datos (DBMS, *data base management systems*)
  - Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
  - Una interfaz gráfica de usuario que facilite el acceso a las herramientas mencionadas anteriormente.
- **Recursos humanos:** La tecnología de un SIG es de valor limitado sin la gente que maneja el sistema. Es por ello que es muy importante tener un equipo técnico que se encargue de actualizar y mantener los datos así como proporcionar soporte y formación a los usuarios finales del servicio.
- **Procedimientos:** Un SIG exitoso opera de acuerdo a un plan bien diseñado y reglas de la actividad, que son los modelos y prácticas operativas únicas a cada organización.
- **Datos:** Es la parte del SIG mediante la cual se representa la realidad, por lo que es probablemente la parte más importante del SIG. Estos datos pueden ser adquiridos por quien implemente el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. Estos datos pueden ser de dos tipos:
  - Alfanumérico: Estos datos describirán las propiedades y características de la información gráfica.
  - Gráfico: En este caso existen dos formatos diferentes que corresponden a:
    - **Vectorial:** Consiste en la representación de una imagen mediante formas geométricas primitivas como son puntos, líneas, curvas y polígonos.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

- **Raster:** Consiste en la representación de una imagen mediante una malla regular de pequeñas celdas llamados *pixels*. Cada *pixel* tiene un valor numérico que corresponde a un color de la porción de la imagen.

En la Tabla 4: Ventajas e inconvenientes entre el formato vectorial y el formato *ráster* se pueden observar las ventajas y los inconvenientes de utilizar un formato u otro:

Formato	Vectorial	<i>Raster</i>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena presentación y resolución</li> <li>• Requiere de menos memoria para su tratamiento y almacenamiento.</li> <li>• Buena salida gráfica</li> <li>• Codificación eficiente de la topología y las operaciones espaciales.</li> <li>• Datos más fáciles de mantener y actualizar.</li> <li>• Permite mayor capacidad de análisis, sobre todo en redes.</li> <li>• Mayor compatibilidad con entornos de base de datos relacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La estructura de datos es muy simple</li> <li>• Operaciones de superposición son muy sencillas</li> <li>• Tecnología más económica</li> <li>• Formato óptimo para variaciones altas de datos.</li> <li>• Buen almacenamiento de imágenes digitales</li> </ul>
<b>Inconvenientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de datos más compleja</li> <li>• Programas de tratamiento son más complejos</li> <li>• Las operaciones de superposición son más difíciles de implementar y representar.</li> <li>• Eficacia reducida cuando la variación de datos es alta.</li> <li>• Es un formato más laborioso de mantener actualizado.</li> <li>• Tiene muy limitada la cantidad de información que almacena.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor requerimiento de memoria de almacenamiento. Todas las celdas contienen datos.</li> <li>• Las reglas topológicas son más difíciles de generar.</li> <li>• Las salidas gráficas son menos vistosas y estéticas. Dependiendo de la resolución del archivo <i>raster</i>, los elementos pueden tener sus límites originales más o menos definidos.</li> </ul>

**Tabla 4: Ventajas e inconvenientes entre el formato vectorial y el formato *ráster*. (Fuente [15])**

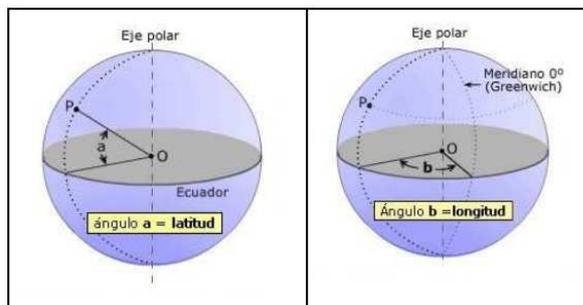
### **2.3 Sistema de coordenadas**

Un sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir unívocamente la posición de cualquier punto de un espacio geométrico con respecto de un punto de origen. El conjunto de ejes, puntos o planos que confluyen en el origen y a partir de los cuales se calculan las coordenadas forman lo que se denomina **sistema de referencia**. (Fuente [10])

Los sistemas de coordenadas más utilizados para representar la superficie de la tierra son:

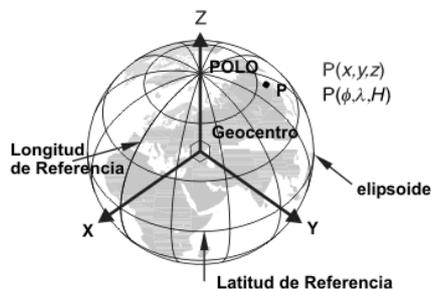
	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

- **Geográficas:** Utiliza una superficie esférica tridimensional para definir las localizaciones sobre la superficie terrestre. Se basan en el concepto de longitud y latitud para poder determinar la posición de un punto de la superficie terrestre. El sistema de referencia utilizado son el ecuador terrestre como la línea de latitud cero y el meridiano de Greenwich es la línea cero de longitud. (Ver Ilustración 4)



**Ilustración 4: Coordenadas Geográficas (Fuente [11])**

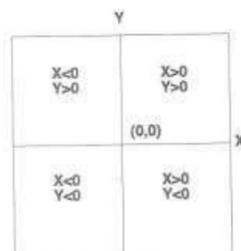
- **Cartesiano:** Una posición se define en un espacio tridimensional por las coordenadas  $(x, y, z)$  (ver Ilustración 5). El sistema de referencia viene definido como:
  - El eje Z pasa por el centro de la tierra y por los polos
  - El eje X pasa por el centro de la Tierra y por el meridiano principal de Greenwich.
  - El eje Y forma un ángulo de  $90^\circ$  con los otros dos ejes.



**Ilustración 5: Coordenadas cartesianas (Fuente [9])**

- **Proyectadas:** Se define sobre una superficie plana, en la que la localización de las coordenadas se realiza con respecto a una malla donde se ha definido el origen en su centro. En un sistema de coordenadas proyectadas, las localizaciones son identificadas por coordenadas  $x, y$  en una cuadrícula, con el origen al centro de dicha cuadrícula. Cada posición tiene dos valores que la referencia a la localización central. Un valor especifica la posición horizontal y el otro valor la posición vertical. Los dos valores son llamados coordenada X y coordenada Y. Al utilizar esta notación las coordenadas en el origen son  $X = 0, Y = 0$ . (ver Ilustración 6)

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria		<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández		
Fecha Creación 27/06/2011	Fecha Modificación 27/06/2011	Estado Revisado	



**Ilustración 6: Los símbolos de las coordenadas X, Y en un sistema de coordenadas proyectadas. (Fuente [I])**

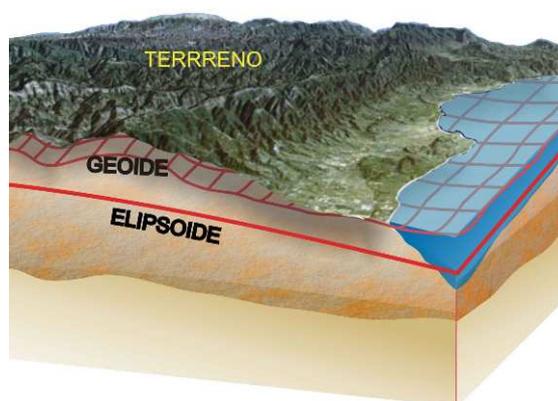
### 3. Introducción a la cartografía

En este apartado se explicará de forma muy básica, qué es la cartografía y la relación que existe con los SIG. También se verá el sistema habitual de referencia internacional de cartografía (UTM.)

#### 3.1 Nociones básicas

Dado que una superficie plana no puede ajustarse a una esfera sin estirarse o encogerse, es imposible poder representar los atributos de la tierra en un mapa sin producir distorsiones. Este es el motivo por el que se utilizan las proyecciones, que permiten representar la superficie esférica de la tierra con la menor deformación posible, utilizando la red de paralelos y meridianos.

Puesto que no existe una proyección que permita representar la tierra de forma exacta o que no tenga ningún error de deformación, el proceso de formación de la cartografía implica una abstracción de la realidad, y se decide realizar una aproximación teórica de la forma de la Tierra a un geoide o elipsoide, para finalmente aplicar diferentes métodos y sistemas de modo que las deformaciones sean mínimas o que la representación cumpla condiciones especiales para su posterior utilización. (Ver Ilustración 7: Comparación entre geoide y elipsoide. (Fuente 49))

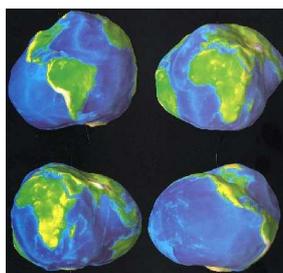


**Ilustración 7: Comparación entre geoide y elipsoide. (Fuente 49)**

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

### 3.2 Geoide

El geoide es un cuerpo que corresponde a la forma teórica de la Tierra, tal como resultaría si los continentes estuviesen nivelados con los mares. Tiene la forma casi esférica aunque con un ligero achatamiento en los polos (esferoide). (Ver Ilustración 8: Geoide exagerado (Fuente [13]))



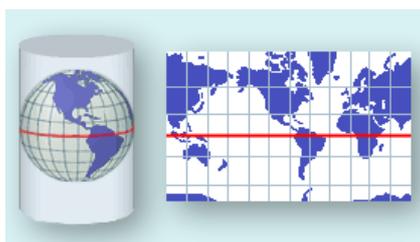
**Ilustración 8: Geoide exagerado (Fuente [13])**

### 3.3 Elipsoide

Por las irregularidades que presenta el modelo de superficie definido por un geoide, es un modelo con el cual es difícil trabajar. Por lo tanto existe otro modelo más simple, que es el elipsoide, figura que se intenta adaptar al geoide con la ventaja de que es independiente del material que forma la Tierra. Por lo tanto, es una superficie sin irregularidades que se puede modelizar con ecuaciones matemáticas.

### 3.4 Proyecciones UTM

Es el sistema de proyección más usado. Este sistema se basa en el sistema definido por Mercator. La proyección de la superficie terrestre, como se puede observar en la Ilustración 9 se realiza sobre un cilindro.

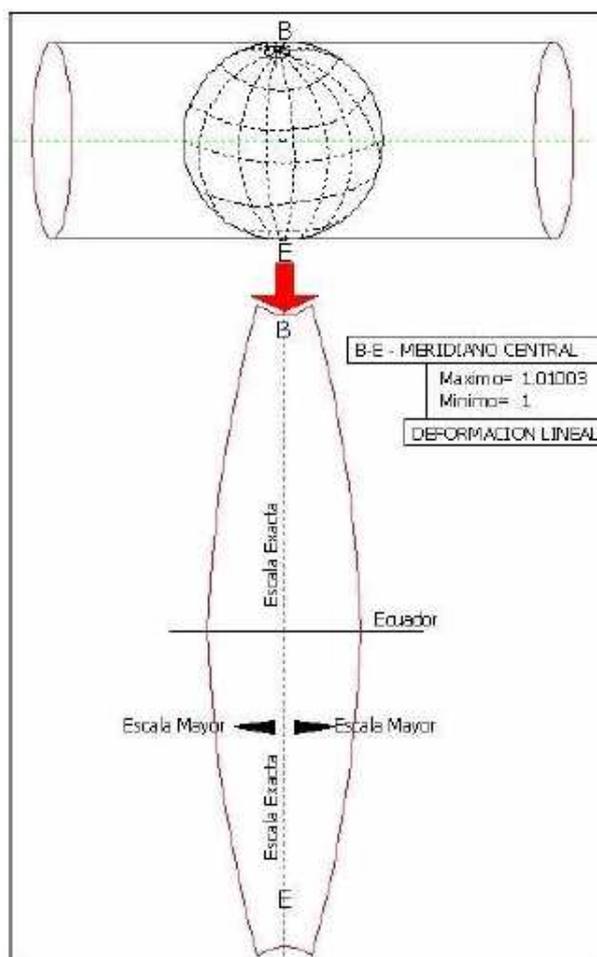


**Ilustración 9: Proyección Mercator. (Fuente [14])**

Esta proyección es ideal para zonas longitudinales y estrechas, donde la distorsión con respecto a la realidad es pequeña. A medida que la superficie a representar aumenta en longitud y latitud, las deformaciones también crecen, llegando incluso a deformar totalmente la realidad. Para minimizar estos efectos se ha llegado a los siguientes convenios (ver Ilustración 10: Proyección UTM (Fuente [6])):

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria		<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández		
<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

- La proyección UTM toma como base la proyección de Mercator, sin embargo la posición del cilindro es transversal al eje de la tierra, puesto que las deformaciones en latitud son menos pronunciadas debido a la geometría elipsoide de la tierra.
- Se divide la tierra en 60 husos, cada huso viene definido por dos meridianos separados por una longitud de 6°. Para generar cada huso se emplea un cilindro distinto, siendo cada uno de los cilindros empleados tangente al meridiano central de cada huso. De esta manera se consigue que la superficie a proyectar tenga la mínima deformación posible en longitud, obteniendo una relación entre distancias reales y proyectadas desde 0 a 1,003%



**Ilustración 10: Proyección UTM (Fuente [6])**

Ventajas que de esta proyección frente a los otros sistemas de proyección:

- Conserva los ángulos
- No distorsiona las superficies en grandes magnitudes (por debajo de los 80° de latitud)
- Es un sistema empleado universalmente
- Es un sistema que designa un punto o zona de manera concreta y fácil de localizar.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 4. Herramientas de desarrollo de SIG (*GeoMedia Profesional 6.1*)

En este apartado se realiza una descripción de las características más importantes del software *GeoMedia Profesional 6.1*. (Fuente [II])

Se trata de una herramienta cuya potencia radica en la manipulación y análisis de datos geográficos. Una característica muy importante de esta herramienta es que su entorno puede ser configurado fácilmente con otras herramientas de desarrollo como *Microsoft Visual Basic* y *Visual C++*.

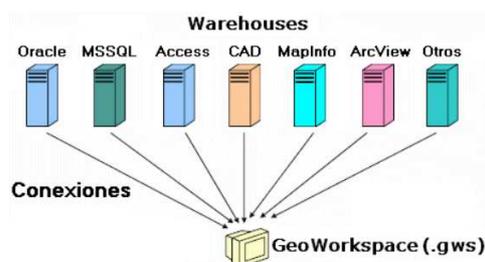
### 4.1 Espacio de trabajo (*GeoWorkspace*)

Un *GeoWorkspace* es el entorno en el cual se lleva a cabo todo el trabajo, más concretamente el *GeoWorkspace* es el fichero central donde se almacenan todas las configuraciones que se quieran introducir para personalizar el GIS con el que se quiere trabajar.

Una vez dentro del *GeoWorkspace*, puede modificar su sistema de coordenadas, establecer conexiones a almacenes, ejecutar consultas, ver los datos y realizar análisis espaciales. La configuración y las conexiones que define en el *GeoWorkspace* se guardan en un archivo *.gws*, aunque debemos tener en cuenta que los datos se guardan en los almacenes.

### 4.2 Almacenes

Los almacenes son otro componente muy importante, puesto que es el sitio físico donde se guardan los datos con los que el SIG deberá trabajar. Para poder utilizar estos almacenes lo primero es configurarlos en el *GeoWorkspace*. Los almacenes pueden ser de distintos tipos, pueden ser bases de datos o pueden ser ficheros. En la Ilustración 11 se muestra las posibles conexiones que pueden configurarse en un *GeoWorkspace*.



**Ilustración 11: Posibles conexiones (Fuente [II])**

Dentro de los almacenes existen unos componentes que permitirán manipular la información, son las entidades. Las entidades se pueden visualizar como una tabla de base de datos donde la clase de entidad sería la tabla donde se definen los atributos de la entidad, y la entidad uno de los registros que la componen. Estas entidades pueden visualizarse como una ventana de atributos o como un elemento geográfico que se representa sobre un mapa con una geometría y que tiene asignadas una serie de atributos dentro del almacén.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

#### 4.3 Sistema de coordenadas

Para poder trabajar con las entidades es necesario que se las pueda situar en el mundo real. Con el fin de poder realizar esta ubicación *GeoMedia* proporciona diferentes sistemas de coordenadas (ver **apartado 2.3**)

*GeoMedia* también permite escoger el elipsoide de referencia a la proyección, el datum.

Es muy importante que se defina el sistema de coordenadas en el *GeoWorkspace* y en las clases entidad para que todos trabajen con las mismas coordenadas y evitar así posibles errores.

Para el desarrollo del TFC se va a utilizar el sistema de coordenadas proyectadas, más concretamente, se utilizará la proyección UTM 18.

#### 4.4 Tipos de ventana

En un mismo *GeoWorkspace* *GeoMedia* permite trabajar con distintos tipos de ventana. Estas ventanas pueden ser de tipo mapa, en tal caso mostrarán una visualización gráfica de entidades o consultas, o de datos, en tal caso estas entidades o consultas se mostrarán en forma de listado de atributos. (Ver Ilustración 12: Ejemplo de tipos de ventana)

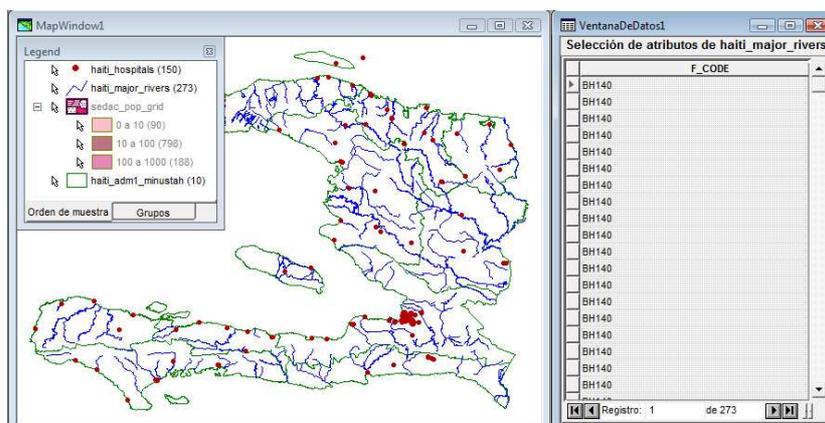


Ilustración 12: Ejemplo de tipos de ventana. (Fuente propia)

#### 4.5 Leyenda

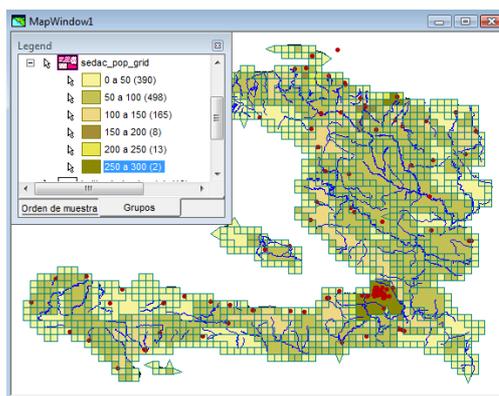
Es la herramienta que nos proporciona *GeoMedia* para poder controlar lo que se visualiza en una ventana de mapa. (Ver Ilustración 12: Ejemplo de tipos de ventana)

#### 4.6 Análisis de datos

Una de las herramientas importantes que ofrece *GeoMedia* es el análisis de datos gráficos y los datos alfanuméricos introducidos en el SIG. Seguidamente se realiza una relación de los conceptos más utilizados en el análisis de datos:

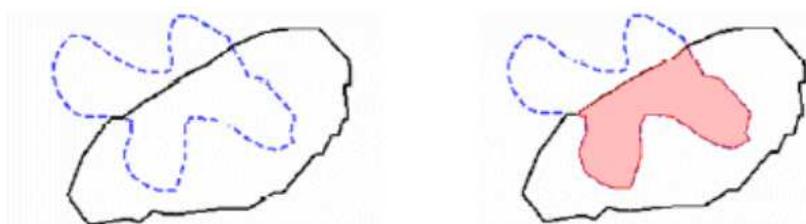
	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

- **Mapas temáticos:** Son aquellos mapas que hacen referencia a la representación de ciertas características de distribución, relación, densidad, etc. Por lo tanto nos permiten realizar un análisis de estos datos con un grado de relación a la consulta realizada. Un ejemplo claro sería la representación con colores de los distintas zonas de un territorio según la densidad de población que presenten. (Ver Ilustración 13: Densidad de población. (Fuente propia))



**Ilustración 13: Densidad de población. (Fuente propia)**

- **Zonas de influencia:** Son áreas alrededor de una o varias entidades, en las que se pueden delimitar consultas espaciales. El territorio y las entidades en una zona de influencia se pueden marcar gráficamente cambiando su aspecto y de esa forma tenerlas identificadas. Un ejemplo de esta aplicación sería por ejemplo ayudar a determinar los centros de atención sanitaria capaces de poder encargarse de los enfermos.
- **Análisis espacial:** *GeoMedia* ofrece la posibilidad de realizar operaciones espaciales con distintas áreas o zonas, como por ejemplo la posibilidad de obtener la diferencia entre dos áreas de influencia o la intersección de ambas zonas de influencia. (Ver Ilustración 14: Ejemplo de intersección espacial. (Fuente [II]))



**Ilustración 14: Ejemplo de intersección espacial. (Fuente [II])**

- **Relaciones:** Es el vínculo que se establece entre dos tipos entidades o consultas, con el fin de que se puedan compartir los atributos de cada entidad en una sola consulta.
- **Consultas:** Se pueden realizar consultas directamente sobre la base de datos, para ello se utilizan las hojas de datos, donde se pueden consultar los datos aplicando filtros, modificarlos o eliminarlos.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

#### 4.7 Captura de datos

Una de las características más potentes de *GeoMedia* son sus posibilidades de captura de datos. Los datos se pueden capturar de varias maneras:

- **De los almacenes.** *GeoMedia* puede acceder a los datos en diferentes tipos de almacenes, tanto los propios de *GeoMedia* (.mdb) como a todo tipo de almacenes de otros SIG, ficheros CAD, bases de datos o texto. La captura de datos en estos casos se hace a través de conexiones a estos almacenes. La conexión puede ser solo de lectura (a todo clase de almacenes) o de lectura y escritura (por ejemplo, a almacenes propios .mdb). Este tipo de captura de datos normalmente es la más rápida y simple, pero en algunos casos requiere establecer el sistema de coordenadas.
- **De las imágenes Ráster.** Otra posibilidad de capturar los datos es el escaneo de las imágenes ráster. Usando las herramientas de *Geomedia*, se puede vectorizar cualquier tipo de imagen ráster y pasarlo al modo vectorial. Ya que las imágenes ráster llevan información geográfica, el cambio de un sistema de coordenados a la otra se hace automáticamente.
- **Digitalización.** *GeoMedia* suporta una gran cantidad de tabletas digitalizadoras. Usando la técnica de puntos de control el software realiza una transformación matemática entre la superficie del digitalizador y el sistema de coordenadas de la ventana de mapa, asegurando la exactitud de la medición.
- **Datos de fichero GeoTiff.** Otra función de *GeoMedia* es la creación de imágenes ráster de los ficheros .tif. De este modo la imagen se coloca correctamente en el mapa de acuerdo con sus coordenadas geográficas.
- **Registro de vectores.** Existe la posibilidad de transformar datos vectoriales de origen para adaptarlos a un conjunto de entidades de destino correctamente definidas ya en un mapa. Este acercamiento resulta útil cuando las entidades de entrada no tienen información de proyección, como un sistema de coordenadas locales, o cuando existen discrepancias entre el registro de datos de entrada y los datos de base, por ejemplo, debido a las diferencias de precisión en la captura de datos. De este modo, se puede ajustar los datos cartográficos para que se encajen mejor con los datos del proyecto.

#### 4.8 Personalización. Programación y comandos

Una de las principales ventajas de *GeoMedia* es la posibilidad de añadir nuevas funcionalidades, automatismos o personalizaciones, para adaptar la herramienta a las necesidades del SIG que se esté desarrollando, mediante herramientas típicas de *Visual .NET*, como *Microsoft Visual Basic* o *Visual C#*.

*GeoMedia* permite a grandes rasgos realizar dos tipos de desarrollos:

- **Independientes:** Aplicaciones que operan de forma independiente de *GeoMedia*.
- **Dependientes:** Son comandos personalizados que se integran en *GeoMedia*

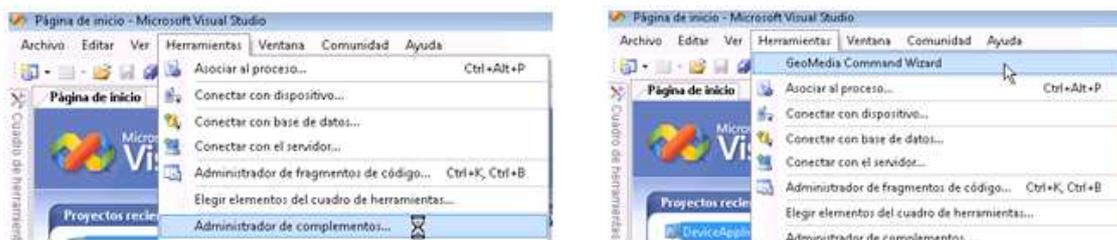
La realización de este TFC va a estar centrada en el desarrollo dependiente, es decir, se ampliarán las funcionalidades de la herramienta *GeoMedia* mediante el desarrollo de uno o varios comandos personalizados que se integrarán en dicha herramienta y estarán disponibles mediante un menú personalizado situado en la barra de menús superior.

Para poder desarrollar estos comandos, *GeoMedia* facilita la utilidad ***Geomedia command wizard***, la cual está totalmente integrada en el entorno de desarrollo Microsoft Visual Studio

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG 2010-2011</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

.NET 2005 y permite el desarrollo de comandos para aplicaciones basadas en *GeoMedia* de una forma sencilla.

Para proceder a la instalación de esta utilidad se debe abrir el *Visual Studio* y seleccionar la opción **Administrador de complementos**, posterior se mostrará una lista de complementos disponibles entre ellos *GeoMedia Command Wizard* que se debe seleccionar. Una vez activado este complemento en el menú de herramientas debería aparecer un nuevo menú con la descripción **GeoMedia Command Wizard** (ver Ilustración 15: Captura pasos realizados)



**Ilustración 15: Captura pasos realizados (Fuente propia)**

Este nuevo menú es el que se encargará de generar un modulo de clase, una subrutina principal (*main*) y dependiendo de la entrada, un formulario. En definitiva se encarga de crear las partes comunes de código para todos los comandos que son creados para una aplicación.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 5. Planteamiento de la resolución del caso

En este capítulo se tratarán todos los aspectos relacionados con la resolución del problema desde el punto de vista de los datos. Los apartados de este punto son:

1. Búsqueda de fuentes de datos.
2. Análisis de las fuentes de datos.
3. Preparación del entorno.
4. Procesado previo de los datos con *GeoMedia*.

### 5.1 Búsqueda de fuentes de datos

En respuesta al terremoto que sufrió Haití el 12 de Enero de 2010, el *Harvard Center for Geographic Analysis* creó un portal web, conocido como *Haiti Earthquake Data Portal*, para proporcionar datos SIG para los trabajos de auxilio y reconstrucción.

Las capas necesarias para la resolución de este TFC han sido descargadas de *Haiti Earthquake Data Portal* [18] y de la página *GIS documents* [17]. Más concretamente los archivos descargados son:

- **haiti\_hospitals:** *Shapefile* que contiene los principales hospitales de Haití.
- **hti\_minimumOperationalDatasets\_OCHA\_v1-4\_Shapefiles:** Este *shapefile* contiene la información sobre la división territorial de Haiti así como población e información de los principales ríos de Haití.

### 5.2 Análisis de las fuentes de datos

Una vez analizados estos archivos se observa que son archivos *shapefile* de los que en un principio se desconoce el sistema de coordenadas que emplean, aunque analizando con más detalle se puede observar que siempre vienen acompañados de un archivo con extensión .prj. Merece la pena que se dedique atención a este archivo ya que proporcionará mucha información geográfica sobre las capas obtenidas. Este fichero contiene datos sobre el sistema de proyección empleado por el *shapefile* para pasar los puntos sobre la Tierra.

Al abrir con un editor de texto el archivo .prj se observa en mayúsculas las variables y entre corchetes sus valores o especificaciones. Así pues algunos de los valores que se podrán encontrar en este fichero son:

- **Sistema de coordenadas geográfico:** GEOGCS["GCS\_WGS\_1984"]
- **Datum:** DATUM["D\_WGS\_1984"]
- **Proyección:** PROJECTION["Transverse\_Mercator"]
- **Sistema de coordenadas proyectado:** PROJCS["WGS\_1984\_UTM\_Zone\_30N"]
- Etc.

Los ficheros que se han obtenido en el punto anterior se observa que utilizan el sistema de coordenadas geográficas. Este punto debe tenerse en cuenta a la hora de preparar el entorno de trabajo.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

### 5.3 Preparación del entorno

Una vez se tienen los datos de partida el siguiente paso es preparar el entorno de trabajo. Desde la herramienta de *GeoMedia* los pasos son:

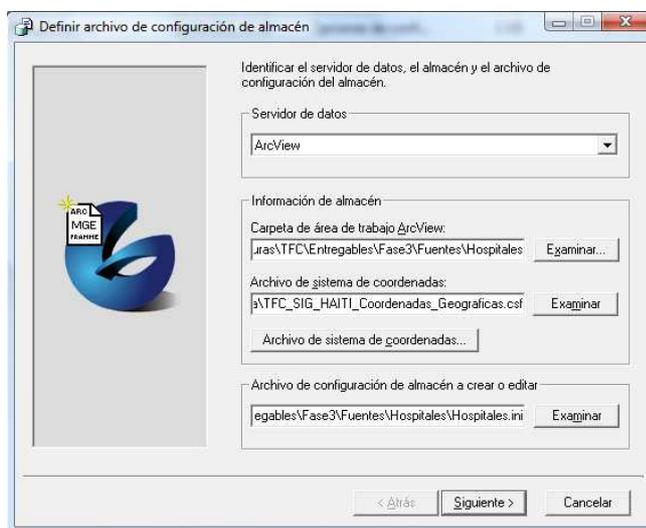
- Crear un fichero de coordenadas geográficas, para poder interpretar correctamente los datos recopilados en el apartado 5.1. (TFC\_SIG\_HAITI\_Coordenadas\_Geograficas.csf)
- Crear un fichero de coordenadas con sistema de proyección UTM18
- Crear un nuevo *GeoWorkSpace*, y asignarle el sistema de coordenadas con sistema de proyección UTM18.
- UTM18. (TFC\_SIG\_HAITI.gws)
- Crear un nuevo almacén de datos. (TFC\_SIG.mdb)

### 5.4 Procesado previo a los datos con GeoMedia

Desde las utilidades de *GeoMedia* los pasos para realizar la carga de datos son:

- **Cargar shapefile:**

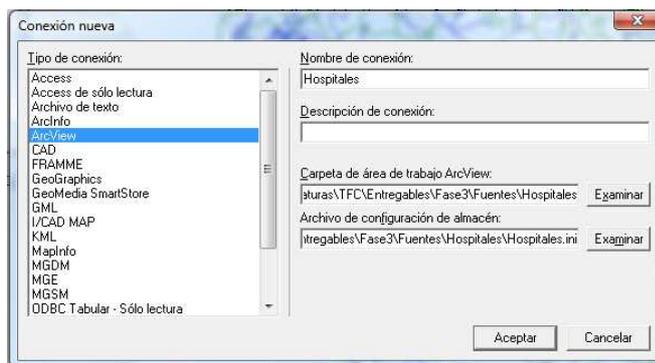
Se utilizará una conexión de tipo *ArcView*. El *shapefile* llevará asociado el sistema de coordenadas geográficas. Para configurar el almacén de datos se deberá utilizar la utilidad que viene incluida con *GeoMedia* "Definir archivo de configuración de almacén". (Ver Ilustración 16: Definición almacén (Fuente propia))



**Ilustración 16: Definición almacén (Fuente propia)**

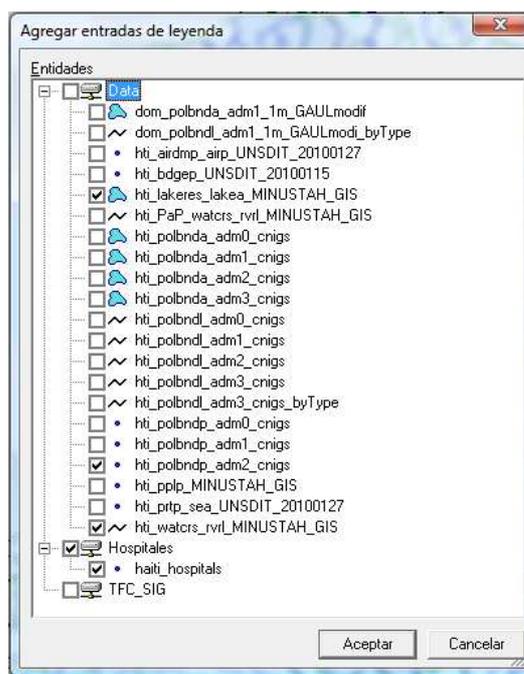
Una vez generados todos los ficheros de configuración de las distintas fuentes de datos, para poder visualizarlos desde *GeoMedia* se debe añadir como nuevo almacén de datos. Para ello se debe seleccionar el menú **Almacén** → **Conexión nueva...** y elegir el tipo de conexión "*Arcview*" (Ver Ilustración 17: Conexión nueva (Fuente propia))

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	



**Ilustración 17: Conexión nueva (Fuente propia)**

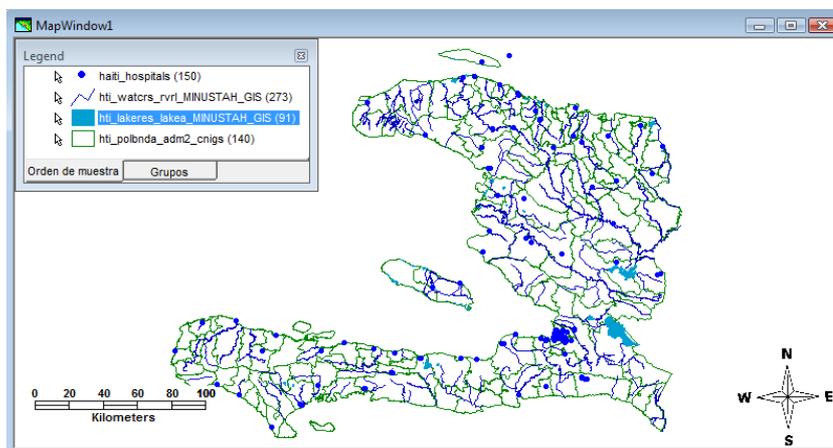
Una vez definidas las conexiones, para poder ver la información en *GeoMedia* se deberá agregar la leyenda que interese ver. Para ello se seleccionará el menú **Leyenda** → **Agregar entradas de leyenda...** (Ver Ilustración 18: Agregar entradas de leyenda (Fuente propia))



**Ilustración 18: Agregar entradas de leyenda (Fuente propia)**

El resultado de la operación será la visualización correcta, en *GeoMedia*, del contorno de Haití así como su división territorial, ríos y hospitales. (Ver Ilustración 19: Resultado carga de capas (Fuente propia))

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	Fecha Creación 27/06/2011	Fecha Modificación 27/06/2011	Estado Revisado	



**Ilustración 19: Resultado carga de capas (Fuente propia)**

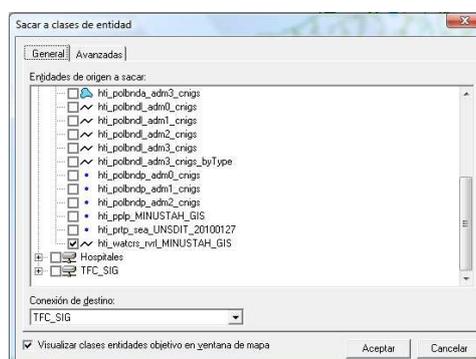
- **Preparar almacén de datos TFC\_SIG**

El almacén de datos será una parte muy importante del proyecto puesto que al final contendrá toda la información en la que se basa la creación del proyecto.

Gracias a la acción **Sacar a clases de entidad** (ver Ilustración 20), se puede realizar una copia de todas las clases de entidad que se utilizarán en el proyecto, manteniendo la misma estructura de atributos que en su forma original. También es importante remarcar que no pasan únicamente los datos alfanuméricos sino también la información de la geometría que está asociada a dichos datos.

Los motivos por los que se realizará esta acción son básicamente dos:

1. Se consigue que todos los datos sean tanto de lectura como de escritura, por lo que en caso de ser necesario permite alteraciones en los datos.
2. A la hora de distribuir el resultado final bastará con que se distribuya el *GeoWorkspace* junto al almacén de datos TFC\_SIG.mdb, facilitando de esta manera la configuración del entorno de trabajo.



**Ilustración 20: Sacar a clases de entidad (Fuente propia)**

Por lo tanto el almacén de datos quedará configurado con las siguientes tablas:

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

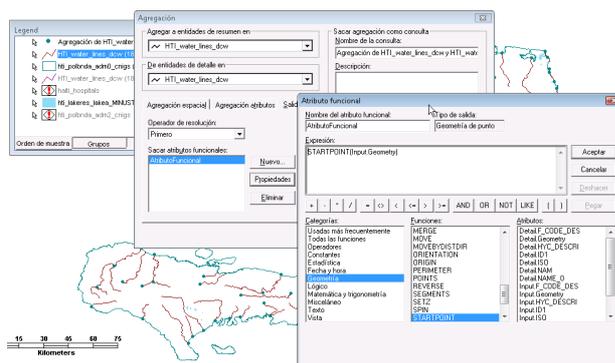
1. **HTI\_Contorno:** Contorno de Haití. Servirá para delimitar la zona de trabajo.
2. **HTI\_Rivers:** Contiene los 180 ríos más importantes de Haití.
3. **HTI\_Poblation:** Capa con las 6891 núcleos de población que tiene Haití. Gracias a esta capa el usuario podrá especificar en qué población se ha iniciado el brote de cólera.
4. **HTI\_Hospitals:** En esta capa se podrá encontrar la información de los principales hospitales que hay en Haití. En esta tabla se deberá añadir nuevos campos que permitan conocer la capacidad de atención que serán capaces de soportar.
5. **HTI\_Infected\_Rivers:** Esta tabla es una tabla creada expresamente para el proyecto. Su estructura es una copia exacta a la tabla HTI\_Rivers. La finalidad de esta tabla es ir guardando todos aquellos ríos que puedan estar contaminados con el brote de cólera, de esta manera cuando se quiera mostrar esta información bastará con añadirla a la leyenda.

- **Análisis del sentido de los ríos:**

Una vez cargada la capa de ríos, se observa que está formada por polilíneas. Estas polilíneas están formadas por una lista de puntos ordenados, y de esta ordenación se puede observar que el primer punto de esta lista coincidiendo con la desembocadura río. Gracias a este análisis previo se puede deducir el sentido del río, aunque en este análisis se comprobó que no todos los ríos siguen esta pauta, existen ríos que están mal digitalizados por lo que es necesario revisar todos los ríos antes de empezar a trabajar con ellos, y corregir los posibles errores que se encuentren.

- **Invertir dirección:**

El comando **Invertir dirección** permitirá solucionar el problema de los datos mal digitalizados, invirtiendo el sentido de los ríos. Para que esta tarea resulte más sencilla, sería interesante que se pudieran ver los puntos de inicio de las polilíneas, así la tarea de invertir resultará menos laboriosa. Para conseguir este punto se debe realizar un análisis de agregación, con el fin de agregar el primer punto que conforma la polilínea de los ríos. (Ver Ilustración 21)



**Ilustración 21: Agregar primer punto de la poli línea (Fuente propia)**

Una vez realizada esta operación se puede observar que algunos ríos, como el de la Ilustración 22, están mal digitalizados, puesto que los puntos de inicio no parecen ser desembocaduras, por lo que será necesario invertir su sentido, y para ello se

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>	
	<b>Documento:</b> Memoria				<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández				
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado		

seleccionará el menú **Edición** → **Geometría** → **Invertir dirección** obteniendo como resultado la Ilustración 23



**Ilustración 22: Antes de invertir dirección (Fuente propia)**



**Ilustración 23: Después de invertir dirección (Fuente propia)**

## 6. Caso práctico

A lo largo de este capítulo se describe el caso práctico desarrollado como aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante la realización del proyecto. Inicialmente se exponen cuáles son los objetivos que se deben alcanzar, marcados por el enunciado del proyecto, para pasar a una descripción del diseño, seguido de la implementación, los resultados obtenidos y una breve explicación de cómo realizar la instalación de la nueva funcionalidad. Por lo tanto este punto se dividirá en los siguientes apartados:

1. Introducción.
2. Análisis y diseño.
3. Implementación.
4. Resultados.
5. Instalación de la nueva funcionalidad.

### 6.1 Introducción

Una vez estudiados los conceptos fundamentales tanto de los Sistemas de Información Geográfica como de Cartografía, la parte práctica del proyecto está planteada para poder demostrar de manera práctica cómo obtener unos resultados a partir del análisis y combinación de información alfanumérica y espacial.

El proyecto está englobado en el marco de la prevención sanitaria en caso de una catástrofe, ya que trata de analizar, cómo a partir de un foco de infección, puede llegar a extenderse una enfermedad como el cólera, utilizando como medio de transporte las corrientes naturales de agua. Los resultados que se obtengan del análisis anterior servirán para que los hospitales estén preparados ante un hipotético brote de cólera.

### 6.2 Análisis y diseño

Para la realización de este análisis, se ha dividido el caso práctico en dos partes:

1. Propagación de la infección.
2. Localización de centros sanitarios.

#### 6.2.1 Propagación de la infección:

Dada una población cualquiera, que se considera el inicio de la infección, y su zona de influencia (ambos datos dinámicos), se debe averiguar qué ríos están en dicha zona de

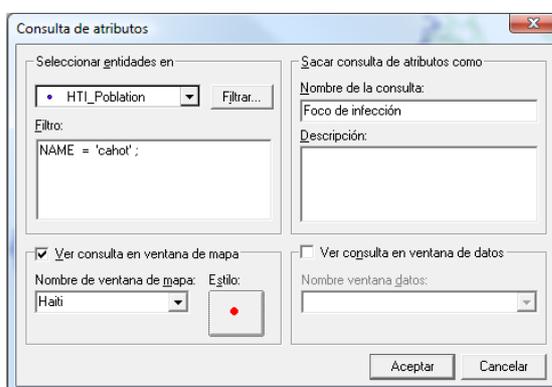
	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria		<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández		
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado

influencia y qué poblaciones están afectadas sobre la zona de influencia del río (también dinámica).

Hay que tener en cuenta que se debe conocer el sentido del río para averiguar las poblaciones afectadas y que el río puede dividirse (los afluentes no se verán afectados ya que el sentido del flujo es el mismo, la infección no puede propagarse río arriba).

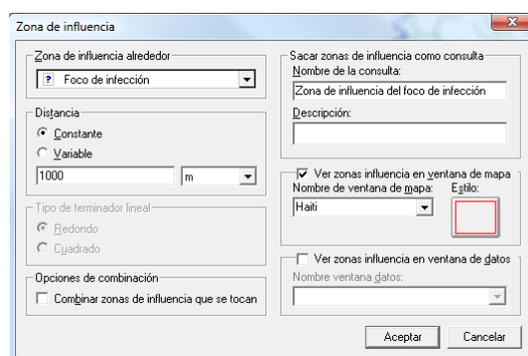
Los pasos que se deberían realizar para resolver este primer problema son:

1. Se deberá localizar el foco de infección. Para ello el usuario deberá seleccionar el nombre de la población donde se inicia el foco de infección y mostrar esta población en el mapa. Para conseguir ese primer paso se deberá realizar una consulta sobre la capa **HTI\_Poblacion** filtrándola por nombre de población. En la Ilustración 24 se puede observar cómo se realizaría este paso desde *GeoMedia*.



**Ilustración 24: Consulta de atributos (Fuente propia)**

2. El siguiente paso será establecer una zona de influencia. Para ello se deberá utilizar el menú **Análisis** → **Zona de influencia** y seguir los siguientes pasos (ver Ilustración 25):
  - De la lista desplegable **Zona de influencia alrededor**, se debe seleccionar la consulta realizada en el paso anterior (Foco de infección).
  - En el grupo **distancia**, seleccionar constante y especificar un valor que representará la distancia en metros de la zona de influencia.



**Ilustración 25: Zona de influencia del foco de infección (Fuente propia)**

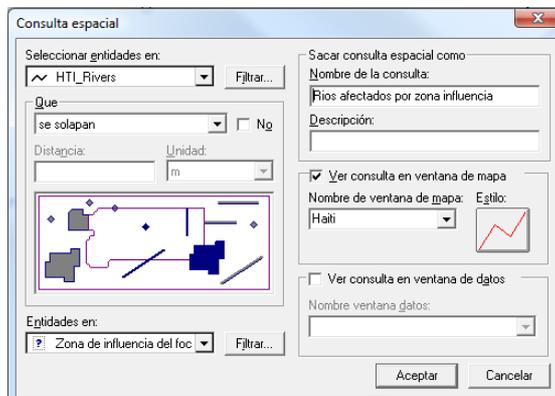
	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

Como se puede observar en la Ilustración 26 la zona de influencia afectaría a un río.



**Ilustración 26: Resultado de calcular la zona de influencia del foco de infección (Fuente propia)**

3. Para poder averiguar que ríos se ven afectados por la zona de influencia calculado en el apartado anterior los pasos a seguir serían:
  - Seleccionar menú **Análisis** → **Consulta espacial**
  - Seleccionar la **capa de ríos**, hacer que **se solapen** con la **zona de influencia del foco de infección** calculado en el punto anterior. La ventana debería quedar como en la Ilustración 27:



**Ilustración 27: Consulta espacial (Fuente propia)**

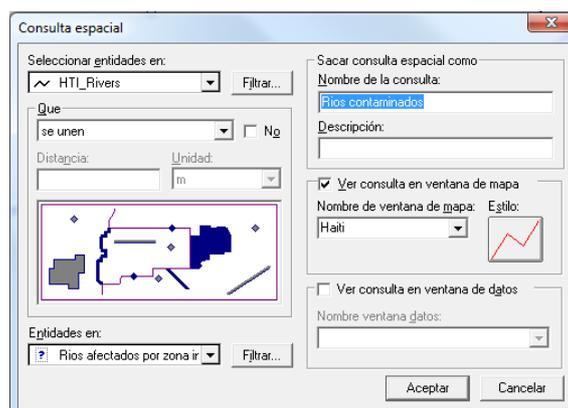
- El resultado que se obtiene desde esta consulta espacial es un poco diferente a lo que se debería obtener realmente desde la aplicación puesto que como se puede observar en la Ilustración 28, todo el río se ve afectado cuando realmente sólo debería estar afectada la parte de la zona de influencia hacia abajo. Éste es un tema que se deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar el método que se encargue de calcular esta consulta espacial.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	



**Ilustración 28: Resultado de aplicar consulta espacial (Fuente propia)**

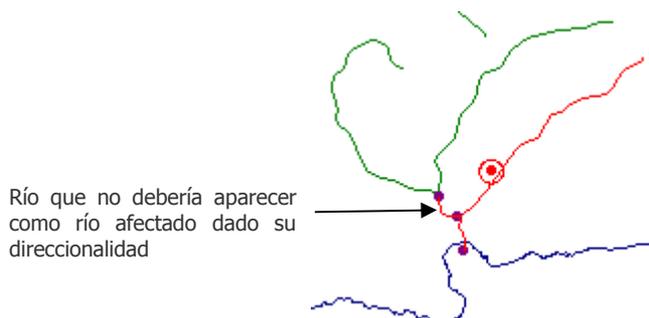
4. En el siguiente paso se trataría de averiguar si el río en cuestión es un afluente de otro y por consiguiente acaba infectando a otros ríos. Para conseguir este objetivo los pasos a seguir son:
  - Seleccionar menú **Análisis** → **Consulta espacial**
  - Seleccionar la **capa de ríos**, y ver de todos ellos cuáles son los que **se unen** con los **ríos afectados por zona de influencia**. La ventana debería quedar como en la Ilustración 29



**Ilustración 29: Consulta espacial de los ríos contaminados (Fuente propia)**

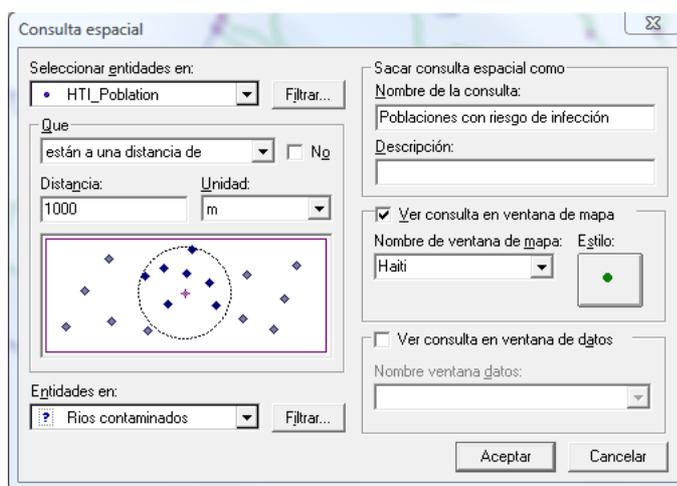
- Al igual que sucede en el apartado anterior en este caso no se localiza una acción en *GeoMedia* que permita tener en cuenta la direccionalidad de los ríos, por lo que en el resultado de esta consulta aparecerán ríos que desembocan sobre el río contaminado por lo que no es posible que esté contaminado. Este punto también es algo que se deberá tener en cuenta a la hora de realizar el método que se encargue de analizar los ríos que realmente están contaminados. (Ver Ilustración 30)

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	Fecha Creación 27/06/2011	Fecha Modificación 27/06/2011	Estado Revisado	



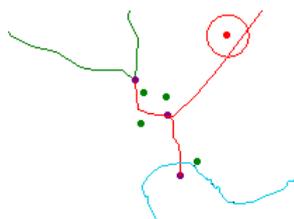
**Ilustración 30: Resultado de realizar consulta espacial que averigua ríos afectados (Fuente propia)**

- Para terminar ya sólo quedará por seleccionar todas aquellas poblaciones que se encuentren en la zona de influencia de los ríos afectados. Para lograr este objetivo se debe volver a aplicar una consulta espacial pero esta vez seleccionando la capa de poblaciones, el operador espacial **están a una distancia de**, configurar la distancia de la zona de influencia que se desea, y por último seleccionar la consulta que tiene el resultado de los **ríos contaminados**. En la Ilustración 31 se puede ver cómo debería quedar la configuración de esta consulta.



**Ilustración 31: Consulta espacial de poblaciones con riesgo de infección (Fuente propia)**

El resultado de esta consulta debería ser algo parecido a la Ilustración 32 quitando los tramos de río y ríos que realmente no están infectados.



**Ilustración 32: Poblaciones con riesgo de infección (Fuente propia)**

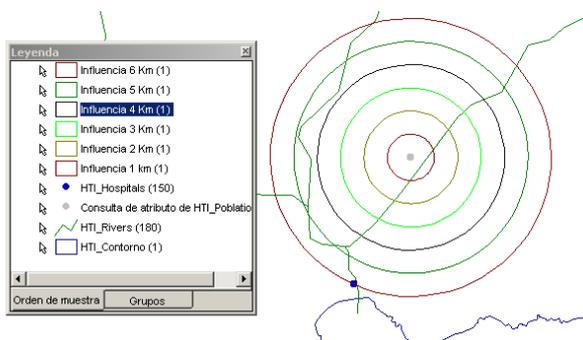
	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

### 6.2.2 Localización de centros sanitarios:

Una vez se conocen las poblaciones con más riesgo de infección, el siguiente paso será localizar los hospitales más cercanos, para poder derivar a los futuros pacientes. Este proceso se realizará bajo el supuesto que la cercanía o lejanía de una población que se calcula en línea recta, sin tener en cuenta si existe o no una carretera que lleve hasta dicho hospital. Esto es algo que en un futuro se podría mejorar, cargando una capa de carreteras y determinando el camino más corto para llegar a los distintos hospitales.

Los pasos que se deberían realizar para conseguir dicho objetivo son:

1. Será necesario modificar la tabla **HTI\_Poblacion** añadiendo un campo que informe del número de habitantes que tiene la población. Una vez creado el campo se deberá inicializar con un valor para cada población. Ante la imposibilidad de encontrar esta información se ha optado por rellenar este campo con un valor totalmente ficticio, además se ha optado por dar el mismo valor a todas las poblaciones, de esta manera facilitará la localización de errores.
2. Igualmente será necesario modificar la tabla **HTI\_Hospitals** añadiendo un campo que permita conocer la capacidad de atención que tiene el hospital en cuestión. Tampoco ha sido posible encontrar esta información por lo que se ha optado por informar este campo con datos ficticios. Al igual que en el punto anterior se inicializarán todos los hospitales con la misma capacidad.
3. Otro punto a tener en cuenta para la realización de esta parte, es que será imprescindible que se conozca cuál será la propagación de la infección, es decir que se haya ejecutado con éxito el punto 6.2.1.
4. El siguiente paso será localizar para cada población con riesgo de infección el hospital más cercano. Para ello la idea sería programar la siguiente funcionalidad: partiendo de una población y una zona de influencia de 1km, ver si dentro de esta zona de influencia existe un hospital disponible, en caso negativo aumentar la zona de influencia en 1km hasta encontrar un hospital disponible. Como se puede ver en la Ilustración 33, para la población seleccionada en ese momento, el hospital más cercano se encuentra en un radio de influencia de 6 km, por lo tanto, si su capacidad lo permitiera, los habitantes de esta población se redirigirían a este hospital, en caso contrario se seguiría aumentando la zona de influencia hasta encontrar otro hospital.



**Ilustración 33: Simulación de la búsqueda de hospitales.**

5. Una vez localizados todos los hospitales ya sólo quedaría mostrarlos en el mapa y sacar un listado de los hospitales con las poblaciones que se les han asignado.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

### 6.3 Implementación

Como se ha podido constatar en el apartado anterior, muchas de las funcionalidades de este caso práctico, no es posible calcularlas directamente con *GeoMedia*. Es por ello que se intentará dar respuesta mediante programación, desarrollando una nueva funcionalidad que posteriormente se podrá ejecutar desde el entorno de *GeoMedia*.

Para realizar esta nueva funcionalidad, como ya se comentó en el apartado 4.8, se utilizará el *GeoMedia Command Wizard*, que incorpora *Visual Studio*. Este asistente permitirá crear de una manera bastante rápida un proyecto para empezar a trabajar en la creación de la nueva funcionalidad.

A continuación se muestran una serie de pantallazos que ilustran los pasos a seguir para empezar a crear esta nueva funcionalidad, utilizando el asistente.

Para empezar se debe elegir el nombre del proyecto y el directorio en el que se guardará. (Ver Ilustración 34: Utilización *GeoMedia Command Wizard* paso 1 y 2 (Fuente propia))



**Ilustración 34: Utilización *GeoMedia Command Wizard* paso 1 y 2 (Fuente propia)**

A continuación se debe informar del nombre del comando y definir el mensaje que aparecerá en la barra de estado. También se ofrece la posibilidad de añadir un *bitmap* para personalizar el botón que representará a la funcionalidad. (Ver Ilustración 35)

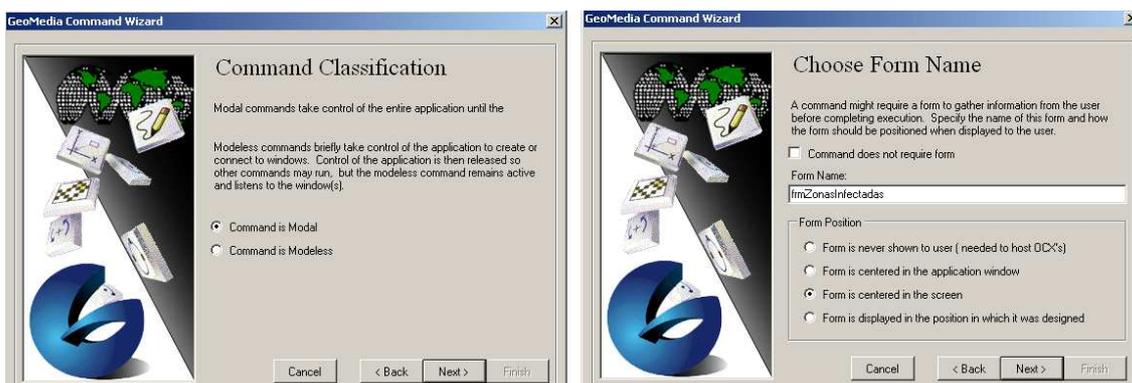


**Ilustración 35: Utilización *GeoMedia Command Wizard* paso 3 y 4 (Fuente propia)**

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

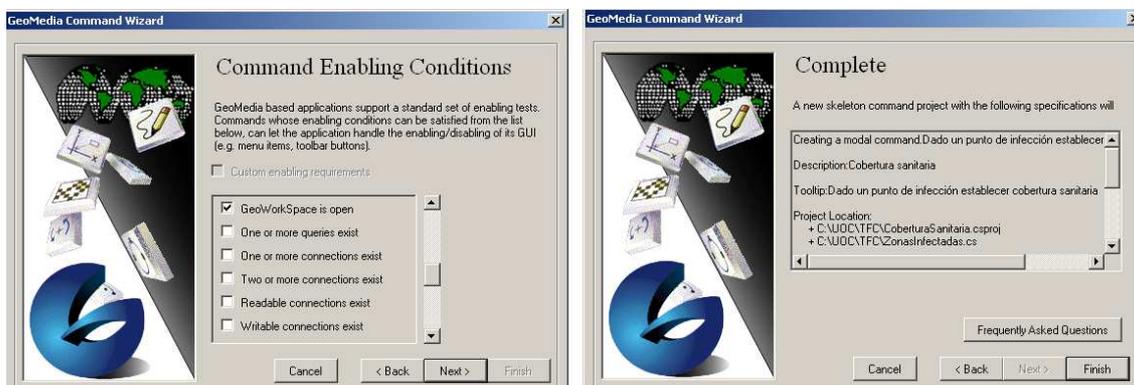
Seguidamente, se debe elegir el tipo de ventana que se quiere crear. Para este proyecto se elegirá la opción Modal. Esta opción determina que en el momento de ejecutar la funcionalidad, se tomará el control total de la aplicación.

También se indicará que se quiere utilizar un formulario y que éste se situará en el centro de la página. (Ver Ilustración 36)



**Ilustración 36: Utilización *GeoMedia Command Wizard* paso 5 y 6 (Fuente propia)**

Finalmente ya sólo queda indicar las condiciones que se deben cumplir en el momento de ejecutar la nueva funcionalidad. En este caso, se pedirá que exista un *GeoWorkspace* y un *MapView* abierto. (Ver Ilustración 37)



**Ilustración 37: Utilización *GeoMedia Command Wizard* paso 7 y 8 (Fuente propia)**

Una vez creado el proyecto, se observa que el *Command Wizard* crea varios ficheros que posteriormente se compilarán y se instalarán dentro de *GeoMedia*. Los ficheros son:

- **ZonasInfectadas.cs:** Módulo que proporciona la inicialización de la aplicación.
- **frmZonasInfectadas.cs [Diseño]:** Es la representación gráfica de la aplicación.
- **frmZonasInfectadas.cs:** Módulo principal de la aplicación, es donde se añadirá el código que implementará la nueva funcionalidad.

A partir de este punto ya se puede empezar con la programación de la nueva funcionalidad.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

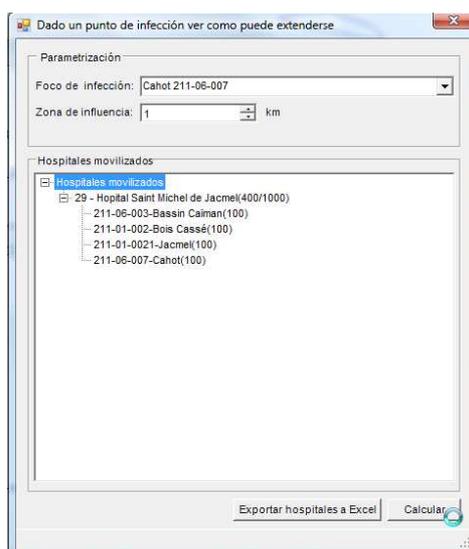
### 6.3.1 Diseño de la aplicación:

Se ha decidido que para simplificar la *interface* de usuario se realizará una sola pantalla que pida al usuario dos valores de entrada a partir de los cuales se calculará toda la información que se ha comentado en el apartado 6.2. Como se puede observar en la Ilustración 38 la ventana se divide en dos zonas:

- **Zona de parametrización:** Es la zona donde se pedirá al usuario que entre los parámetros necesarios:
  - **Foco de infección:** Es la población donde se inicia el foco de infección. Puesto que existen poblaciones que tienen el mismo nombre, para poder distinguir una de las otras al nombre de población se le concatenará el código de población que viene a ser una especie de código postal formado por el código de la comarca, el código del núcleo, el código del municipio y finalmente el código de la población.
  - **Zona de influencia:** Es el radio de influencia que tendrá tanto el foco de infección para contaminar un río, como la zona de influencia que tendrán los ríos para contaminar otras poblaciones.
- **Zona hospitales movilizados:** Es el informe que se presentará, una vez lanzada la funcionalidad. Este informe se presentará en estructura de árbol, y contendrá todos los hospitales que sea necesario avisar. Seguido del nombre del hospital se informa de la previsión de ocupación. De cada hospital colgará la lista de poblaciones con su número de habitantes.

Finalmente la ventana tendrá dos botones:

- **Calcular:** Es el que se encargará de lanzar la nueva funcionalidad.
- **Exportar hospitales a Excel:** Se considera que podría ser útil añadir una exportación del informe de hospitales movilizados a Excel.



**Ilustración 38: Ventana de la aplicación (Fuente propia)**

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

### 6.3.2 Codificación:

Como se ha visto en el análisis realizado en el apartado 6.2 la funcionalidad final del proyecto está compuesta por un conjunto de funcionalidades más simples, que se agruparán en el fichero *GeomediaManager.cs*.

A continuación se pasará a describir los métodos más relevantes de este fichero:

- **Constructor:** Será necesario pasarle una instancia de *Geomedia* a partir de la cual se encargará de inicializar todas las variables necesarias para establecer una comunicación con *Geomedia* y el *Workspace* abierto. (Ver Ilustración 39)

```
// Variables necesarias para la comunicación con GeoMedia
private GeoMedia.Application _application;
private GeoMedia.Document _geoWorkSpace;
private PClient.Connections _conexiones;
private PClient.Connection _myAccesConection;
private PDBPipe.Queries _myWorkQueries;
private GMapView _gmMapView;
private PView.Legend _myLegend;

// RecordSets que utilizaremos para el desarrollo de la solución
private PClient.GRecordset _gDataPoblacionesRS;
private PClient.GRecordset _gHospitalesRS;
private PClient.GRecordset _gRiosRS;
private PClient.GRecordset _gInfectedRiversRS;

/// <summary>
/// Será necesario pasarle una instancia de Geomedia a partir de la cual se
/// encargará de inicializar todas las variables necesarias para establecer
/// una comunicación con Geomedia y el Workspace abierto.
/// </summary>
/// <param name="application"></param>
public GeomediaManager(GeoMedia.Application application)
{
    InitalizeGlobalVariables(application);

    InitializeRecordSets(_conexiones);
}
}
```

**Ilustración 39: Código del constructor (Fuente propia)**

- **Averiguar zona de influencia:** Dada una población y una distancia en metros, realizará una representación dentro de *GeoMedia* de esta zona de influencia etiquetada como "**Zona de influencia del foco de infección**" así como la población etiquetada como "**Foco de infección**". De esta manera quedará perfectamente representado de dónde proviene el riesgo de infección, así como cuál es el radio de acción de este foco.
- **Generar intersección espacial:** Este método a partir del *RecordSet* que contiene los ríos, más el *RecordSet* que contiene una zona de influencia, permitirá averiguar cuáles son los ríos que están en la zona de influencia y por lo tanto están contaminados.
- **Analizar ríos contaminados:** Método gracias al cual se podrá averiguar en qué puntos, de los ríos afectados, se inicia el foco de infección y cómo estos ríos propagan esta infección a lo largo de su curso. Básicamente lo que hace este método es inicializar la tabla auxiliar *HTI\_Infected\_Rivers* y en caso que sea necesario se le modifica la geometría al río para simular el inicio del foco de infección. Finalmente el resultado se

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria				<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández				
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado		

representará dentro de *GeoMedia*, y en la leyenda se etiquetará como **"Ríos contaminados"**

- **Analizar poblaciones afectadas:** Básicamente este método es una consulta espacial que cruzará la información de los ríos contaminados que se tienen en la tabla *HTI\_Infected\_Rivers* con la tabla *HTI\_Poblacion*. La consulta que se realizará es en base a una distancia que representará la zona de influencia que tienen los ríos. En la leyenda aparecerá con la descripción **"Poblaciones con riesgo de infección"**.

En la siguiente Ilustración 40 se puede observar el trozo de código donde se utilizan todos estos métodos para conseguir como resultado la nueva funcionalidad.

```

GeomediaCommand.Model.Poblacion objPoblacion;
objPoblacion = (GeomediaCommand.Model.Poblacion) comboBox1.SelectedItem;

if (objPoblacion != null)
{
    int distance = Convert.ToInt32(numericUpDown1.Value) * 1000;

    // En el RecordSet rsiz (Influence Zone) guardaremos la zona de influencia que despues nos
    // servirá para averiguar que ríos que están dentro de esta zona y por lo tanto estan contaminados
    toolStripStatusLabel1.Text = "Creando zona de influencia...";
    toolStripStatusLabel1.Visible = true;
    PClient.GRecordset rsiz = objGeoMan.InfluenceZone("HTI_Poblacion",
        "PCode= '" + objPoblacion.code + "'", distance,
        Intergraph.GeoMedia.PPipe.SQConstants.gmsqTouches,
        true, "", objGeoMan.GetRGB(255, 0, 0), "Simple Line Style");

    // Averiguamos los ríos que estan infectados y lo guardamo en el RecordSet rsir (Infected Rivers)
    toolStripStatusLabel1.Text = "Buscando ríos en zona de influencia...";
    toolStripStatusLabel1.Visible = true;
    PClient.GRecordset rsir = objGeoMan.GeneratingSpatialQueryRS(objGeoMan.gRiosRS,
        rsiz, null, null, -1,
        Intergraph.GeoMedia.PPipe.SQConstants.gmsqTouches,
        false, "Prueba", objGeoMan.GetRGB(180, 180, 180), "Simple Line Style");

    // Método que se encargará de inicilizar la tabla HTI_InfectedRivers
    toolStripStatusLabel1.Text = "Buscando ríos contaminados...";
    toolStripStatusLabel1.Visible = true;
    objGeoMan.AnalyzeContaminatingRivers(rsir, rsiz);

    // En el RecordSet guardaremos todas las poblaciones afectadas
    toolStripStatusLabel1.Text = "Buscando poblaciones afectadas...";
    toolStripStatusLabel1.Visible = true;
    PClient.GRecordset rpa = objGeoMan.AnalyzeContaminatingPoblacion(distance);

    _listaHospitales = CalcularNecesidadHospitales(rpa);

    MostrarHospitales(_listaHospitales);
}
else
{
    MessageBox.Show("Debe seleccionar una población.");
}

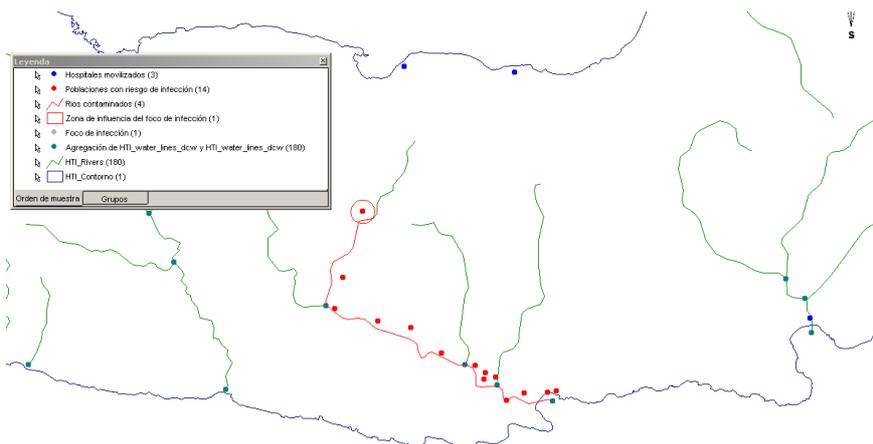
```

**Ilustración 40: Código de la nueva funcionalidad (Fuente propia)**

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

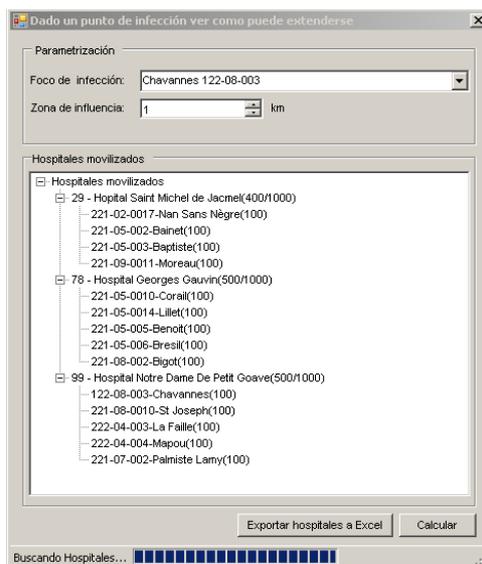
#### 6.4 Resultado:

El resultado final es la visualización sobre el mapa de los ríos y poblaciones con posibilidad de ser afectadas por el brote de cólera. También se visualizarán en el mapa todos aquellos hospitales que se deben aprovisionar y alertar ante un inminente brote de cólera. En la Ilustración 41 se puede observar el resultado de haber seleccionado la población "**Chavannes 112-08-003**" configurando la zona de influencia de 1km.



**Ilustración 41: Ejemplo de resultado (Fuente propia)**

Por otro lado este mismo ejemplo ha generado el informe de los hospitales a los que se debe dar aviso, así como un listado de poblaciones relacionadas con cada hospital que representa de dónde llegará el flujo de personas y la cantidad de personas que pueden llegar a necesitar de tratamiento médico. Gracias a este informe el usuario podrá hacerse una idea de las necesidades y tomar decisiones en consecuencia. (Ver Ilustración 42)



**Ilustración 42: Ejemplo de informe (Fuente propia)**

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>	
	<b>Documento:</b> Memoria				<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández				
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado		

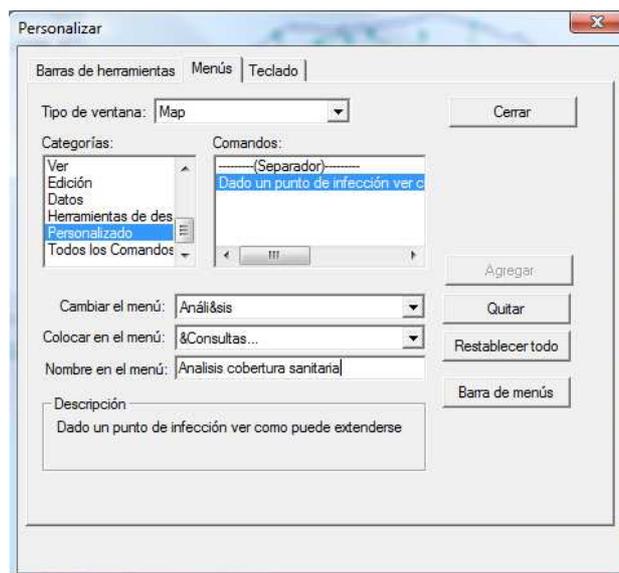
## 6.5 Instalación de la nueva funcionalidad

Una vez creado el código sólo quedará generar la DLL para poder utilizar la nueva funcionalidad desde *GeoMedia*.

Una vez generada la DLL para que *GeoMedia* la reconozca se tienen dos posibilidades:

1. Registrar la DLL utilizando las aplicaciones *InstallUsrCmd.exe* o *InstallAppCmd.exe*. Esta es la opción utilizada para elaborar esta funcionalidad puesto que permitirá depurar el código en tiempo de ejecución.
2. Bastará con copiar los ficheros generados, en el caso de este proyecto ZonasInfectadas.dll y ZonasInfectadas.ini en la carpeta de GeoMedia.

Una vez realizado el paso anterior, sólo quedará instalar esta nueva funcionalidad en uno de los menús de *GeoMedia*, para así poder utilizarla sin necesidad de tener instalado el *Visual Studio*. Esto se hace a través del menú **Herramientas** → **Personalizar...** *GeoMedia* permite añadir la nueva funcionalidad a cualquier menú estándar o crear un menú nuevo para las funcionalidades personalizadas. En la Ilustración 43 se puede ver como se configuraría el menú, para que apareciera como un submenú del menú **Análisis**.



**Ilustración 43: Personalización *GeoMedia* con una nueva funcionalidad (Fuente propia)**

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 7. Mejoras futuras

Este prototipo no deja de ser una aproximación a la realidad, puesto que se han realizado varios supuestos para conseguir llevarlo a cabo en tiempo y forma establecido. A continuación se pueden ver cuáles son los supuestos así como la mejora que se propone para subsanar la deficiencia:

1. Direccionalidad de los ríos, se ha supuesto que el primer punto de la polilínea coincidiendo con la desembocadura o final del río y en los casos que no era así se ha invertido el sentido de la geometría para subsanar el problema. Lo que se propone para mejorar este punto es utilizar modelos de elevación gracias a los cuales se podría ayudar a determinar el flujo de las corrientes de agua.
2. Distancia entre los hospitales y las poblaciones se ha calculado en línea recta, por lo tanto siempre se ha supuesto que existe una carretera que permite llegar en línea recta al hospital cosa totalmente falsa. Para mejorar este apartado se propone cargar una capa de carreteras y buscar el camino más corto para llegar a los hospitales. Así se conseguirían unos datos más fiables.

Para análisis futuros, resultaría de especial relevancia conocer las zonas afectadas por el terremoto, puesto que conociendo las poblaciones se podrá conocer el número aproximado de personas afectadas. Con esta información, los servicios de emergencia podrán calcular cuáles son los mejores emplazamientos para poder montar los campamentos humanitarios, así como realizar una previsión de futuros focos de infección, pudiendo tomar las medidas necesarias para intentar evitar la contaminación de los ríos.

## 8. Valoración económica del proyecto

A continuación se realiza una especificación de todas las tareas a desarrollar junto con la estimación de las horas necesarias para cada una de ellas. Esta estimación es orientativa y puede variar en función de posibles nuevos requisitos o de una especificación más detallada de lo que pudiera no haber quedado suficientemente claro. El margen de variación será de un +/- 25%.

La hora de programador se cobrará a 35 € + IVA, mientras que la hora de analista se cobrará a 45 € + IVA.

<b>Contenidos</b>		
<b>Tarea</b>	<b>Horas/Hombre</b>	<b>Precio €</b>
Análisis detallado de las funcionalidades	24	1080
Elaboración de la nueva funcionalidad	100	3500
<b>Total</b>	<b>124 horas</b>	<b>4580 €</b>

<b>Material</b>		
<b>Adquisición</b>	<b>Horas/Hombre</b>	<b>Precio €</b>
GeoMedia Professional 6.1	-	12000
Visual Studio 2005 Professional	-	800
Estaciones de trabajo	-	1500
<b>Total</b>		<b>14300 €</b>

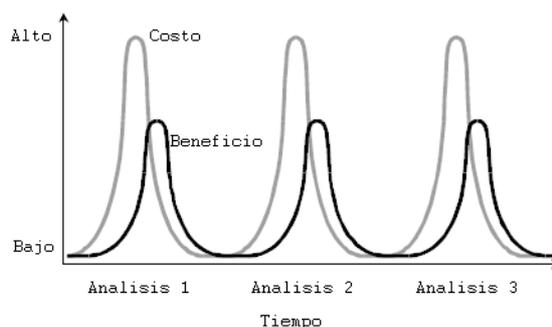
	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>		<b>TFC-SIG</b>	
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

Por lo tanto el coste total de esta aplicación será de unos 18.880€. Es un coste bastante pequeño si se considera las ventajas que se puede llegar a obtener con el buen uso de esta herramienta, pudiendo llegar a salvar vidas gracias a una buena previsión de recursos.

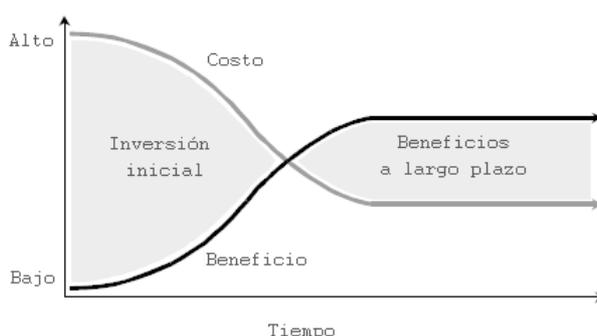
Desde un punto de vista humanitario bastaría que con realizar un solo análisis y que este análisis salvara una sola vida para que este sistema estuviera amortizado, puesto que las vidas humanas no tienen precio.

Bajo una visión puramente económica también resultaría muy rentable, puesto que el hecho de tener que realizar un solo análisis de forma manual puede resultar tanto o más costoso que realizar esta nueva funcionalidad. Las razones son:

- Para realizar este análisis de forma manual, se deberían emplear equipos muy costosos y técnicos altamente especializados. Esto al final se traduce en un encarecimiento del producto. En las ilustraciones Ilustración 44: Método manual (Fuente propia) y Ilustración 45 se puede observar de una forma muy gráfica cual es la relación costo beneficio de realizar el análisis de forma manual frente a realizarlo utilizando herramientas de GIS.



**Ilustración 44: Método manual (Fuente propia)**



**Ilustración 45: Utilizando GIS (Fuente propia)**

- Se debe tener en cuenta que en una situación de emergencia la inmediatez de los datos es algo esencial. Empleando este sistema el cálculo estaría realizado en segundos. En cambio si se tuviese que realizar de forma manual, es probable que cuando se tuvieran los cálculos realizados ya no fuesen necesarios, habiendo invertido un tiempo y dinero de forma totalmente infructuosa.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

- Finalmente quizás no se conseguiría dar resultados de mejor calidad que los conseguidos con la una herramienta de este estilo.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	Documento: Memoria			<b>2010-2011</b>
	Autor: Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 9. Conclusiones

---

Este apartado se dividirá en dos bloques. En el primero se analizará si la herramienta usada es la adecuada para el desarrollo de esta nueva funcionalidad, mientras que en el segundo apartado se comentará la experiencia personal del autor, comentando lo que le ha aportado la realización de este proyecto así como las dificultades encontradas.

### 9.1 Comentarios sobre *GeoMedia Professional 6.1*

---

En general *GeoMedia Professional* se ha mostrado como una herramienta de análisis potente y sencilla, con una gran capacidad para resolver problemas de carácter general y concretos. Se ha podido comprobar que es una herramienta bastante eficiente.

No se puede concluir que este sea el mejor producto, puesto que no se ha comparado con otros productos del mercado. Lo que sí se puede afirmar, es que se trata de un producto adecuado y flexible, que gracias al API que incorpora, es posible añadir nuevas funcionalidades con la programación de nuevos comandos que suplan ciertas deficiencias, o automatizar las tareas rutinarias que consumen mucho tiempo.

No obstante, el hecho de que las funcionalidades estén encapsuladas en un API significa que todo el peso computacional y los conocimientos quedan ocultos para los usuarios y desarrolladores, por lo que no se puede conocer qué procesos y/o algoritmos están involucrados a la hora de manejar la información. Esto puede llegar a ser demasiado restrictivo en ciertos desarrollos, aunque no ha sido el caso.

Una de las virtudes de *GeoMedia* es la facilidad que ofrece el poder trabajar con almacenes *Acces*, ya que permite crear con mucha facilidad un almacén de este tipo y empezar a introducir datos; aunque también se debe tener claro que esto no es un almacén adecuado para un SIG donde el volumen de datos es muy grande, en tal caso lo más aconsejable sería utilizar otro tipo de almacenes compatibles con *GeoMedia* como por ejemplo *Oracle* o *Microsoft SQL Server*. Estos almacenes deben haberse creado fuera del entorno de *GeoMedia Professional* puesto que el único tipo que es posible crear y escribir desde este entorno es el almacén de *Acces*.

### 9.2 Experiencia personal

---

Cuando se empezó a realizar este proyecto el autor de este trabajo no tenía ningún conocimiento previo sobre lo que era un SIG en general y mucho menos sobre *GeoMedia*. Es por ello que se tuvo que realizar un esfuerzo muy grande para adquirir los conocimientos necesarios para llevar el proyecto a buen puerto.

Respecto a la programación de la aplicación en *C#* enlazada con el entorno de *GeoMedia* es la parte que ha resultado más dura y la que más tiempo se tuvo que invertir debido a la simplicidad de los ejemplos encontrados en la documentación de *GeoMedia* y a la poca información relacionada con la utilización del API de *GeoMedia* que se puede encontrar por Internet, llegando a temer en ciertos instantes el no poder conseguir alcanzar los objetivos marcados. Todo ello ha provocado que el esfuerzo para realizar esta parte del proyecto haya sido muchísimo mayor al inicialmente planificado.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

Aun así la valoración de este esfuerzo es positiva, ya que ha permitido que al autor, poder constatar la potencia para realizar análisis complejos de la realidad espacial que se puede conseguir utilizando herramientas de SIG.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 10. Glosario

---

**Hardware:** Corresponde a todas las partes tangibles de una computadora.

**Software:** Corresponde al soporte lógico de una computadora.

**Base de datos:** Conjunto de ficheros en los que se almacena información con una estructura determinada con el fin de optimizar el acceso y la gestión a la misma.

**Base de datos gráfica:** Base de datos donde además de información textual o numérica se almacena información de carácter gráfico, como pueden ser puntos, líneas o polígonos. Son utilizadas por los SIG.

**Capa:** Representación visual de la información geográfica en una capa digital. Concretamente, una capa es una porción o estrato de la realidad geográfica de un área particular.

**Cartografía:** Es la ciencia que se encarga del estudio y de la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones lineales y demás.

**Coordenada:** Conjunto de valores y puntos que permiten definir unívocamente la posición de un elemento espacial.

**UTM:** Acrónimo de Universal Transversa Mercator

**Huso:** Sección de la tierra limitada por dos meridianos.

**Datum:** Conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre que sirven como origen de coordenadas para definir un sistema geográfico.

**SIG:** Acrónimo de Sistemas de Información Geográfica.

**Meridiano:** Son los círculos máximos de la esfera terrestre que pasan por los Polos.

**Latitud:** Es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto.

**Longitud:** Es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Meridiano de Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto.

**Paralelo:** Líneas de intersección entre los infinitos planos perpendiculares al eje de la tierra y su superficie.

**Greenwich:** Barrio de Londres que sirve como referencia de paso del meridiano 0º

**WGS84:** World Geodetic System 1984. Datum utilizado para elaborar la cartografía de Haití.

	<b>Cobertura sanitaria en zonas de catástrofes</b>			<b>TFC-SIG</b>
	<b>Documento:</b> Memoria			<b>2010-2011</b>
	<b>Autor:</b> Juan Marcos Salleras Fernández			
	<b>Fecha Creación</b> 27/06/2011	<b>Fecha Modificación</b> 27/06/2011	<b>Estado</b> Revisado	

## 11. Bibliografía

### Referencias digitales:

- [1] **Wikipedia** <http://es.wikipedia.org/>
- [2] **Introducción a los SIG:** <http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GISTheory.htm#fig1>
- [3] **¿Qué es un SIG?:** <http://www.grafosistemas.com/deinteres.html>
- [4] **Componentes de un SIG:** <http://www.fcagr.unr.edu.ar/mdt/GTS/Zonaedu/GIS3htm.htm>
- [5] **Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG):** [http://www.preval.info/programa/wp-content/uploads/2008/09/itc\\_cartografia\\_sig.pdf](http://www.preval.info/programa/wp-content/uploads/2008/09/itc_cartografia_sig.pdf)
- [6] **La proyección UTM:** <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf>
- [7] **Aprendizaje de GeoMedia Profesional:** <http://www.sigfam.com.ar/dmdocuments/GeomediaPro.pdf>
- [8] **Aprendiendo a utilizar las coordenadas geográficas:** <http://mundosociales.blogspot.com/2007/04/aprendiendo-utilizar-las-coordenadas.html>
- [9] **Geoide (Universidad Nacional de Colombia):** <http://www.unal.edu.co/siamac/sig/geoide.html>
- [10] **Coordenadas terrestres:** <http://www.cienciaeduca.es/ibn-firnas/documentos/coordenadas-t.html>
- [11] **Sistema de Coordenadas Geográficas: Longitud y Latitud:** <http://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-longitud-y-latitud>
- [12] **¿Qué es geodesia?:** [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/que\\_es\\_geoide.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/que_es_geoide.aspx)
- [13] **Las dimensiones y forma de la tierra:** <http://geoide.es/index.html>
- [14] **La teoría de la relatividad:** [http://teoria-de-la-relatividad.blogspot.com/2009/03/28b-los-agujeros-negros-ii\\_18.html](http://teoria-de-la-relatividad.blogspot.com/2009/03/28b-los-agujeros-negros-ii_18.html)
- [15] **Modelo de datos ráster:** [http://www.urbanismogranada.com/administrador/archivos/04\\_10\\_07\\_MODELO\\_RASTE R.pdf](http://www.urbanismogranada.com/administrador/archivos/04_10_07_MODELO_RASTE R.pdf)
- [16] **El archivo Project (.prj):** [http://www.google.es/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.geogra.uah.es%2Fgisweb%2Fpractica-vectorial%2FDoc%2FEI%2520archivo%2520Project%2520\(.prj\).doc&ei=J0uxTe\\_wLcm bhQf6hLzrCg&usq=AFQjCNGOp4c-sXku\\_vPEBSFzES1jkCZZWA](http://www.google.es/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.geogra.uah.es%2Fgisweb%2Fpractica-vectorial%2FDoc%2FEI%2520archivo%2520Project%2520(.prj).doc&ei=J0uxTe_wLcm bhQf6hLzrCg&usq=AFQjCNGOp4c-sXku_vPEBSFzES1jkCZZWA)
- [17] **GIS documents:** <http://onerresponse.info/Disasters/Haiti/MapCenter/Pages/GIS.aspx>
- [18] **Haiti Earthquake Data Portal:** <http://cegrp.cga.harvard.edu/haiti/>

### Referencias bibliográficas:

- [I] **Pérez Navarro, Antoni; Plana Botella, Albert; Muñoz Bollas, Anna; Olivella, Rosa; Olmedillas Hernández, Joan Carles i Rodríguez Lloret, Jesús (2009),** "Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica", Fundació Universitat Oberta de Catalunya.
- [II] **Intergraph,** "Manual de usuario de GeoMedia Professional", Intergraph Corporation.