



Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Para ver una copia de esta licencia, visita <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

**Creación de una aplicación de gestión de incidencias del
espacio público de un municipio con Geomedia 6.1.**

**Sara Mora-Rey Arqueros
Grado de Tecnologías de Telecomunicación
Trabajo de fin de Grado
Curso 2013-2014 – Segundo semestre.**

Aplicación de gestión de incidencias del espacio público de un municipio con Geomedia 6.1.

Índice

1.	Introducción al TFG	5
1.1	Resumen.....	5
1.2	Objetivos	5
1.3	Productos obtenidos	6
1.4	Planificación	6
2.	Conceptos de Información geográfica	9
2.1	Geodesia.....	9
2.1.1	Sistemas de coordenadas.....	10
2.1.2	Proyecciones cartográficas.....	12
2.1.3	Proyección universal transversal de Mercator (UTM)	14
2.2	Cartografía.....	16
2.2.1	Datos Ráster	16
2.2.2.	Datos vectoriales	17
2.3	Sistemas de Información Geográfica	17
3.	Conceptos del formato KML.....	19
3.1	Definición	19
3.2	Usos	20
4.	Herramientas del TFG.....	21
4.1	Geomedia Professional 6.1	21
4.2.1	Obtención de los datos	21
4.2.2	Acceso y análisis de la información.....	21
4.2	Visual Studio 2005.....	23
4.2.1	Personalización de Geomedia con Visual Studio	23
4.2.2	Integración con Geomedia: “Geomedia Command Wizard”	24
5.	Preparación de la información en Geomedia 6.1.....	29
6.	Aplicación de gestión de incidencias.....	32
6.1	Análisis funcional.....	32

6.1.1	Casos de uso	32
6.1.2	Modelo de datos resultante	32
6.1.3	Descripción funcional de los algoritmos programados	34
6.1.4	Interfaces de usuario	36
6.2	Diseño técnico	39
6.2.1	Modelo de objetos y bibliotecas	39
6.2.2	Clases y funciones	40
6.3	Codificación de la información	42
7.	Conclusiones	50
8.	Figuras	51
9.	Referencias y bibliografía	53
10.	Glosario	55

1. Introducción al TFG

1.1 Resumen

En los últimos años, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en una herramienta imprescindible para gestionar, analizar y editar los recursos cartográficos. Un SIG permite gestionar un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones, integrar diferentes tipos de datos cartográficos en un mismo espacio de trabajo y analizar con herramientas de cálculo y gran precisión las diferencias cuantitativas y cualitativas en cualquier punto.

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) tiene como objetivo final la programación, sobre el SIG Geomedia 6.1, de una aplicación de gestión de incidencias del espacio público municipal de Calafell. Posteriormente se exportará esa información en formato KML para poder visualizarla sobre *Google Maps* o *Google Earth*.

El desarrollo de esta memoria está dividido en cinco tareas, en primer lugar se exponen los objetivos del Trabajo de Fin de Grado y del proyecto y todo lo relacionado con la planificación temporal y estructura del proyecto; en segundo lugar se pretende resumir una introducción teórica de los contenidos del trabajo para que cualquier lector pueda entender el significado del proyecto; en tercer y cuarto lugar se desarrolla un manual de usuario del *software* necesario así como una primera introducción de los datos en el espacio de trabajo Geomedia; por último, se esquematiza el análisis funcional y de clases de la aplicación.

En las últimas páginas se abordarán las conclusiones del proyecto y del Trabajo de Fin de Grado.

1.2 Objetivos

Objetivos del TFG:

- ✓ Conocer qué es y cómo funciona un SIG.
- ✓ Desarrollar un espacio de trabajo sobre el SIG Geomedia que contenga diferentes capas con los puntos de interés del espacio público municipal susceptibles de sufrir incidencias.

- ✓ Desarrollar con el entorno Visual Studio 2005 y el lenguaje de programación Visual Basic una aplicación con las siguientes funcionalidades:
- ✓ Gestión, modificación y tratamiento de las incidencias sobre el SIG Geomedia.
- ✓ Exportación de datos en formato KML para su posterior visualización con *Google Maps* o *Google Earth*.

Objetivos del proyecto:

- ✓ Conocer las diferentes fuentes de datos cartográficos que existen de nuestro país.
- ✓ Estudiar la estructura y posibilidades del SIG Geomedia 6.1 y saber integrar los diferentes tipos de datos cartográficos y capas en el espacio de trabajo.
- ✓ Aprender a desarrollar una aplicación en Visual Basic dentro del entorno de trabajo .NET y saber relacionar y analizar los objetos de Geomedia 6.1.

1.3 Productos obtenidos

El desarrollo de este TFG genera los siguientes productos:

- ✓ Memoria del TFG.
- ✓ Presentación Virtual.
- ✓ Código fuente de la aplicación.
- ✓ Autoinforme de competencias transversales.

1.4 Planificación

La planificación del trabajo ha consistido en la división de tareas, por un lado es necesario documentarse de todos los apartados teóricos que forman parte de la memoria, por otro lado se encuentra la creación del espacio de trabajo Geomedia, además de todo el proceso de análisis y desarrollo de la aplicación.

En el siguiente gráfico se superponen las tareas en las que se divide el proyecto junto con la estructura de la memoria y las entregas obligatorias de evaluación continuada.

El desarrollo de la tarea 4, que consiste en la propia programación de la aplicación, coincide en el tiempo con la PAC 2 y el inicio de la memoria y presentación virtual.

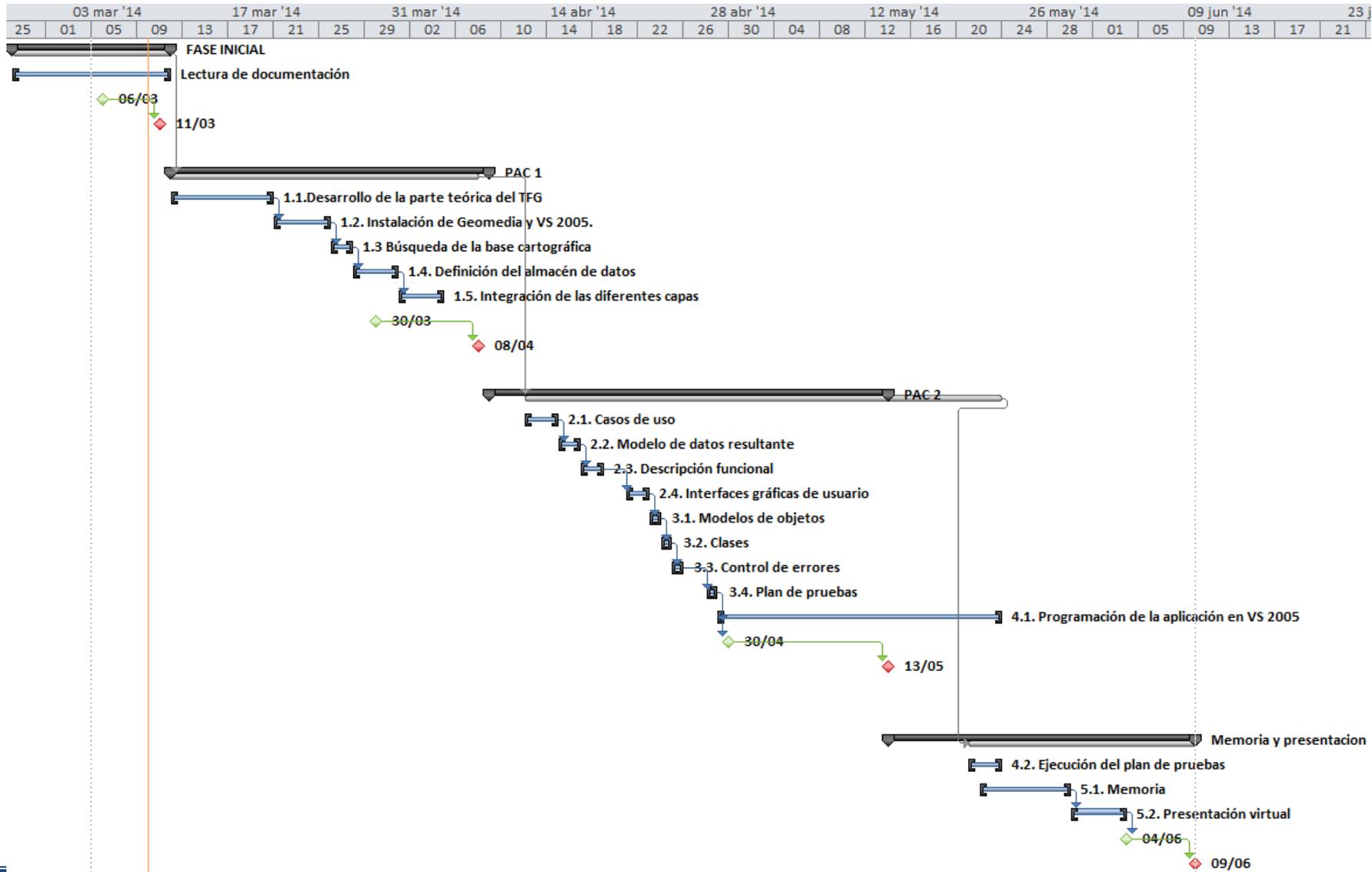
Superposición de tareas e hitos

Figura 1: Superposición de tareas e hitos

Estructura del TFG	Tareas	Planificación temporal
Portada		
Índice		
1. Introducción al TFG	Fase inicial. Definición del plan de trabajo.	Plan de Trabajo 26/02/2014 11/03/2014
1.1. Resumen		
1.2. Objetivos		
1.3. Productos obtenidos		
1.4. Planificación		
2. Conceptos de Información geográfica	Tarea 1. Preparación de la información.	PAC 1 INICIO 12/03/2014
2.1. Geodesia	1.1. Desarrollo de la parte teórica del TFG.	
2.1.1. Sistemas de coordenadas		
2.1.2. Proyecciones cartográficas		
2.1.3. Proyeccion UTM		
2.2. Cartografía		
2.2.1. Ráster		
2.2.2. Vectorial		
2.3. Sistemas de Información Geográfica		
3. Conceptos del formato KML		
3.1. Definición		
3.2. Usos		
4. Herramientas del TFG	1.2. Instalación documentada de Geomedia y VS 2005.	
4.1. Geomedia 6.1		
4.1.1. Obtención de los datos		
4.1.2. Acceso y análisis de la información		
4.2. Visual Studio 2005		
4.2.1. Personalización de Geomedia		
4.2.2. Integración con Geomedia		
5. Preparación de la información en Geomedia 6.1	1.3, 1.4 y 1.5 Preparación de la información en Geomedia	PAC 1 BORRADOR 30/03/2014 PAC 1 FIN 08/04/2014 PAC 2 INICIO 09/04/2014
6. Aplicación de gestión de incidencias	Tarea 2. Análisis funcional de la aplicación.	
6.1. Análisis funcional	Tarea 3. Diseño de la aplicación.	
6.2. Diseño técnico	Tarea 4. Construcción del sistema.	PAC 2 BORRADOR 04/05/2014 PAC 2 FIN 13/05/2014 Memoria y presentació INICIO 14/05/2014
6.3. Plan de pruebas		
7. Conclusiones	Tarea 5. Revisión y entrega de productos obtenidos	Memoria y presentació BORRADOR 04/06/2014
8. Figuras		
9. Referencias y bibliografía		Memoria y presentació FIN 09/06/2014

Diagrama de Gantt

Figura 2: Diagrama de Gantt



2. Conceptos de Información geográfica

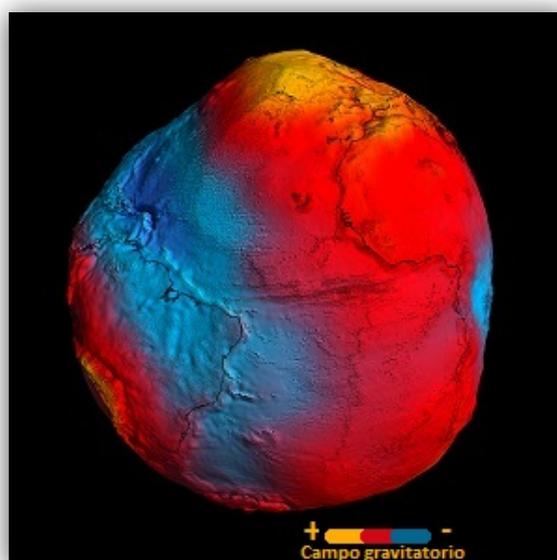
2.1 Geodesia

¿Qué es la geodesia?, ¿Para qué sirve?, Estas dos preguntas son básicas para entender una de las incógnitas más antiguas estudiadas por el hombre: la forma de la Tierra. La Geodesia se define como la ciencia que estudia las dimensiones, la forma y el campo gravitatorio de la Tierra respecto al tiempo.

Aunque la imagen que todos conocemos de la superficie terrestre sea una esfera perfecta, en realidad, la Tierra no es completamente redonda: cada zona de la superficie terrestre tiene cambios de masa en el tiempo relacionados con la estructura del planeta, esto hace que en los puntos de mayor masa haya mayor gravedad, la representación física de esa gravedad coincide con la forma de la Tierra y se denomina geoide.

Para determinar la forma del geoide hay que imaginarse los océanos en condiciones de completa quietud extendiéndose de forma natural por debajo de los continentes, la superficie equipotencial perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad determinará la forma el geoide, en los puntos en los que haya mayor masa la gravedad será mayor. Los datos que recoge el satélite GOCE de la Agencia Espacial Europea ofrecen una visión más completa de la estructura de la Tierra, actualmente el lugar donde el campo gravitatorio es máximo se localiza en la zona de Indonesia, los Alpes europeos y los Andes de América del Sur.

Figura 3: Geoide



Fuente: www.esa.int

Debido a las irregularidades que presenta el geoide es imprescindible simplificar la superficie para tener una superficie de referencia con la que poder realizar cálculos, una rama de la geodesia denominada geodesia geométrica tiene como objetivo aproximar esta superficie a lo que llamamos elipsoide, permitiendo así realizar cálculos con ecuaciones matemáticas. Actualmente hay una gran variedad de elipsoides de referencia cada uno con sus propios parámetros dependiendo de la zona geográfica concreta sobre la que se quiera trabajar, pero ¿cómo se puede relacionar la situación de un elipsoide respecto al geoide? La respuesta se denomina datum geodésico.

El datum geodésico determina el punto de tangencia común entre el geoide y el elipsoide fijando un punto en el espacio tridimensional de referencia, es fundamental concretar el datum sobre el que se trabaja para determinar la posición geográfica exacta. Se utilizan dos tipos de datum:

- ✓ Datum horizontal: permite determinar la latitud y la longitud de un punto.
- ✓ Datum vertical: permite calcular la altura de un punto concreto.

En España oficialmente se puede referenciar con dos tipos de datum, el ED50 (European Datum 1950) y el nuevo datum ETRS89 (European terrestrial reference system 1989). Hasta el año 2015 que entre en vigor la resolución oficial ETRS89¹ se podrá seguir produciendo con ED50, aunque es necesario que se muestren las referencias al nuevo datum ETRS89.

Conociendo el datum ya queda definido un sistema de referencia, pero aún queda por concretar en qué punto se trabaja dentro de ese sistema de referencia, es lo que llamamos sistema de coordenadas.

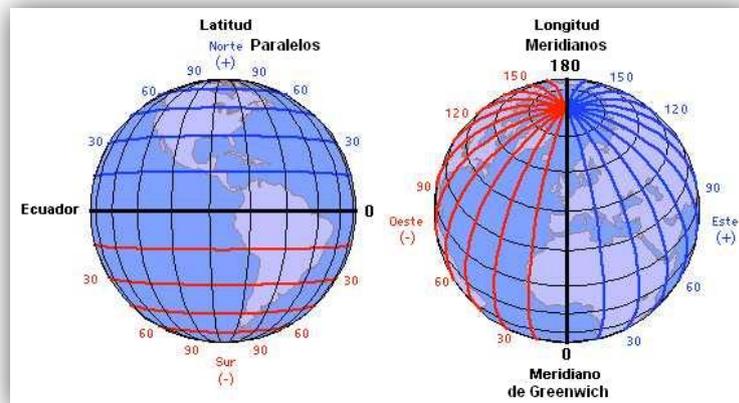
2.1.1 Sistemas de coordenadas

Un sistema de coordenadas permite posicionar un punto en un datum geodésico. Las coordenadas más utilizadas en geodesia son las geográficas, las cartesianas y las proyectadas:

Coordenadas geográficas: Se basan en superficies esféricas, la esfera se divide en grados con líneas imaginarias verticales llamadas meridianos y líneas imaginarias horizontales denominadas paralelos.

¹ Real Decreto 1071/2007, de 27 de Julio de 2007, por el que se regula el Sistema Geodésico de referencia oficial en España: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35986-35989.pdf>

Figura 4: Coordenadas geográficas



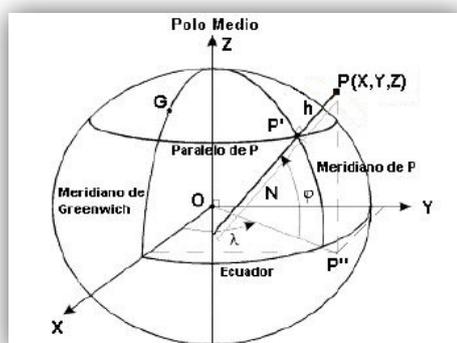
Fuente: www.ite.educacion.es

Los meridianos determinarán la longitud del punto, para poder referenciar de forma absoluta se utiliza el meridiano principal de Greenwich de longitud cero que divide la esfera en dos mitades: oeste y este, es decir, -180° al oeste de Greenwich y 180° al este de Greenwich.

Los paralelos indicarán la latitud de ese punto y el paralelo principal es el Ecuador con latitud cero. El Ecuador divide la esfera en dos hemisferios: sur y norte, es decir, -90° al sur del Ecuador y 90° al norte del Ecuador.

Coordenadas cartesianas: Se basa en un sistema de ejes tridimensional tomando como origen el centro de la tierra, se denominan eje X, eje Y y eje Z, la coordenada queda definida por un punto en cada eje.

Figura 5: Coordenadas cartesianas

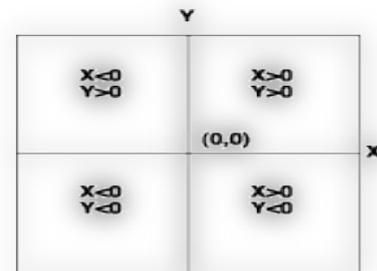


Fuente: www.cartovirtual.es

La elección de los ejes es arbitraria y depende de la zona que queramos georeferenciar, aunque para poder relacionar las coordenadas geográficas con las cartesianas se ha de tomar como referencia las siguientes indicaciones: el eje X debe coincidir con el meridiano de Greenwich, el eje Z debe dirigirse hacia los polos y eje Y debe formar un ángulo de 90° con el eje X y el eje Z coincidiendo con el Ecuador.

Figura 6: Coordenadas proyectadas

Coordenadas proyectadas: En este tipo de coordenadas se utiliza una superficie plana que se divide como si fuera una malla con dos ejes, X e Y. El punto central es la intersección de una de las líneas verticales en el eje Y con una de las líneas horizontales X, normalmente es el punto P(0,0), el cual divide la superficie en 4 partes.



Fuente: <http://help.arcgis.com>

2.1.2 Proyecciones cartográficas

Al tratarse la Tierra de una esferoide tridimensional, es necesario transformarlo en una superficie bidimensional plana para poder trabajar matemáticamente con él, esta transformación es lo que se denomina proyección cartográfica.

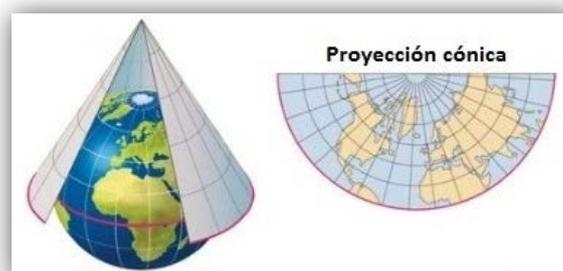
La proyección de cualquier superficie tridimensional sobre el plano produce distorsiones o deformaciones, de manera que dependiendo del tipo de superficie usada y del tipo de proyección se genera una proyección cartográfica con propiedades geométricas distintas. Una manera sencilla de plasmar el esferoide sobre el plano consiste en proyectarlo sobre una superficie que sí pueda desplegarse de forma natural sobre él, la selección de una proyección u otra dependerá del propósito del mapa, del tamaño y de la localización de la zona a cartografiar.

Se definen los siguientes tipos de proyecciones según la superficie de la que provienen:

✓ **Proyecciones cónicas:**

Se forman poniendo en contacto un cono con el esferoide, el contacto puede ser tangencial o secante. El vértice del cono suele coincidir uno de los dos polos y el punto de corte del cono con el esferoide se denomina paralelo estándar.

Figura 7: Proyección cónica



Fuente: www.blinklearning.com

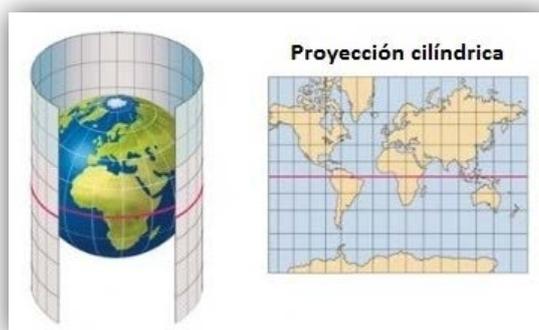
Precisamente la zona más cercana al paralelo estándar es la que sufre menor distorsión por lo que este tipo de proyecciones se usan para crear mapas de latitudes medias como América del norte o Europa.

✓ **Proyecciones cilíndricas:**

Son similares a las proyecciones cónicas pero en este caso la superficie es un cilindro. En la mayoría de este tipo de proyecciones el Ecuador del esferoide es tangencial al cilindro y es en ese punto donde hay menor distorsión.

Este tipo de proyección se utiliza en cartas náuticas ya que las líneas verticales y horizontales se cortan todas con un ángulo de 90° , la línea recta que une dos puntos se denomina rumbo o loxodromia y seguirla equivale a tomar una trayectoria constante.

Figura 8: Proyección cilíndrica

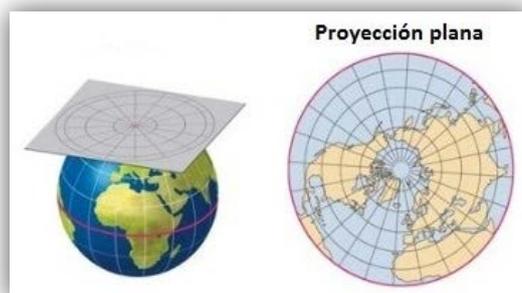


Fuente: www.blinklearning.com

✓ **Proyecciones planas o acimutales:**

Consiste en proyectar una parte del esferoide en un plano tangente a este en un punto, cuanto más lejano esté el punto que queremos observar respecto al punto tangente, mayor será la distorsión.

Figura 9: Proyección plana



Fuente: www.blinklearning.com

Si el plano y el esferoide son secantes cortando por el centro de la tierra se originan líneas geodésicas, que permiten visualizar el camino más corto entre dos puntos de la Tierra, es el motivo por el que este tipo de proyecciones se utilizan en navegación aérea.

A continuación se definen los diferentes tipos de proyecciones según sus propiedades geométricas:

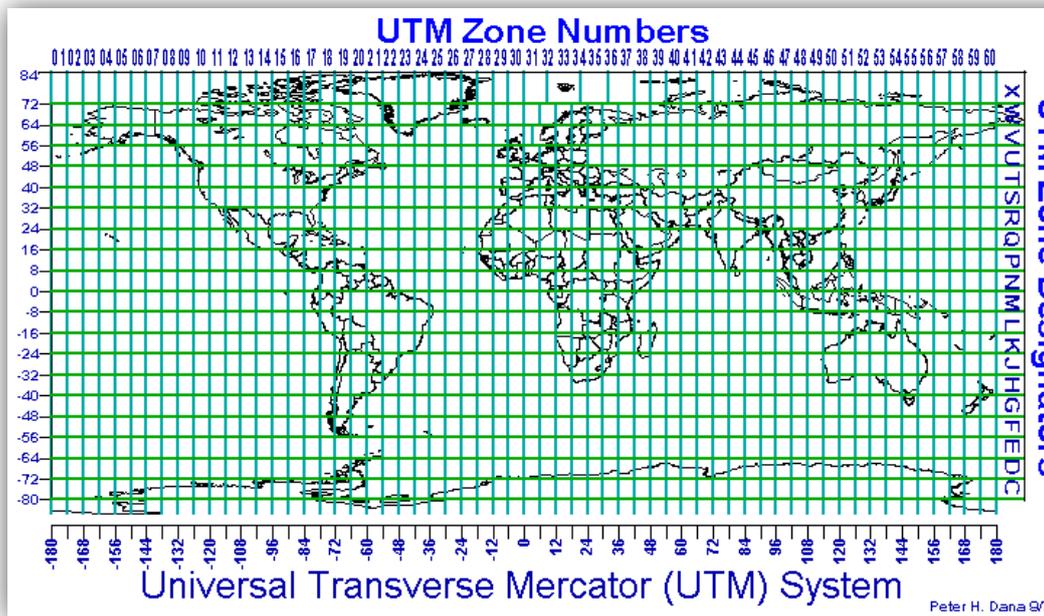
- ✓ Conformes: Mantiene la forma y por ende, las relaciones angulares.
- ✓ Equivalentes: Se preserva el área de las superficies.
- ✓ Equidistantes: Proyección donde se conservan las distancias entre sus puntos.
- ✓ Acimutales: Mantiene los ángulos entre superficies.
- ✓ De compromiso: Proyección que busca establecer un equilibrio entre las diferentes distorsiones.

2.1.3 Proyección universal transversal de Mercator (UTM)

La proyección UTM es una proyección cilíndrica donde el punto de tangencia con la esfera es un meridiano, de esta manera la distorsión que se produce en las zonas lejanas al punto de tangencia es mínima, además, en cada meridiano central se aplica un factor de reducción de 0.9996 con la finalidad de que en los extremos del huso el factor de escala sea unitario y el plano quede conforme.

Se definen 60 proyecciones diferentes de 6° de separación longitudinal entre ellas denominadas husos, una por cada meridiano. Cada huso es numerado de oeste a este desde el número "1" al "60" y de sur a norte desde la letra "C" a la "X", este último con una separación latitudinal de 8° entre letras (excepto la letra "X" que tiene 12° de separación con relación a "Y").

Figura 10: Proyección UTM



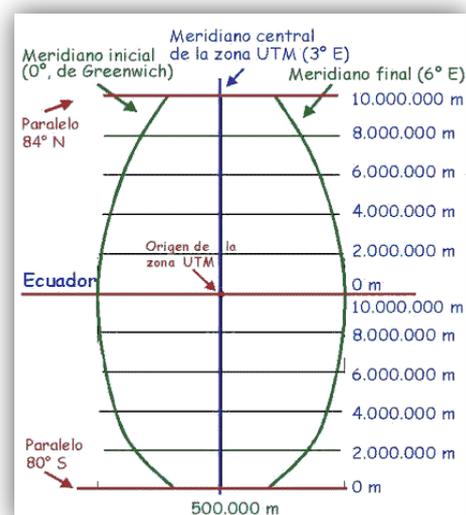
Fuente: <http://maps.unomaha.edu>

Una vez definido el tipo de proyección cartográfica y sus divisiones es necesario poder localizar un punto dentro de cada huso y para ellos haremos uso del sistema de coordenadas UTM.

Las coordenadas UTM se basan en divisiones métricas: un huso tiene 6° de longitud, es decir, 666.000 metros en su parte más ancha; verticalmente está dividido por el meridiano central en dos partes simétricas, norte y sur, del mismo modo horizontalmente también está dividido en este y oeste.

Para suprimir las coordenadas negativas, desde el meridiano central y el Ecuador se ha definido un falso este de 500.000 metros y un falso norte de 10.000.000 de metros, de esta manera las coordenadas siempre serán positivas.

Figura 11: Huso UTM



Fuente: www.elgps.com

Concretado un datum, el tipo de proyección y las coordenadas en uso se pueden crear gran variedad de mapas, de esto se ocupa la cartografía.

2.2 Cartografía

Según la *Asociación Cartográfica internacional (ACA)* la Cartografía es “la disciplina que trata sobre la concepción, producción, difusión y estudio de los mapas”, es decir, es la ciencia encargada del estudio y elaboración de los mapas geográficos.

Cada mapa tiene un objetivo y un propósito concreto, en ocasiones se requiere una información puramente geográfica, pero en otras se puede necesitar aislar cierta información temática. En España, la Jefatura del estado estableció una clasificación oficial en el año 1986² de la cartografía que se elaborarían en nuestro país:

- ✓ La Cartografía básica se define como la elaboración de mapas fundamentales o topográficos y tiene por objetivo la observación y medición de la superficie terrestre.
- ✓ La Cartografía derivada se forma por la adición o generalización de la información geográfica contenida en la Cartografía básica existente.
- ✓ La Cartografía temática utiliza como soporte fundamental la Cartografía básica o la Cartografía derivada, singulariza o desarrolla algún aspecto concreto de la información topográfica o incorpora información adicional específica.

Para poder desarrollar cualquier tipo de mapa temático o derivado es necesario trabajar sobre Cartografía básica, los mapas fundamentales se producen a partir de diferentes tipos de datos cartográficos: ráster y vectoriales.

2.2.1 Datos Ráster

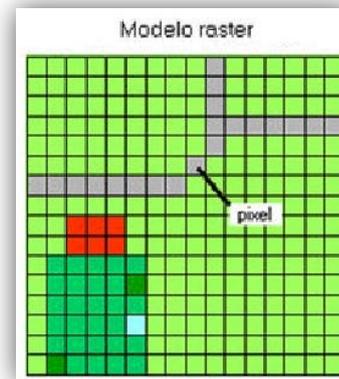
La información ráster proviene de imágenes aéreas tomadas desde satélites o aviones, de escaneo de mapas impresos o de digitalizaciones del formato vectorial, en este caso se denomina rasterización. Es posible poner en conjunto un número determinado de esas fotos y crear una única imagen con un alcance mayor y sin ningún tipo de distorsión, en ese caso se denomina ortofotomapa.

Para entender la estructura del formato ráster hay que conocer la estructura de una imagen; las imágenes se dividen en píxeles organizados en filas y columnas, cada píxel contiene un valor que representa la información. Esa información no tiene por qué ser solamente información topográfica de la Tierra (datos discretos), puede contener la temperatura en ese punto o cualquier otro tipo de variable cambiante en el tiempo que pueda captarse con una cámara (datos continuos). La combinación de los diferentes tipos de datos genera mapas temáticos.

² Ley de Ordenación de la Cartografía en España: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-2383>

El formato ráster contiene un gran volumen de información, se necesitan ordenadores potentes para procesarlo, sin embargo, el resultado que presenta es muy visual, esto es muy útil cuando se trabaja con variables continuas en el tiempo como los cambios de temperatura, precipitaciones, elevaciones de terreno, etc.

Figura 12: Datos ráster



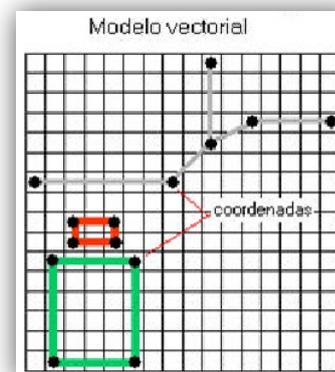
Fuente: www.sge.org

2.2.2. Datos vectoriales

La estructura de datos vectorial se compone de objetos geométricos: puntos, líneas y polígonos. La unidad mínima de información es el punto, las líneas son sucesiones de puntos y los polígonos son líneas cerradas. Cada punto de un objeto tiene unas coordenadas únicas dentro del mapa.

Los datos vectoriales forman una estructura más compacta y ocupan menos memoria que los datos ráster, no es necesario un ordenador potente para procesarlos. Las relaciones topológicas entre elementos son muy precisas lo que es muy importante cuando se trabaja con variables discretas como la localización exacta de un punto o estructura de puntos.

Figura 13: Datos vectoriales



Fuente: www.sge.org

2.3 Sistemas de Información Geográfica

El término “Sistemas de Información geográfica” (SIG) integra una gran cantidad de áreas diversas y no es posible consensuar una definición única, una de las definiciones más aceptadas fue redactada por el *National Centre of Geographic Information and Analysis* (NCGIA) en el año 1990:

“Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.”

Los sistemas SIG trabajan con información digital, ráster o vectorial, además es posible convertir el formato ráster a vectorial y así poder trabajar con objetos referenciados con coordenadas únicas. La capacidad de estos sistemas para analizar, almacenar, manipular y representar cualquier zona del espacio geográfico los han convertido en las últimas décadas en algo esencial para la gestión de recursos.

La manera de almacenar los datos dentro de un SIG depende de las limitaciones del propio *software*, son muchos los formatos que pueden utilizarse: GML, CAD, *shapefile*, KML, etc; en Geomedia, los formatos propietarios son *Geomedia SmartStore*, *Geomedia Access Warehouse* y *Geomedia Oracle Warehouse*. En los últimos años, la necesidad de analizar e interrelacionar información ha provocado que el almacenamiento de datos se asemeje a tablas de bases de datos relacionales.

Existen una gran variedad de *software SIG*, según la tarea determinada que desarrollan se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

- ✓ SIG de escritorio: Este tipo de SIG se ejecuta en el mismo ordenador particular y dispone de una gran variedad de herramientas para que el usuario trabaje en diferentes campos como la visualización, creación, edición y análisis de mapas. Según la licencia que presente el software pueden llegar a costar hasta 25.000€.
- ✓ SIG web: Es un sistema que se visualiza en el ordenador del usuario pero se ejecuta en un servidor web (arquitectura cliente-servidor). Las funcionalidades que ofrecen son análisis espacial, consulta y edición de datos. Los SIG web más conocidos son Google Maps y Google Earth.
- ✓ Componentes de desarrollo SIG: Son paquetes de herramientas de funciones SIG, son necesarios conocimientos de programación para desarrollar componentes específicos y personalizar así el software.
- ✓ SIG móviles: Sistemas adaptados para permitir la visualización, análisis y edición desde dispositivos móviles, las funcionalidades son muy parecidas a los SIG de escritorio. Un ejemplo de este tipo de software es [gvSIG mobile](#) y [ArcPad](#) de ESRI.

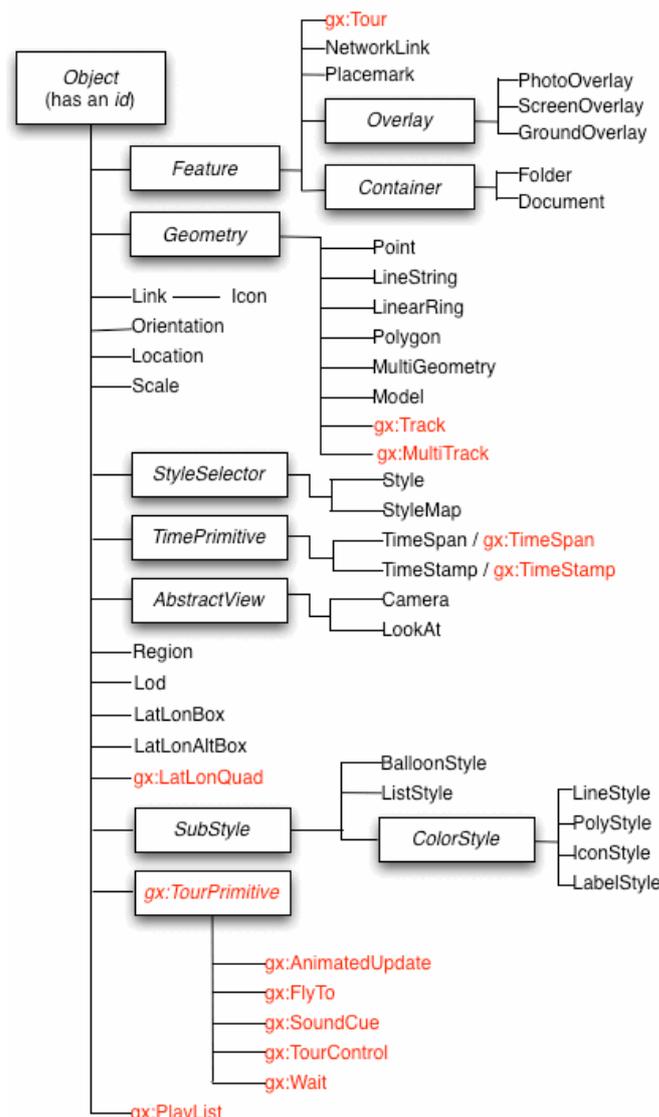
3. Conceptos del formato KML

3.1 Definición

KML es un lenguaje de marcado basado en el formato XML, una forma de codificar la información de manera que, además de guardar el texto, incorpora marcas o etiquetas con datos adicionales sobre su estructura. No es un lenguaje de programación como tal, ya que no se pueden incorporar variables ni operaciones aritméticas con los datos, simplemente representa datos geográficos vectoriales en dos y tres dimensiones.

El esquema de todos los elementos definidos en la versión KML 2.2 se puede encontrar en el código para desarrolladores de Google, se reproduce en la figura 14:

Figura 14: Elementos de un formato KML



Fuente: <https://developers.google.com/kml/>

3.2 Usos

Desde el año 2008, el formato KML es un estándar de intercambio de información geográfica, con este lenguaje se pueden visualizar imágenes y entidades geográficas en dos y tres dimensiones en las aplicaciones Google Maps y Google Earth respectivamente. Pese a su sencillez, el formato engloba multitud de utilidades como el marcado de rutas o lugares turísticos. En la figura siguiente se muestra una imagen de muestra cómo se visualizan los datos 3D en Google Earth.

Figura 15: Usos KLM



<https://www.roaringsprings.com>

En este trabajo de fin de grado, su uso se ha centrado en la ubicación de las incidencias dentro de Google Earth para alcanzar una visión más global de las afectaciones de todo el municipio.

4. Herramientas del TFG

4.1 Geomedia Professional 6.1

Geomedia Professional es un sistema de información geográfica (SIG) sobre sistemas operativos Windows y, a su vez, un entorno de desarrollo de software dado que puede personalizarse con herramientas de desarrollo de Microsoft, como Microsoft Visual Basic y Visual C++.

Aunque existen versiones actuales del software Geomedia, en este TFG se utiliza la versión 6.1.11.133 por su compatibilidad con Visual Studio 2005 y la integración en el mismo entorno de plantillas de desarrollo de “Custom Modeless/Modal Commands”, de los que se habla en el apartado 4.2.2.

4.2.1 Obtención de los datos

El procedimiento de obtención de datos vectoriales y raster en Geomedia es sencillo, a continuación se resumen brevemente:

- ✓ Digitalización automática o manual de los datos a partir de imágenes raster, identificando los puntos de ajuste y garantizando así una digitación directa y precisa.

Figura 16: Tipos de conexión a almacén en Geomedia

- ✓ Descarga de datos en formato vectorial de diferentes fuentes de información online, además de acceso directo a servidores [WFS](#), a pesar de que su uso no está muy extendido en nuestro país.
- ✓ Acceso y descarga de datos en formato ráster, bien sea a través de un servidor [WMS](#), en el primer caso y de imágenes georeferenciadas⁴ en el segundo.

4.2.2 Acceso y análisis de la información

Geomedia guarda los datos en almacenes y accede a ellos por medio de conexiones⁵ dentro del espacio de trabajo⁶. Los tipos de conexiones que pueden establecerse integran diversos formatos:

³ La instalación de la versión 6.1.11.13 debe realizarse sobre la versión 6.1.2.4.

⁴ Una imagen georeferenciada tiene asociadas coordenadas geográficas del lugar donde es tomada.

⁵ Menú Almacén → Conexión nueva

⁶ En Geomedia, el entorno de trabajo se denomina GeoWorkspace.

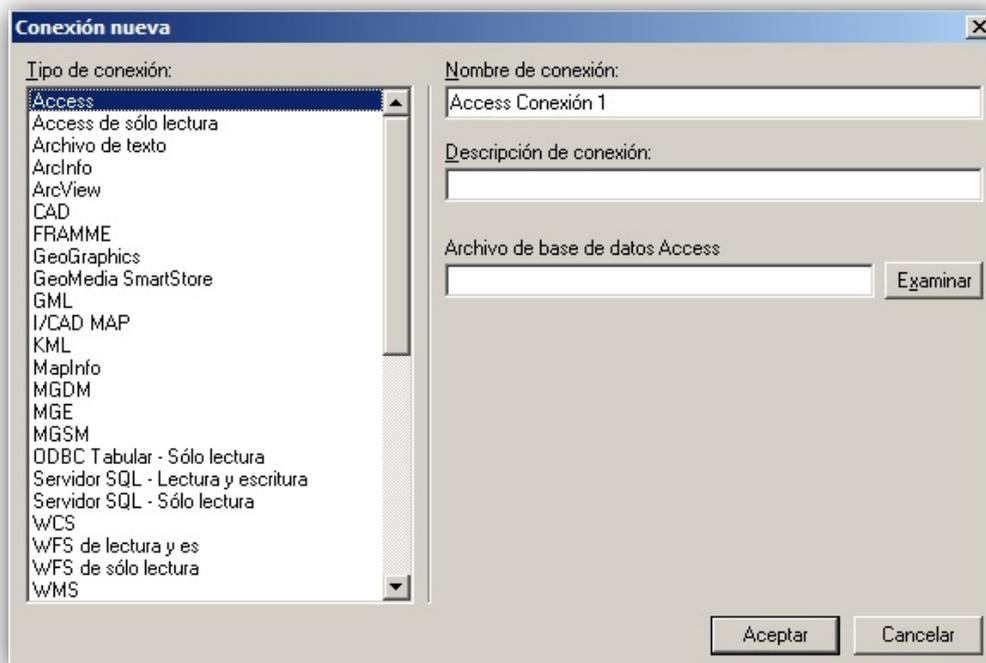
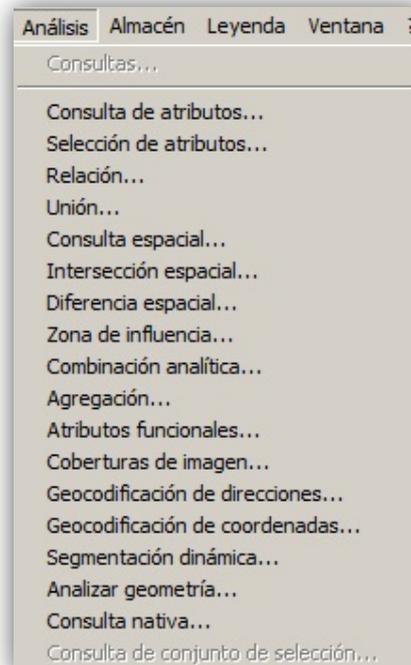


Figura 17: Menú análisis en Geomedia

El menú de análisis de la información es bastante intuitivo, pueden realizarse operaciones espaciales aritméticas, cálculo de áreas, consulta de atributos, etc.

En la pestaña de ayuda del software Geomedia se encuentra un tutorial de cada una de las operaciones.



4.2 Visual Studio 2005

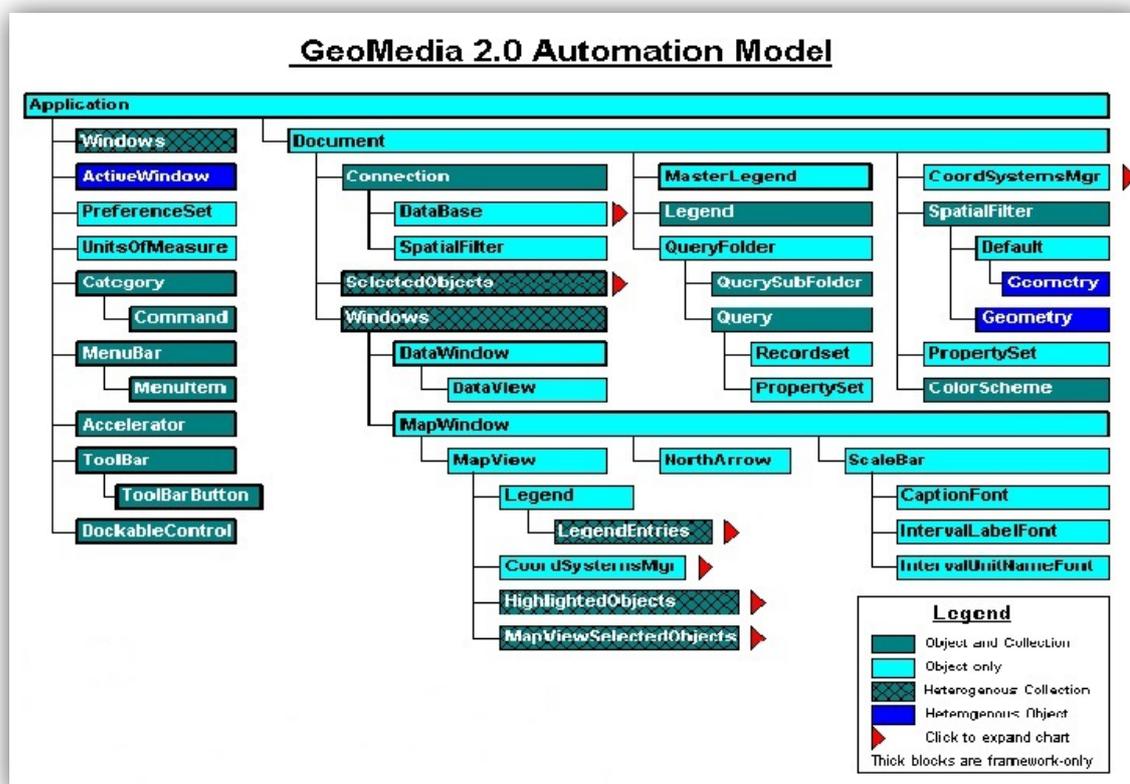
[Microsoft Visual Studio](#) es un entorno de desarrollo para sistemas operativos Windows, soporta diversos lenguajes de programación como [Visual Basic](#) y [C++](#), [C#](#), etc. Microsoft ofrece varias ediciones muy diferentes entre sí: *Express*, *Standard*, *Professional*, *Tools for Office* y 5 ediciones *Visual Studio Team System*.

A partir de la versión 2005 Microsoft ofrece de forma gratuita las ediciones *Express*, que son versiones básicas separadas por lenguajes de programación o plataforma, además, también dispone de versiones de evaluación por un periodo de prueba de 90 días en varias de las ediciones.

4.2.1 Personalización de Geomedia con Visual Studio

Geomedia es una aplicación que contiene múltiples objetos automatizados (automated objects), es decir, objetos que pueden modificarse y ser programados por medio de un controlador automatizado (automation controller) como Visual Basic, Visual .NET o C++. En la figura 18 se muestran algunos objetos automatizados de Geomedia.

Figura 18: Objetos automatizados en Geomedia



Fuente: Fundamentals of GeoMedia Development Part I

4.2.2 Integración con Geomedia: “Geomedia Command Wizard”

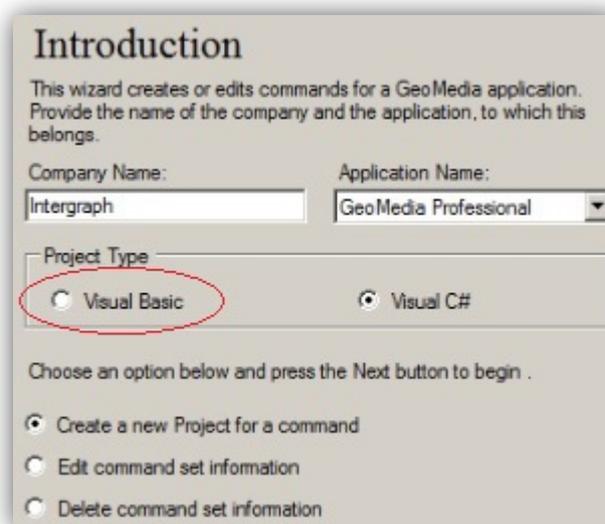
Geomedia Command Wizard⁷ es un complemento de Visual Studio que automatiza tareas comunes en el espacio de trabajo, en la versión 2005 viene integrado en el entorno de desarrollo. Es necesario tener instalado Geomedia antes de instalar Visual Studio para que se incluya automáticamente, sin embargo, también puede añadirse manualmente⁸.

Una vez se ejecuta, cada pantalla del asistente (wizard) pide información sobre el tipo de comando y sus características. En este trabajo se han utilizado las siguientes opciones:

Figura 19: Creación del comando con Command Wizard

Lenguaje de programación del comando

(Visual Basic o C#).



Nombre y localización del proyecto



⁷ Herramientas → Geomedia Command Wizard

⁸ Ejecutando *regwiz.exe* en C:\Archivos de programa\Geomedia\wizard. entonces seleccionar herramientas → administración de complementos

Nombre del
comando

Choose Command Name

Commands have a name, a description, and a tool tip.
Enter the Command Name, Description, and Tooltip.

Command Name:
Incidencias

Command Description: (Status Message)
Gestor de incidencias

Command Tool Tip:
Gestor de incidencias

Cancel < Back Next > Finish

Personalización del
icono del comando
en la barra de
herramientas

Add Toolbar Bitmap

Users can customize the application to run their commands from the toolbar. The wizard can add a resource containing a toolbar bitmap to the project.

Add Bitmap

Add custom bitmap

Do not add any bitmap (uses default if the command is added to the toolbar)

Cancel < Back Next > Finish

Elección del tipo
de comando:
modal o *modeless*

Command Classification

Modal commands take control of the entire application until the command completes.

Modeless commands briefly take control of the application to create or connect to windows. Control of the application is then released so other commands may run, but the modeless command remains active and listens to the window(s).

Command is Modal

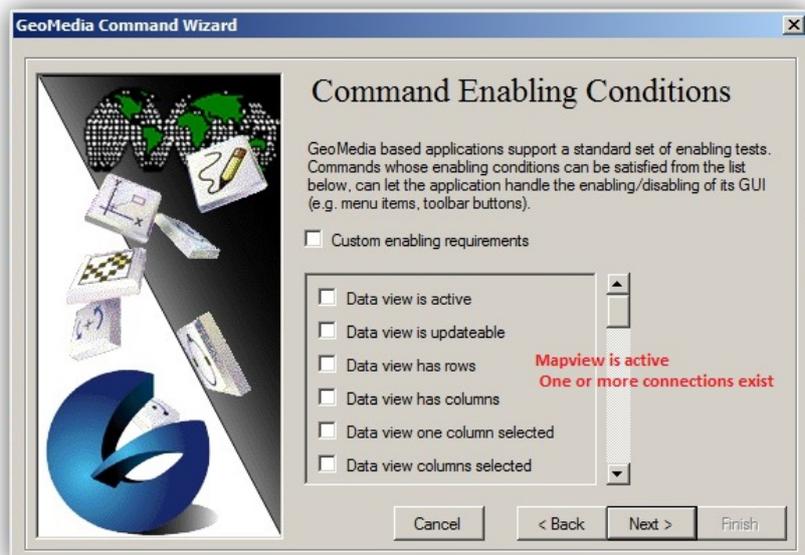
Command is Modeless

Cancel < Back Next > Finish

Nombre y posición
del formulario en
la pantalla



Permite controlar
cuando estará
habilitado el
comando en la
barra de
herramientas



Si se elige el tipo de comando modeless, las pantallas son las siguientes:

- ✓ *Introduction* → Lenguaje de programación del comando (Visual Basic o C#).
- ✓ *Choose Project Location* → Nombre y localización del proyecto.
- ✓ *Choose Command Name* → Nombre del comando.
- ✓ *Add toolbar Bitmap* → Personalización estética de la barra de herramientas.
- ✓ *Command classification* → *modal* o *modeless*.
- ✓ *Choose form name* → Nombre y posición del formulario en la pantalla. Si el tipo de comando es *modeless*, el asistente continúa con:
 - *View listener* → Eventos que se escucharán en la vista de mapa (map view)
 - *View listener requirements* → Tipo de vista de mapa.
 - *View Listener Command Type* → Clasificación o prioridad del comando.
 - *Command Enabling Conditions* → Permite controlar cuando estará habilitado el comando en la barra de herramientas.

Un comando *modal* no permite interactuar en el espacio de trabajo una vez activado, lo contrario que un comando *modeless*, que permite acceder a otras partes de la aplicación aunque esté activo.

Registro del comando en Geomedia

Para registrar el comando desarrollado en el ordenador destino debe ejecutarse este comando desde la consola del sistema operativo:

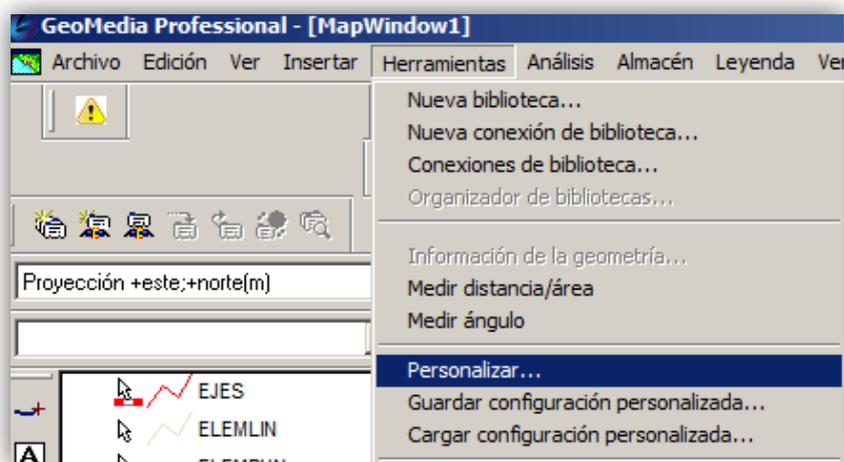
Instalación:

Installsrcmd.exe MyCommand.dll MyCommand.ini

Adición del comando a la barra de herramientas del menú Geomedia

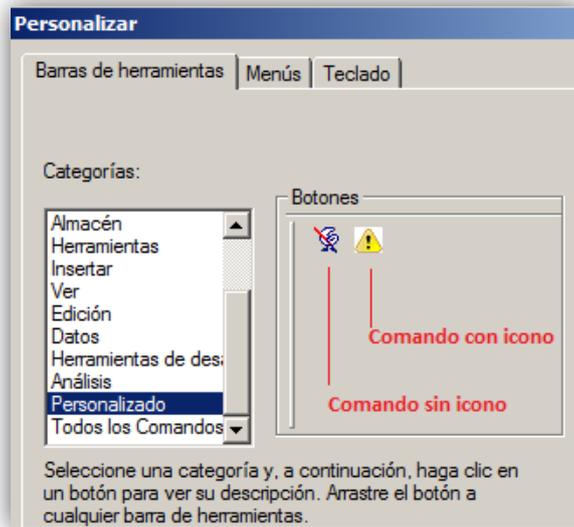
Desde el menú, Herramientas → Personalizar

Figura 20: Personalizar el menú Geomedia



Se Selecciona el comando deseado y se arrastra a la barra de menú

Figura 21: Adición del comando al menú Geomedia



5. Preparación de la información en Geomedia 6.1

Los datos vectoriales utilizados en este TFG se centran en el municipio de Calafell, se pueden descargar de la página web del Catastro seleccionando el municipio en el buscador:

<https://www.sedecatastro.gob.es/CYCTitular/OVCAccTit.aspx?Dest=19>

Figura 2223: Ejemplo de descarga de datos vectoriales en la página web del Catastro.

Descarga de cartografía vectorial (formato Shapefile)

La fecha a la que corresponden los datos de catastro de un fichero, se indica en el proceso de descarga. Estos ficheros se actualizan tres veces al año, siempre en las siguientes fechas:

- Primera semana de Febrero.
- Primera semana de Junio.
- Primera semana de Octubre.

Pulse aquí para aprender cómo hacer estas descargas y la especificación del formato de los ficheros

Provincia: TARRAGONA

Municipio: calafell

Tipología: Urbana sin Historia Rústica sin Historia
 Urbana con Historia Rústica con Historia

Ver capas disponibles

Las capas utilizadas son las siguientes:

- ✓ **CONSTRU**: Subparcelas urbanas que representan los volúmenes edificados dentro de una parcela.
- ✓ **EJES**: Ejes de elementos lineales (calles, carreteras).
- ✓ **ELEMLIN**: Elementos cartográficos lineales.
- ✓ **ELEMPUN**: Elementos cartográficos puntuales.
- ✓ **LIMITES**: Límites administrativos (de municipio, de suelo de naturaleza urbana, etc).
- ✓ **PARCELA**: Parcelas catastrales.
- ✓ **SUBPARCE**: Subparcelas de cultivo (zonas de igual cultivo o aprovechamiento dentro de una parcela).

Los datos ráster utilizados se obtiene del servidor WMS del catastro:

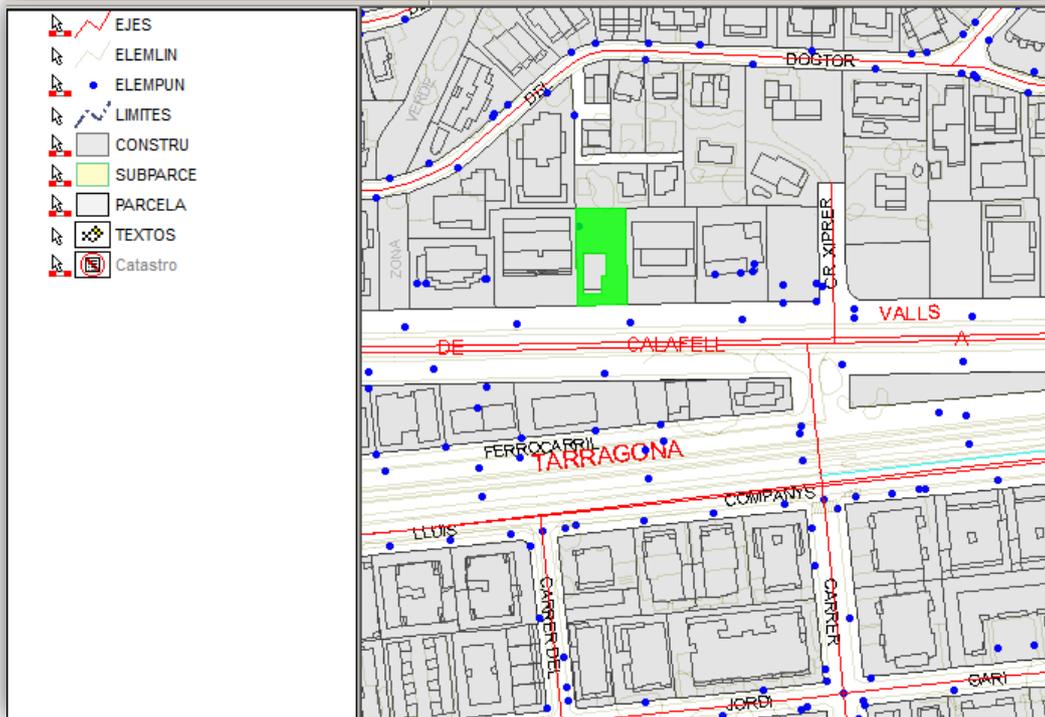
<http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>

Se añaden únicamente dos capas y con limitaciones de escala para no ralentizar la navegación, los servidores WMS envían una gran cantidad de datos y es mejor no añadir demasiadas capas.

- ✓ **TEXTOS**: Para visualizar el callejero de la ciudad.
- ✓ **CATASTRO**: Con una limitación mínima de rango de escala entre 8500 y el máximo para únicamente situar el municipio en un mapa general de España.

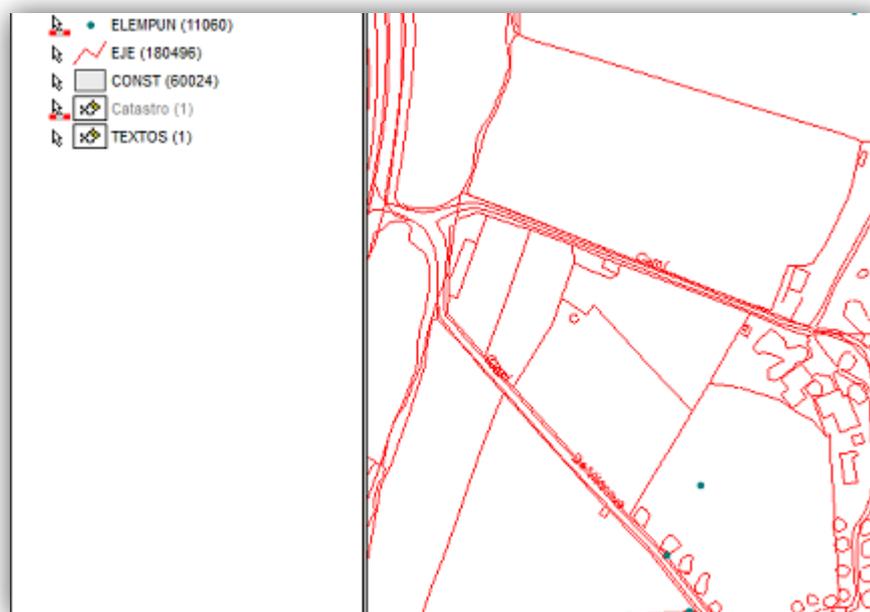
Para evitar mostrar datos innecesarios en escalas grandes, se modifican las capas con datos más específicos para que sólo se muestren a escalas menores (entre 1 y 15000 cm). En la figura 24 se muestra la ventana de mapa los datos del catastro sin manipular.

Figura 24: Espacio de trabajo Geomedia con la cartografía del Catastro



Con el fin de simplificar las consultas, todas las entidades se han unificado en 3 tipos: puntos, líneas y áreas, resultando el espacio de trabajo de la figura 25.

Figura 25: Espacio de trabajo Geomedia del TFG



6. Aplicación de gestión de incidencias

6.1 Análisis funcional

6.1.1 Casos de uso

Los requisitos de la aplicación se pueden dividir en tres grupos:

- ✓ Creación, modificación y cierre de incidencias, almacenando un histórico.
- ✓ Carga automática de un grupo de incidencias por medio de un archivo XLS preconfigurado.
- ✓ Exportación de las incidencias existentes (abiertas o cerradas) en formato KML.

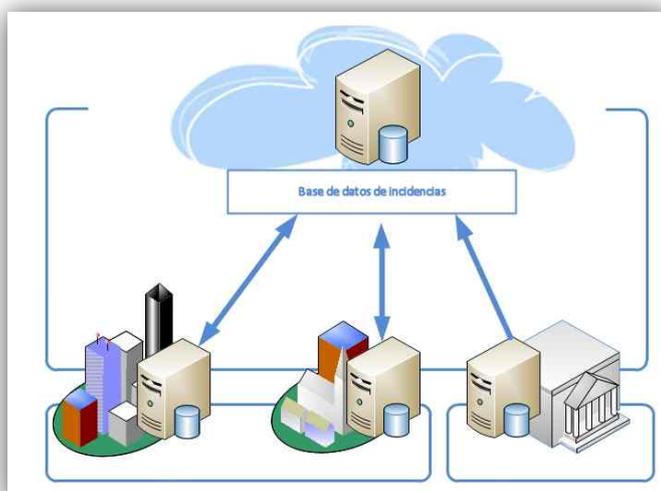
El usuario podrá ver y modificar todas las incidencias abiertas en la pantalla principal de la aplicación pudiendo filtrar los resultados a partir del día indicado, tanto en incidencias abiertas como en cerradas. La exportación KML está configurada para publicar todas las incidencias abiertas en ese momento con sus correspondientes datos asociados.

6.1.2 Modelo de datos resultante

Para la inserción de los datos asociados a cada incidencia se puede decidir entre crear los atributos directamente en cada una de las entidades Geomedia o crear una base de datos alternativa en la que consultar los datos asociados. En este trabajo se opta por la segunda opción por varias razones:

- ✓ Capacidad para reutilizar el código con cualquier base municipal descargada del Catastro .
- ✓ Acceso a la base de datos desde cualquier ubicación: La idea inicial del proyecto es unificar todas las plataformas de comunicación de incidencias en una sola como muestra la figura 26.

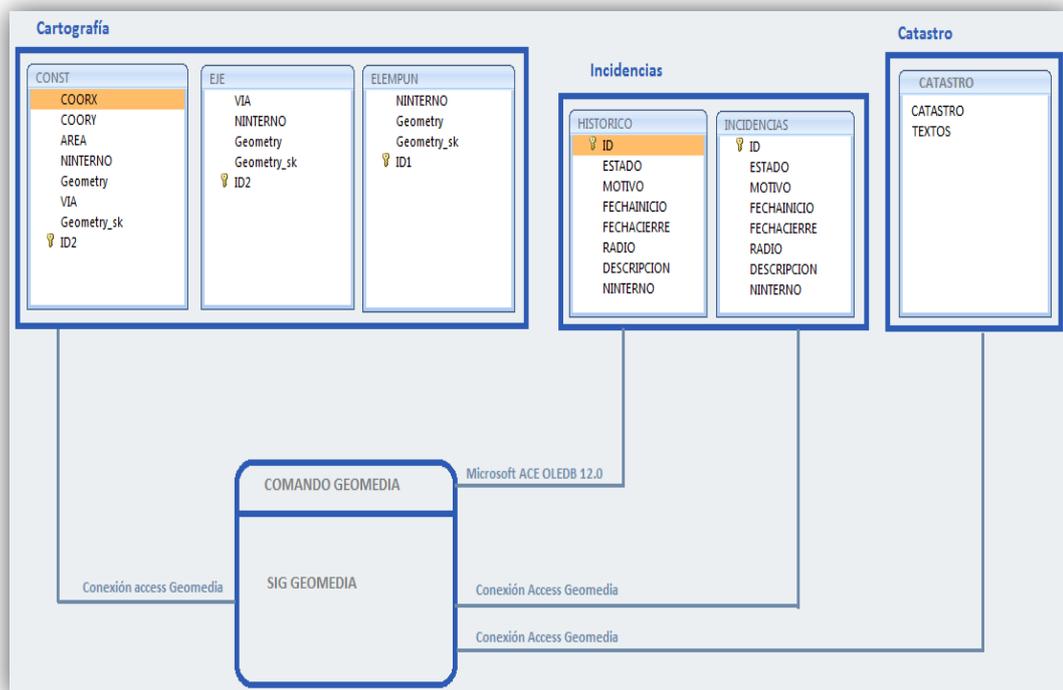
Figura 26: Base de datos en la nube



Los atributos de las entidades de las bases de datos descargadas del catastro son múltiples, sin embargo, sólo se reutilizará en este trabajo el “NINTERNO” que es un identificador único numérico de entidad⁹.

Aparte de la BBDD vectorial descargada del catastro y de la base de datos del catastro, se crea, en formato Microsoft Access (.mdb), la BBDD “Incidencias” que tiene 2 tablas: “Incidencias” e “histórico”.

Figura 27: Bases de datos del proyecto



Las incidencias abiertas permanecerán en la tabla “Incidencias” hasta su cierre y serán mostradas al usuario en todo momento en la pantalla principal. Las incidencias cerradas permanecen en la tabla “Histórico” y también se pueden consultar desde la pantalla principal. Se podrán editar y cerrar posicionándose sobre ellas y seleccionando la opción adecuada.

Cuando la incidencia se cierre, se eliminará de la tabla incidencias y pasará automáticamente a la tabla “Histórico” sin posibilidad de edición, sólo de consulta.

⁹ El atributo NINTERNO es un identificativo generado automáticamente que identifica unívocamente a cada elemento gráfico. Nunca se reutiliza un mismo número interno.

6.1.3 Descripción funcional de los algoritmos programados

Desde un punto de vista global deben desarrollarse 5 algoritmos, uno por cada funcionalidad de la aplicación:

- ✓ **Crear incidencia:** El usuario puede crear una incidencia seleccionando cualquier objeto en la ventana de mapa y accediendo al comando de la aplicación. Dentro de la aplicación debe hacer click en el botón “crear incidencia”, en ese momento se abrirá un formulario donde podrá introducir los datos asociados y guardarlos. Las incidencias abiertas permanecerán visibles en la aplicación de manera permanente para poder editarlas y cerrarlas en algún momento posterior.
- ✓ **Abrir/Editar incidencia:** El usuario puede abrir o editar incidencias en estado abierto y visualizar incidencias en estado cerrado, para ello debe acceder al comando de la aplicación, seleccionar una de las incidencias mostradas por pantalla y hacer doble click sobre ella; se cargarán los datos asociados en la parte derecha de la aplicación donde podrá modificar cualquier campo y decidir si quiere guardar los cambios dando al botón “guardar”.
- ✓ **Cerrar incidencia:** Del mismo modo que en los casos anteriores, el usuario podrá borrar incidencias seleccionando la incidencia en la pantalla principal y haciendo click en el botón “borrar incidencia”. En ese momento la incidencia pasará al estado cerrado y dejará de mostrarse al usuario en la pantalla de la aplicación, aunque permanecerá una copia de la misma en la tabla histórico que podrá consultar desde la pantalla principal filtrando por fecha.
- ✓ **Introducción automática de incidencias por medio de un XLS:** El usuario podrá introducir varias incidencias a la vez desde un archivo XLS predefinido que tenga la misma estructura que la tabla “incidencias” de la BBDD “incidencias”, para ello debe acceder al comando de la aplicación y hacer click en el botón “cargar XLS”; la aplicación le pedirá la ubicación del archivo XML a cargar y mostrará por pantalla el número de incidencias añadidas.
- ✓ **Generación de un archivo KML con las incidencias abiertas:** El usuario podrá generar un archivo KML pulsando el botón “exportar KML”. Se abrirá un formulario para introducir el intervalo temporal y la ubicación donde se guardará el archivo KML, la operación finaliza pulsando el botón “generar”.

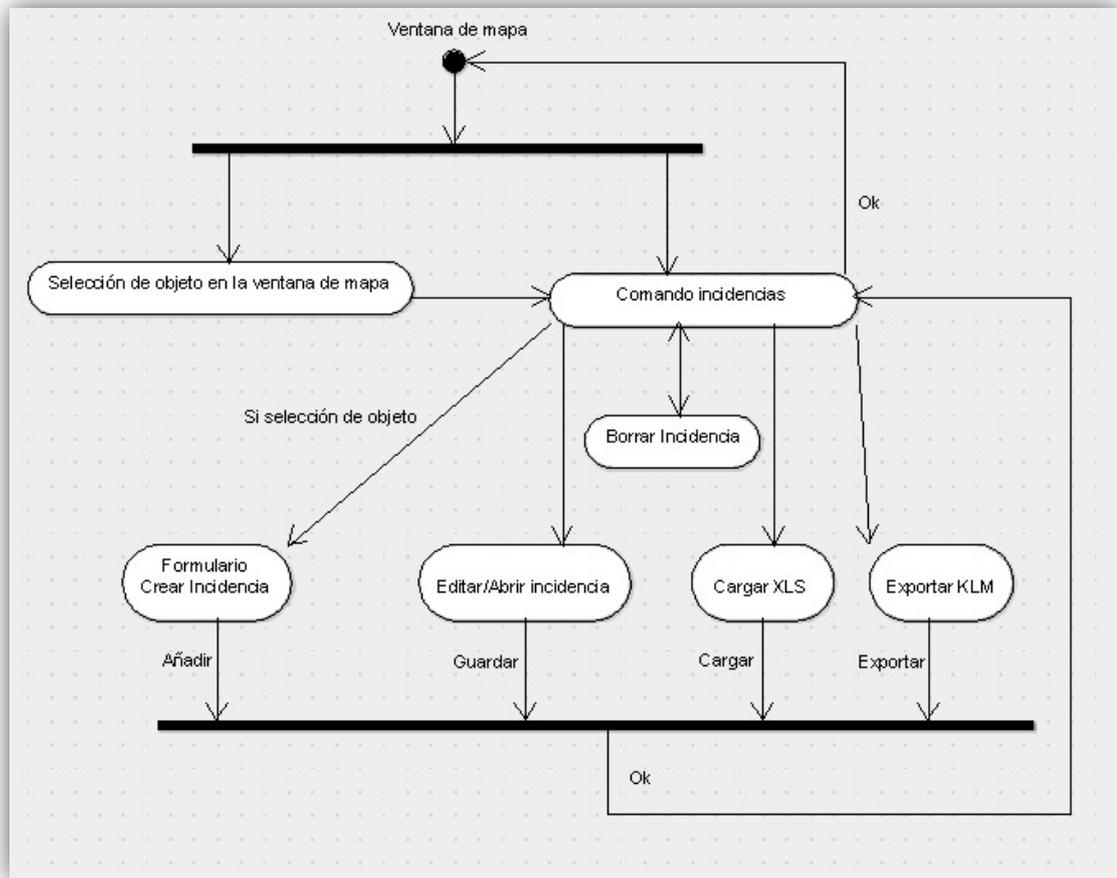
A modo de resumen, se añade la figura 28 que relaciona los apartados 6.1.1, 6.1.2 y 6.1.3 de la aplicación:

Figura 28: Relación de casos de uso y casos de prueba

CASOS DE USO	CASO DE PRUEBA		
	nº	Procedimiento de prueba (esquema funcional)	Resultado esperado
Crear incidencia sobre un objeto de la ventana de mapa de Geomedia	1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección Objeto en la ventana de mapa del GWS 2. En el menú de Geomedia, click en el botón del comando 3. Click en el botón "crear incidencia", se abre un formulario. 4. Introducción de datos asociados 5. Click en botón "Guardar" 	Adición de un nuevo registro en la tabla "Incidencias" con estado="abierta"
Editar/Abrir incidencia	2	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú de Geomedia, click en el botón del comando 2. Selección de una incidencia mostrada por pantalla 3. Doble click sobre la incidencia 4. Edición de datos 5. Click en botón "Guardar cambios" 	Edición del registro en la tabla "Incidencias" (estado="abierta")
Cerrar incidencia	3	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú de Geomedia, click en el botón del comando 2. Selección de una incidencia mostrada por pantalla 3. Click en el botón "Cerrar incidencia" 	Adición del registro en la tabla "historico" con estado "cerrada" Eliminación del registro de la tabla "Incidencias"
Cargar XLS con varias incidencias de forma automática dentro de la tabla de incidencias	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú de Geomedia, click en el botón del comando 2. Click en el botón "Cargar XLS", se abre un diálogo de ruta 3. Selección de archivo dentro del ordenador 4. Click en botón "Abrir" 	Adición de un nuevo registro por cada incidencia en la tabla "Incidencias" con estado="abierto"
Generación y exportación de un archivo KML con las incidencias abiertas existentes	5	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el menú de Geomedia, click en el botón del comando 2. Click en el botón "Generar KML", se abre un dialogo de ruta. 3. Selección de la ruta dentro del ordenador donde se guardará el KML 	Generación de un KML con las incidencias abiertas (tabla "incidencias")

El diagrama de actividades para el usuario quedaría como se muestra en la figura 29:

Figura 29: Diagrama de actividades



6.1.4 Interfaces de usuario

La aplicación no se mostrará si no hay un GeoWorkSpace y una ventana de mapa abierta. Para poder crear una incidencia hay que seleccionar la entidad en la ventana de mapa antes de abrir el comando, en otro caso el botón estará deshabilitado.

Figura 30: Icono de la aplicación

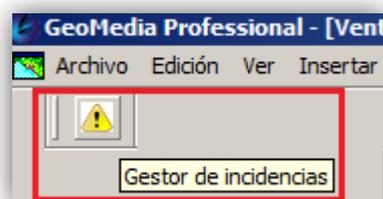


Figura 31: Ventana principal de la aplicación

Gestor de incidencias

CREACIÓN DE INCIDENCIA

Crear incidencia Cerrar incidencia Cargar XLS Exportar KLM

ID	ESTADO	MOTIVO	FECHA INICIO	FECHA CIERRE
38	abierta	accidente	22/05/2014 2:45	
42	abierta	rama caída	22/05/2014 2:54	
43	abierta	fuego en local co...	22/05/2014 2:55	
54	abierta	acera mal estado	23/05/2014 2:33	
55	abierta	incendio en calle ...	23/05/2014 2:34	
56	abierta	arbol caido	23/05/2014 2:35	
61	abierta	contenedor derr...	23/05/2014 3:10	
83	abierta	pabellon cerrado	23/05/2014 17:09	
85	abierta	telefono averiado	23/05/2014 17:13	
86	abierta	acera mal estado	04/06/2014 20:55	
91	abierta	recogida de bas...	05/06/2014 21:13	
129	abierta	incendio en parc...	06/06/2014 3:37	
131	abierta	limpieza de manif...	07/06/2014 21:19	
132	abierta	INCENDIO en par...	07/06/2014 22:09	

OPCIÓN DE FILTRADO POR DIA

Abiertas Desde

Cerradas Desde

EDICIÓN DE INCIDENCIA

Id de incidencia

Fecha de inicio

Motivo

Guardar cambios Salir

Figura 32: Formulario de creación

FormCrear

Día de inicio

Radio de afectación

Motivo

Descripción

Cancelar Guardar

Para visualizar el archivo KML en Google Earth hemos de seleccionar la opción enlace de red:

Figura 33: Pantalla principal de Google Earth



Figura 34: Selección de archivo KML en Google Earth

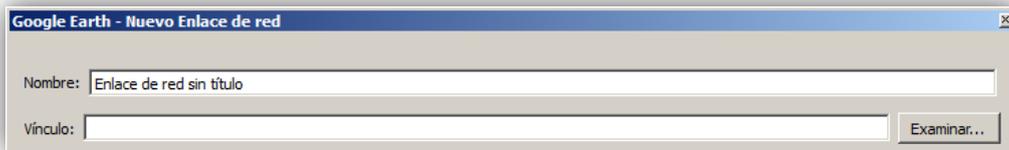
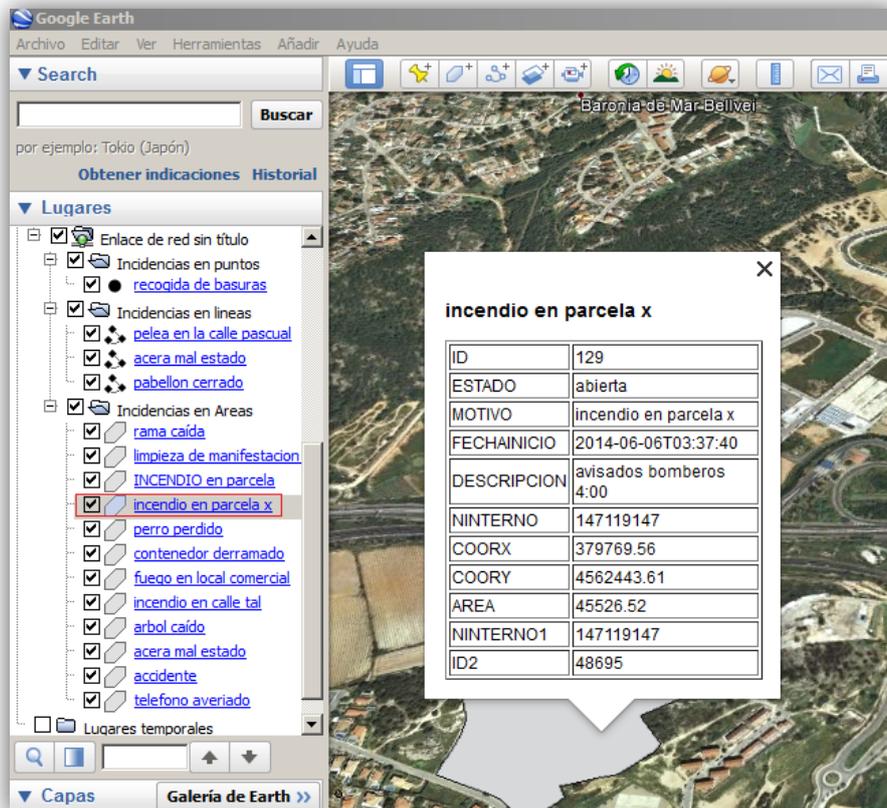


Figura 35: Visualización del archivo KML en Google Earth



6.2 Diseño técnico

6.2.1 Modelo de objetos y bibliotecas

Bibliotecas

Todos los objetos que se pueden automatizar en Geomedia tiene predefinidos unos métodos y unas propiedades (algunos también responden a eventos). Las bibliotecas que contienen esa información utilizadas para el desarrollo de esta aplicación son las siguientes:

Categoría de controles OLE:

MapView.tbl, se utiliza para modificar la ventana de mapa.

Categoría GDO:

GDO.tbl, se utiliza en conexiones a bases de datos y tratamiento de consultas.

Categoría Geomedia:

GeoMedia.tbl para manipulación de ventanas y de la interfaz Geomedia en general.

PClient.tbl se utiliza en *Queries* y conexiones.

PBasic.tbl para Geometrías y también como servidor de eventos.

PView.tbl se utiliza para modificar estilos, propiedades de objetos de la ventana de mapa, etc.

PDBPipe.tbl para crear una pipe y realizar operaciones con objetos.

PPipe.tbl para crear una pipe y realizar análisis avanzado de atributos de objetos.

Objetos:

Los objetos automatizados en Geomedia pertenecen a bibliotecas diferentes dependiendo de las necesidades del proyecto (conexión a base de datos, edición de ventana de mapa o entidades, etc). En la tabla siguiente se indican algunos objetos utilizados en este trabajo de fin de grado:

Objeto	Biblioteca
Application	Geomedia
Connection	PClient
EquijoinPipe	PDBPipe
DisplayedObjects	PView
OriginatingPipe	PClient
GeometryObject	PView
GField/s	GDO
PublishToCanvasService	PView
GMapView	MapViewLib
GRecordset	GDO
CoordSystem	PCSS
Legend	PView
LegendEntry/ies	PView
MapWindow	Geomedia
RecordObject	PView
OriginatingPipe	PPipe

El objeto que se crea automáticamente al usar el “Command Wizard” es el objeto aplicación que es la base para poder localizar la ventana de mapa de Geomedia.

6.2.2 Clases y funciones

Las clases que se van a utilizar son tres:

- ✓ Clase “Incidencias” .
- ✓ Clase “frmIncidencias” .
- ✓ Clase “FormCrear” .

Las dos primeras se crean automáticamente generando el comando con el “Command Wizard” de Visual Studio.

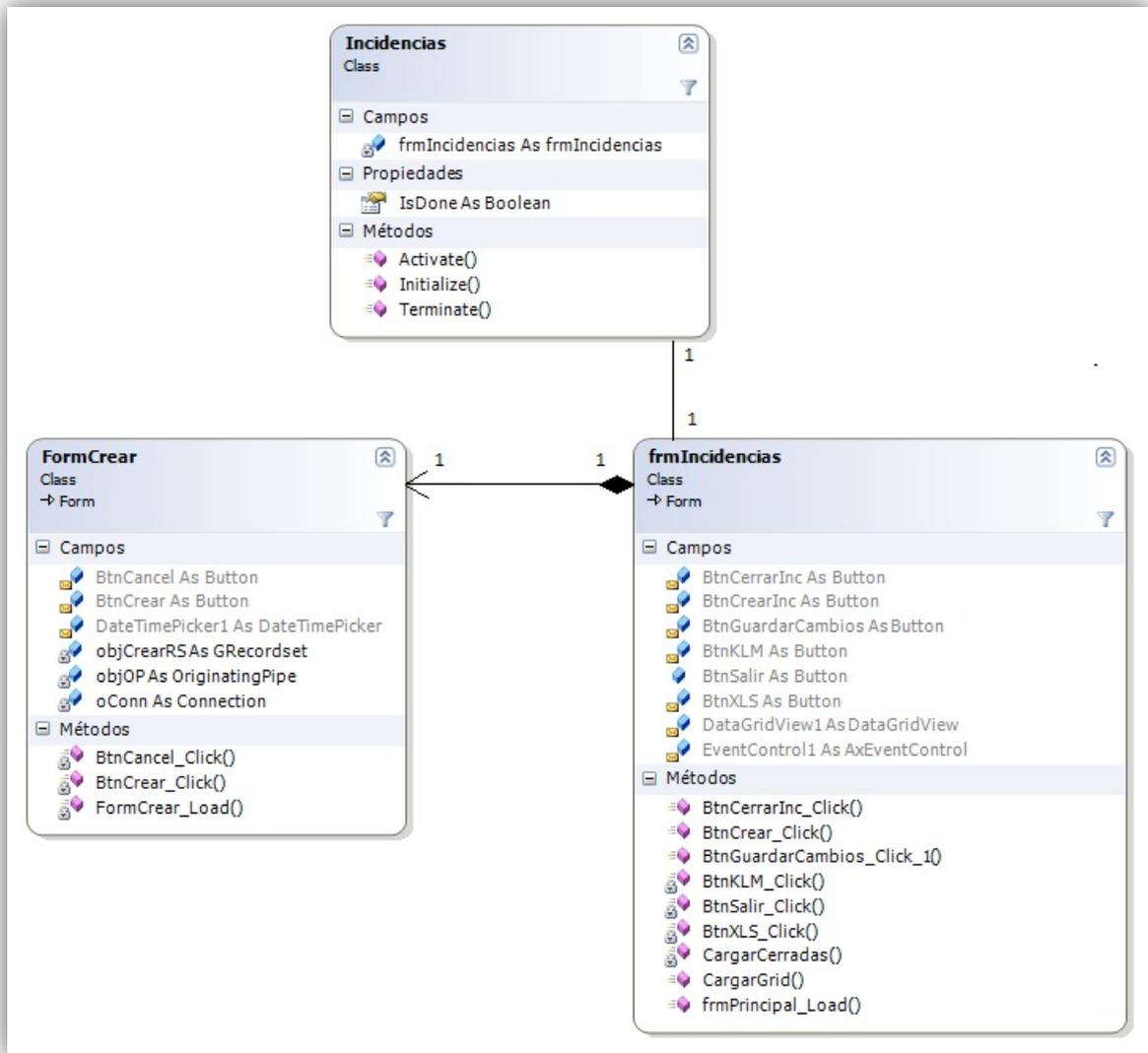
La clase “incidencias” generada para un comando modal tiene 3 métodos obligatorios públicos: Initialize, Activate y Terminate. El objeto aplicación se crea automáticamente dentro de esta clase.

La clase “frmIncidencias” incluye prácticamente todo el código funcional de la aplicación. Contiene una estructura *DataGridView*, con un acceso a la base de datos “Incidencias” a través de una conexión Microsoft ACE OLEDB 12.0, además incluye el código de los métodos de edición, borrado y visualización de incidencias, exportación del archivo KML e importación del archivo XLS.

La clase “FormCrear” incluye el código para la creación de incidencias y su inserción en la base de datos “Incidencias.mdb”.

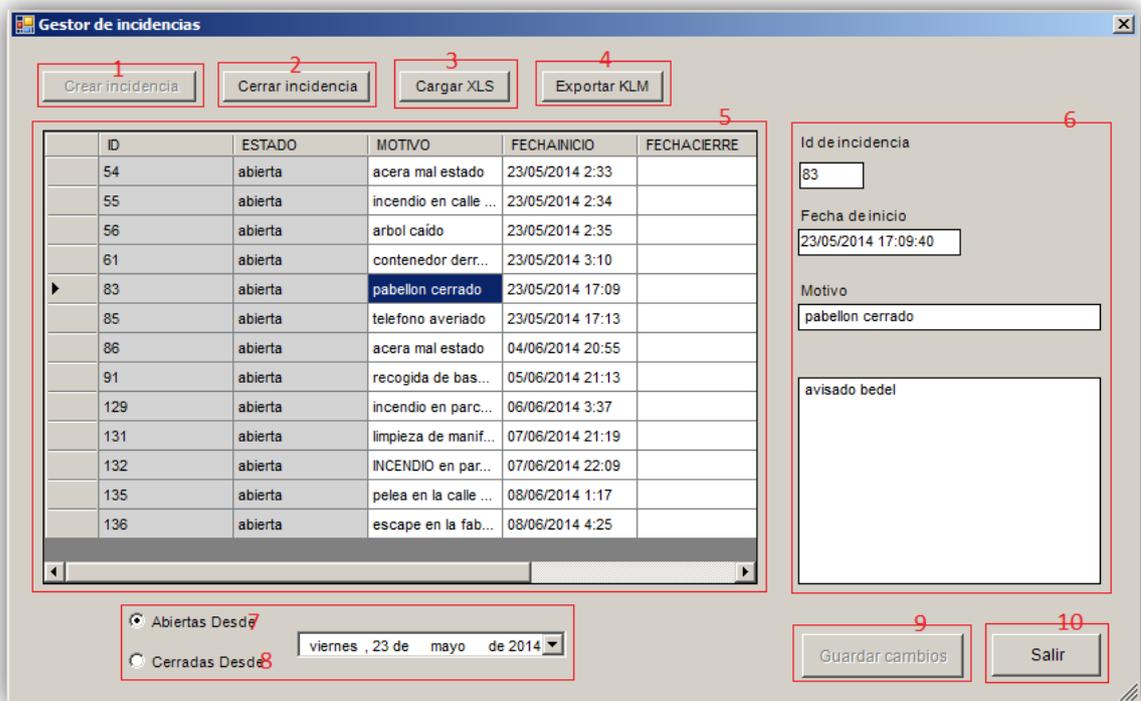
El diagrama simplificado de clases se muestra en la figura 36:

Figura 36: Diagrama de clases de la aplicación



6.3 Codificación de la información

Figura 37: Vista principal de la aplicación



Clase frmIncidencias

Cuando se accede al comando Gestor de Incidencias dentro del entorno Geomedia *frmIncidencias* es la clase que permite cargar la pantalla principal, el primer método de ésta es *frmPrincipal_Load*, dentro del cual se busca el mapa activo y se guarda en un *recordset* el objeto seleccionado por el usuario para poder ser tratado por la clase *FormCrear*. En el caso de no seleccionar ninguno objeto, el botón *crear incidencias* (1) permanecerá desactivado.

En este TFG, aparte de trabajar con los objetos Geomedia, también se ha desarrollado código en Visual .NET para poder tratar el *DataGridView* y la base de datos. A continuación se muestra parte del código que maneja los objetos Geomedia.

Figura 38: Método frmPrincipal_Load

```
'Buscar el mapa
Dim I As Integer
objwnds = gobjGeoApp.Windows
For I = 1 To objwnds.Count
    If objwnds.Item(I).Type = "MapWindow" Then
        'Conectarse al mapa
        GMMapView1 = objwnds.Item(I).MapView
    End If
Next

' Selected Object es un geometryObject, guardamos NINTERNO en memoria
If GMMapView1.MapViewSelectedObjects.Count = 1 Then
    Selected = GMMapView1.MapViewSelectedObjects.Item(1)
    objCrearRS = Selected.Recordset
    o = objCrearRS.GFields("NINTERNO").Value
End If
```

Método **BtnCrear_Click**: Pulsando el botón(1) se accede al formulario *FormCrear* para añadir la incidencia a la base de datos de incidencias, el botón utilizado es

Método **BtnCerrarInc_Click**: se utiliza para cerrar una incidencia seleccionada por el usuario dentro del DataGridView (5), el botón *cerrar incidencia* (2) mueve la incidencia a la tabla *histórico* y la elimina de la tabla *incidencias*.

Método **BtnGuardarCambios_Click**: Guarda los posibles cambios hechos por el usuario en el formulario de edición (6) pulsando el botón guardar cambios (9).

Para el filtrado de datos dentro del DataGridView (5) se utilizan dos métodos:

Método **CargarGrid** (7): Carga la tabla *Incidencias* de la base de datos *Incidencias*, si la variable de entrada es *true* carga todas las incidencias abiertas y en caso contrario filtra los datos mostrados a partir de la fecha indicada por el usuario. Cuando se accede por primera vez al comando siempre se muestran todas las incidencias abiertas sin ningún tipo de filtrado.

Método **CargarCerradas** (8): Carga la tabla *Histórico* de la base de datos *Incidencias*, si la variable de entrada es *true* carga todas las incidencias cerradas y en caso contrario filtra los datos mostrados a partir de la fecha indicada por el usuario.

Método **BtnXLS_Click**: Sirve para volcar los datos de un archivo Excel a la tabla *Incidencias* de la base de datos *Incidencia*. El usuario debe pulsar el botón 3 y la aplicación le pedirá el archivo a importar, si la operación finaliza con éxito se muestra un diálogo con el número de incidencias introducidas.

Método **BtnKLM_Click**: Este método se utiliza para exportar las incidencias de la tabla *incidencias* en formato KML. Cuando el usuario pulse el botón 4 la aplicación le pedirá la ubicación y el nombre del archivo KML, si el usuario introduce los datos el método calcula las relaciones y exporta el archivo a su destino. El método tiene varias partes diferenciadas:

- 1) Identificación de las bases de datos y tablas a tratar y creación de tuberías (Originatingpipes) hacia las bases de datos, hay 4 pipes en total hacia las siguientes tablas: Incidencias, Areas, líneas y puntos, el resultado se muestra en la figura 39.

Figura 39: Método BtnKLM_Click, creación de pipes

```
'Conexión a BBDD Incidencias
oCartConn = gobjGeoApp.Document.Connections(1)
oIncConn = gobjGeoApp.Document.Connections(2)

' Creación de originatingPIPES a cada tipo de entidad
oIncConn.CreateOriginatingPipe(oIncPipe) 'INCIDENCIAS
With oIncPipe
    .Table = "INCIDENCIAS"
    .GeometryFieldName = "Geometry"
End With
Try
    oRSInner1 = oIncPipe.OutputRecordset

Catch ex As Exception
    'error.
    MsgBox("Error, no hay incidencias abiertas " & ex.Message)
End Try

oCartConn.CreateOriginatingPipe(oPolPipe) 'AREAS
oPolPipe.Table = "CONST"
oPolPipe.GeometryFieldName = "Geometry"
oRSInner2 = oPolPipe.OutputRecordset

oCartConn.CreateOriginatingPipe(oLinPipe) 'LINEAS
oLinPipe.Table = "EJE"
oLinPipe.GeometryFieldName = "Geometry"
oRSInner3 = oLinPipe.OutputRecordset

oCartConn.CreateOriginatingPipe(oPuntPipe) 'PUNTOS
oPuntPipe.Table = "ELEMPUN"
oPuntPipe.GeometryFieldName = "Geometry"
oRSInner4 = oPuntPipe.OutputRecordset
```

- 2) Análisis de datos: Se ejecutan 3 relaciones internas contrastando por NINTERNO, que es el identificador único del Catastro. En las relaciones internas se crea una única entidad con todos los atributos de las dos clases, que serán las capas que exportaremos al formato KML.

Figura 40: Método BtnKLM_Click, análisis de datos

```
'creación de EquijoinPipe
objJoinPipePol = CreateObject("GeoMedia.Equijoinpipe")
objJoinPipeLin = CreateObject("GeoMedia.Equijoinpipe")
objJoinPipePunt = CreateObject("GeoMedia.Equijoinpipe")

'Relacion Inner por NINTERNO
sJoinFields(0, 0) = "NINTERNO"
sJoinFields(1, 0) = "NINTERNO"

'EJECUCION DE LA RELACION INTERNA
With objJoinPipePol      'EQUIJOIN DE AREAS
  ' el tipo default es inner join
  .JoinFieldNames = sJoinFields
  .LeftRecordset = oRSInner1
  .RightRecordset = oRSInner2
End With
oRSOutput2 = objJoinPipePol.OutputRecordset

With objJoinPipeLin 'EQUIJOIN DE LINEAS
  .JoinFieldNames = sJoinFields
  .LeftRecordset = oRSInner1
  .RightRecordset = oRSInner3
End With
oRSOutput3 = objJoinPipeLin.OutputRecordset

With objJoinPipePunt      'EQUIJOIN DE PUNTOS
  .JoinFieldNames = sJoinFields
  .LeftRecordset = oRSInner1
  .RightRecordset = oRSInner4
End With
oRSOutput4 = objJoinPipePunt.OutputRecordset
```

- 3) Definición de una nueva leyenda que contenga los datos relacionados en el paso anterior. Se tiene que definir también, un estilo de leyenda y las entradas de leyenda que en este caso son las 3 relaciones anteriormente calculadas.

Figura 41: Método BtnKLM_Click, definir nuevas entradas de leyenda

```
'estilo de la leyenda
Dim objStyle As PView.StyleDefinition = Nothing
Dim objStyleServ As New PView.StyleService
objStyleServ.GetStyle("Compound Style", objStyle)

'creamos leyenda de la relacion interna CONST con incidencias
objPolLEG = CreateObject("Geomedia.LegendEntry")      'POL
With objPolLEG
    .InputRecordset = oRSOutput2
    .Title = "Incidencias en Areas"
    .Style = objStyle
    .GeometryFieldName = "Geometry"
End With

'creamos leyenda de la relacion interna EJE con incidencias
objLinLEG = CreateObject("Geomedia.LegendEntry")      'LIN
With objLinLEG
    .InputRecordset = oRSOutput3
    .Title = "Incidencias en lineas"
    .Style = objStyle
    .GeometryFieldName = "Geometry"
End With

'creamos leyenda de la relacion interna ELEMPUN con incidencias
objPuntLEG = CreateObject("Geomedia.LegendEntry")     'PUNT
With objPuntLEG
    .InputRecordset = oRSOutput4
    .Title = "Incidencias en puntos"
    .Style = objStyle
    .GeometryFieldName = "Geometry"
End With
```

- 4) Creación de la nueva ventana de mapa y del objeto leyenda que contendrá las entradas de leyenda del apartado 4.

Para el archivo KML pueda exportarse, hay que añadir 2 atributos a las entradas de leyenda. El primero es el atributo *"KMLPublishAttributes"* que indica que se quieren exportar todos los atributos de las entidades, el segundo es *"KMLFeatureName"* y sirve para indicar un nombre de cabecera para cada entidad exportada y visualizarla en Google Earth.

Figura 42: Método BtnKLM_Click, creación de una nueva ventana de mapa

```
' Creamos nueva ventana de mapa (2)
mapWind = gobjGeoApp.Document.NewMapWindow()
Dim i As Integer
For i = 2 To objwnds.Count
    If objwnds.Item(i).Type = "MapWindow" Then
        mapWind = objwnds.Item(i)
        GMMapView2 = objwnds.Item(i).MapView
    End If
Next

' Creamos nueva leyenda y la añadimos a la nueva ventana de mapa
Dim LegGMV2 As PView.Legend
LegGMV2 = GMMapView2.Legend

' Creamos la propiedad GMProperty para añadir el atributo "KML"
' y así poder publicar los atributos en Google Earth. Geomedia
Dim theProp As PDBPipe.GMProperty
theProp = CreateObject("GeoMedia.GMProperty")
theProp.Name = "KMLPublishAttributes"
theProp.Value = True

' Añadimos la propiedad "KMLPublishAttributes" a las 3 entradas
objPolLEG.PropertySet.Append(theProp)
objLinLEG.PropertySet.Append(theProp)
objPuntLEG.PropertySet.Append(theProp)

' Creamos la propiedad GMProperty para añadir el atributo "KML"
' y así poner nombre a cada entidad a publicar en el archivo KML
Dim theProp1 As PDBPipe.GMProperty
Dim objFA As PDBPipe.FunctionalAttribute
theProp1 = CreateObject("GeoMedia.GMProperty")
objFA = CreateObject("GeoMedia.FunctionalAttribute")

objFA.Expression = "MOTIVO"
theProp1.Name = "KMLFeatureName"
theProp1.Value = objFA
```

```
'Añadimos la propiedad "KMLFeatureName" a las 3 entradas de leyenda
objPolLEG.PropertySet.Append(theProp1)
objLinLEG.PropertySet.Append(theProp1)
objPuntLEG.PropertySet.Append(theProp1)

'Añadimos las entradas de leyenda a la leyenda principal
LegGMV2.LegendEntries.Append(objPolLEG)
LegGMV2.LegendEntries.Append(objLinLEG)
LegGMV2.LegendEntries.Append(objPuntLEG)

'Cargamos los datos de las entradas de leyenda y ajustamos mapa
objPolLEG.LoadData ()
objLinLEG.LoadData ()
objPuntLEG.LoadData ()

GMapView2.Fit ()
```

- 5) Por último hay que establecer las propiedades del objeto para poder exportarlo

Figura 43: Método BtnKLM_Click, creación de una nueva ventana de mapa

```
Dim kmlExtension As String
kmlExtension = ".kml"

Try

    Dim Coord As PCS.S.CoordSystem
    Coord = gobjGeoApp.Document.CoordSystemsMgr.CoordSystem
    With sKML
        .CanvasType = "kml"
        .InputCoordSystem = Coord
        .InputLegend = LegGMV2
        .OutputDataTarget = SaveFileDialog1.FileName & kmlExtension
    End With
    sKML.Execute ()

Catch ex As Exception
    'error.
    MsgBox("Error configurando KML: " & ex.Message)
End Try

Try
    sKML.Execute ()
    MsgBox("KML exportado correctamente")
End Try
```

Clase FormCrear

La clase *FormCrear* alberga el formulario de creación de incidencias. Cuando el usuario ha seleccionado una entidad en el mapa y ha accedido al comando, puede pulsar el botón 1 para crear una incidencia. El método *FormCrear_Load* añadirá una nueva a la tabla *Incidencias* de la base de datos *Incidencias*

Figura 44: Método *FormCrear_Load*, inserción de recordset en la tabla *incidencias*

```
'Conexión a la base de datos de incidencias, tabla incidencias
oConn = gobjGeoApp.Document.Connections(2)
oConn.CreateOriginatingPipe(objOP)
objOP.Table = "INCIDENCIAS"
objCrearRS = objOP.OutputRecordset
objOP = Nothing

'Guardamos los valores iniciales
If objCrearRS.Updatable Then
    objCrearRS.AddNew()
    objCrearRS.GFields("ESTADO").Value = "abierta"
    objCrearRS.GFields("FECHAINICIO").Value = DateTime.Now
    objCrearRS.GFields("NINTERNO").Value = 0
Else
    MsgBox("Error creando incidencia")
End If
```

7. Conclusiones

En este apartado se explicarán las conclusiones derivadas de la realización de este proyecto.

En primer lugar, el trabajo se presenta con una breve introducción de los conceptos teóricos necesarios para comprender la estructura del proyecto, desde los conceptos básicos de información geográfica hasta nociones básicas del formato KML. Para ello he recopilado información de una gran variedad de fuentes actualizadas, como los datos de la Agencia Espacial Europea, y he redactado los conceptos para que tuvieran cierta continuidad. El objetivo de esta parte del proyecto es que sea una lectura amena y accesible para cualquier persona.

En segundo lugar, se explica qué elementos van a formar parte del desarrollo del proyecto: Geomedia 6.1 y Visual Studio. El primer problema que encontré en la realización de este trabajo era el desconocimiento del entorno Visual Studio y del lenguaje Visual .NET. La elección del entorno Visual Studio 2005 se hizo atendiendo a la recomendación de compatibilidad entre ambas versiones, lo que podría evitar problemas en el desarrollo.

En tercer lugar, se preparó el entorno de trabajo Geomedia. Para la búsqueda de la cartografía hubo una selección entre varias fuentes y se probaron dentro del entorno, incluso incluyendo directamente formatos ráster como complemento, pero ralentizaban mucho la navegación. Se pensó en utilizar servidores WFS vectoriales, pero las pruebas no fueron satisfactorias, al final se optó por la fuente más extendida, como es la Dirección General del Catastro.

En cuarto lugar, había que diseñar la aplicación que solventara la problemática propuesta. Aprender el entorno Visual Studio, el lenguaje Visual.NET y estudiar los objetos Geomedia en un tiempo tan limitado ha consumido muchas horas del esquema previsto, bastantes veces me ha faltado información sobre los métodos u objetos Geomedia, que tampoco he encontrado en ninguna otra parte de la red, no hay por dónde empezar. Una vez conseguido el acceso a los foros privados de Intergraph mejora la documentación, pero el comienzo es bastante complicado.

Por último, comentar el producto final del trabajo que es la propia aplicación. El desarrollo es bastante sencillo y siempre es mejorable, una vez vas conociendo los objetos, métodos y eventos, vas dándote cuenta del enorme potencial del software SIG y de las posibilidades que ofrece. El diseño de las bases de datos y las propias funcionalidades pueden adaptarse de diferentes modos dentro del software SIG, externa o internamente, además de poder manejar directamente los objetos creando aplicaciones personalizadas externas a Geomedia, en definitiva, un control total el entorno, un programa completamente personalizable.

Los conocimientos adquiridos en este trabajo de fin de grado son bastante completos, por un lado he perfeccionado las capacidades comunicativas, organizativas y de planificación de tareas, por otro, he conocido un nuevo lenguaje y cómo funciona la automatización de objetos. Lo aprendido en este proyecto va más allá de lo desarrollado en estas líneas y creo que ha sido una experiencia muy positiva y enriquecedora.

8. Figuras

Figura 1: Superposición de tareas e hitos	7
Figura 2: Diagrama de Gantt	8
Figura 3: Geoide	9
Figura 4: Coordenadas geográficas	11
Figura 5: Coordenadas cartesianas	11
Figura 6: Coordenadas proyectadas.....	12
Figura 7: Proyección cónica.....	12
Figura 8: Proyección cilíndrica.....	13
Figura 9: Proyección plana	13
Figura 10: Proyección UTM	15
Figura 11: Huso UTM.....	15
Figura 12: Datos ráster	17
Figura 13: Datos vectoriales	17
Figura 14: Elementos de un formato KML	19
Figura 15: Usos KLM	20
Figura 16: Tipos de conexión a almacén en Geomedia.....	21
Figura 17: Menú análisis en Geomedia.....	22
Figura 18: Objetos automatizados en Geomedia.....	23
Figura 19: Creación del comando con Command Wizard	24
Figura 20: Personalizar el menú Geomedia	27
Figura 21: Adición del comando al menú Geomedia	28
Figura 22: Ejemplo de descarga de datos vectoriales en la página web del Catastro.	29
Figura 24: Espacio de trabajo Geomedia con la cartografía del Catastro	30
Figura 25: Espacio de trabajo Geomedia del TFG	31
Figura 26: Base de datos en la nube	32
Figura 27: Bases de datos del proyecto	33
Figura 28: Relación de casos de uso y casos de prueba	35
Figura 29: Diagrama de actividades	36
Figura 30: Icono de la aplicación	36
Figura 31: Ventana principal de la aplicación	37
Figura 32: Formulario de creación	37
Figura 33: Pantalla principal de Google Earth.....	38
Figura 34: Selección de archivo KML en Google Earth.....	38
Figura 35: Visualización del archivo KML en Google Earth	38
Figura 36: Diagrama de clases de la aplicación.....	41
Figura 37: Vista principal de la aplicación	42
Figura 38: Método frmPrincipal_Load	43
Figura 39: Método BtnKLM_Click, creación de pipes	44
Figura 40: Método BtnKLM_Click, análisis de datos	45
Figura 41: Método BtnKLM_Click, definir nuevas entradas de leyenda	46
Figura 42: Método BtnKLM_Click, creación de una nueva ventana de mapa	47
Figura 43: Método BtnKLM_Click, creación de una nueva ventana de mapa	48

Figura 44: Método FormCrear_Load, inserción de recordset en la tabla incidencias49

9. Referencias y bibliografía

Codigofacilito. Tutorial Visual Basic .NET. [En línea]. <http://codigofacilito.com/cursos/vb-net> [fecha de consulta: mayo 2014].

Colaboradores de Wikipedia. *Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator*. [En línea]. [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas_universal_transversal_de_Mercator) [fecha de consulta: marzo 2014].

Colaboradores de Wikipedia. *Sistema de información geográfica*. [En línea]. [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema de Información Geográfica](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci3n_Geogr3fica) [fecha de consulta: marzo 2014].

Colaboradores de Wikipedia. *Microsoft Visual Studio*. [En línea]. [http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft Visual Studio](http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio) [fecha de consulta: marzo 2014].

Dirección General del Catastro. *Servicio WMS por capas*. [En línea]. http://www.catastro.meh.es/documentos/nuevowms_porcapas.pdf [fecha de consulta: marzo 2014].

Euronews (en español). Euronews space : El poder de la fuerza de la gravedad en la Tierra. [En línea]. <https://www.youtube.com/watch?v=nBWW9tiwmNY>

Foro.vb. Foro de discusión. [En línea]. <http://www.foro.vb-mundo.com> [fecha de consulta: mayo 2014]

Fundamentals of GeoMedia Development Part I. [En línea]. <http://es.scribd.com/doc/134186516/Customizing-Geomedia> [fecha de consulta: marzo 2014].

Gabriel Ortiz. Foro de discusión. [En línea]. <http://foro.gabrielortiz.com/index.asp> [fecha de consulta: mayo 2014]

Geomedia Latino. Foro de discusión. [En línea]. https://mx.groups.yahoo.com/neo/groups/geomedia_latino/conversations/messages [fecha de consulta: mayo 2014]

Google. Descripción general del uso de KML en la API de Google Earth. [En línea]. <https://developers.google.com/earth/articles/earthapikml?hl=es> [fecha de consulta: mayo 2014]

Intergraph (2011). *Geomedia profesional Object Reference* [Ayuda Geomedia].

Intergraph (2011). *Building on the GeoMedia Professional Engine* [Ayuda Geomedia].

Intergraph (2008). *Manual del usuario Geomedia Professional*. [En línea]. <http://es.scribd.com/doc/173230448/Manual-Geomedia> [fecha de consulta: marzo 2014].

SoloVB.Net. Foro de discusión. [En línea]. <http://www.solovb.net> [fecha de consulta: mayo 2014]

Support Intergraph. Foro de discusión. [En línea]. <https://sgisupport.intergraph.com/infocenter> [fecha de consulta: mayo 2014]

Support Intergraph. Foro de discusión. [En línea].
<http://www.intergraphforums.com/support/forum> [fecha de consulta: mayo 2014]

UOC (2014). *SIG i Geotelemàtica*. [Editorial UOC].

10. Glosario

Almacén Geomedia: Contenedor de datos. Un almacén guarda la información geométrica (gráfica) y de atributos (no gráfica). GeoMedia Professional establece conexiones a almacenes para poder acceder a información de SIG.

Cartografía: Ciencia que trata sobre la concepción, producción, difusión y estudio de los mapas.

Capa de datos: Organización de varias entidades en un sólo elemento.

Control OLE: En los programas de aplicación de Microsoft Windows, OLE Automation es un mecanismo formal de comunicación entre procesos basado en COM. Facilita una infraestructura que permite que aplicaciones llamadas automation controllers puedan acceder, manipular y compartir automation objects (por ejemplo, propiedades o métodos de otras aplicaciones).

Coordenadas geográficas: Sistema de referencia que utiliza las dos coordenadas angulares, latitud (Norte y Sur) y longitud (Este y Oeste) y sirve para determinar los laterales de la superficie terrestre.

Dato ráster: Imagen en mapa de bits.

Dato vectorial: Dato representados mediante formas geométricas (puntos, líneas o polígonos).

Datum geodésico: Conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre, determina el punto de tangencia común entre el geoide y el elipsoide fijando un punto en el espacio tridimensional de referencia.

Elipsoide de referencia: Elipsoide que se utiliza como un marco de referencia en cálculos geodésicos. Se utiliza para facilitar los cálculos con ecuaciones matemáticas.

Escala: Relación matemática que existe entre las dimensiones reales y las del dibujo que representa la realidad sobre un plano o un mapa. Es la relación de proporción que existe entre las medidas de un mapa con las originales.

Entidad: Cada elemento o grupo de elementos que forman parte de la ventana de mapa.

Almacenamiento en la nube: Modelo de almacenamiento de datos basado en redes, donde los datos están alojados en espacios de almacenamiento virtualizados.

Geodesia: Ciencia que estudia las dimensiones, la forma y el campo gravitatorio de la Tierra respecto al tiempo.

Geoide: Representación física de la gravedad de la Tierra.

Georreferenciación: Posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado.

GeoWorkSpace: Espacio de trabajo en Geomedia.

Huso: Cada una de las veinticuatro áreas en que se divide la Tierra, siguiendo la misma definición de tiempo cronométrico.

Latitud: Distancia angular entre la línea ecuatorial (el ecuador), y un punto determinado de la Tierra, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto. Según el hemisferio en el que se sitúe el punto, puede ser latitud norte o sur.

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

Meridiano: Semicírculos máximos del globo terrestre que pasan por los polos norte y sur, son líneas imaginarias las cuales sirven para calcular el huso horario.

Ortofoto: Presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones.

Paralelos:

Proyección geográfica: Sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla.

UTM: Sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano.

Acrónimos

ACA: Asociación Cartográfica internacional

BBDD: Base de datos

GML: Geography Markup Language

GOCE: Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer

CAD: Computer Aided Design

ED50: European Datum 1950

ETRS89: European Terrestrial Reference System 1989

KML: Keyhole Markup Language

SIG: Sistemas de Información geográfica

WFS: Web Feature Service

WMS: Web Map Service