

# Creación de un sistema de gestión de averías en un Sistema de Información Geográfica de distribución de aguas creado con Geomedia Public Works

## MEMORIA

**Alumno:** Óscar Francés Luesma  
**Consultor:** Antoni Pérez Navarro  
*Universitat Oberta de Catalunya*  
*Enginyeria Informàtica*  
Curso 2005-06 (noviembre)  
22 de diciembre de 2005



**Gracias a todos  
los que me han  
ayudado en la  
elaboración del  
proyecto, en  
especial a *Mada*  
y a *Carlos***



## RESUMEN

---

Administrar las acciones que se desarrollan en un territorio determinado constituye una tarea muy compleja. En este sentido, identificar las variables que intervienen en el proceso de administración, permite conocer una parte del problema, paralelamente resulta imprescindible comprender y analizar las interrelaciones que existen entre esas variables. De este modo es posible construir no sólo el escenario de comportamiento en un momento dado, sino simular comportamientos posibles, deseados o no, para conducir la gestión en el sentido deseado; o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones imprevistas.

La tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituye en este sentido una de las herramientas adecuadas de manejo de información, ya que al usar el modelo de base de datos georrelacional se asocia un conjunto de información gráfica en forma de planos o mapas a bases de datos digitales.

El objetivo de este documento será desarrollar, progresivamente desde aspectos genéricos hasta el detalle, la realización práctica requerida en la elaboración del SIG.

- La primera parte explica los conceptos teóricos básicos en los que se basa un SIG, avanzando hasta descubrir un SIG comercial llamado *Geomedia Professional*.
- La segunda parte explica, porque no es suficiente *Geomedia Professional* para resolver las necesidades de un SIG en un sistema de gestión de aguas, y se crea una plataforma de desarrollo introduciendo una extensión al programa denominada *Geomedia Public Works*. Por otro lado expone el trabajo práctico, mostrando el desarrollo de la aplicación sobre dicha plataforma.

El trabajo práctico parte de la definición de objetivos, y mediante el desarrollo de la aplicación, concluye en la síntesis confirmando el íntegro cumplimiento de los objetivos iniciales. El desarrollo de la aplicación se compone principalmente de los siguientes pasos: implementación de información gráfica, creación de bases de datos alfanuméricas, realización de consultas y elaboración de un comando.

Finalmente, el capítulo “Resultados y conclusiones” realiza una valoración del proyecto, de la utilidad de los SIG en general y de *Geomedia Professional* en particular. Destacando como principal conclusión, el resultado obtenido a través del trabajo práctico, es decir, la posibilidad de optimizar la gestión de averías en una red de aguas, mediante el desarrollo de una aplicación sobre *Geomedia Public Works*.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ÍNDICE.....	2
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJETIVOS .....	5
1.2 ESTRUCTURA .....	6
1.3 RELACIÓN DE ACTIVIDADES E HITOS.....	6
1.3.1 Lanzamiento del proyecto.....	6
1.3.2 Planificación del proyecto.....	6
1.3.3 Preparación de la PAC 2 .....	6
1.3.4 Preparación de la PAC 3 .....	8
1.3.5 Memoria y presentación .....	9
1.3.6 Cierre del proyecto .....	9
1.4 ANÁLISIS DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA .....	10
1.4.1 Calendario del trabajo.....	10
1.5 HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO .....	11
<b>2 ¿QUÉ ES UN SIG?.....</b>	<b>12</b>
2.1 DEFINICIONES DE SIG .....	12
2.2 COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS .....	12
2.2.1 Diferencia entre sistemas CAD [def:02_01] y SIG .....	13
2.2.2 Diferencia entre sistemas de base de datos y SIG .....	13
2.3 FUNCIONES DE LOS SIG .....	13
2.4 COMPONENTES DE UN SIG .....	14
2.4.1 Datos. Cartografía [def:02_03] y modelo de datos .....	14
2.4.2 Aplicaciones.....	14
<b>3 CONCEPTOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA.....</b>	<b>16</b>
3.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS .....	16
3.1.1 Forma de la Tierra .....	16
3.1.2 Meridianos [def:03_04] y paralelos [def:03_05].....	17
3.1.3 Longitud [def:03_06] y latitud [def:03_07].....	18
3.1.4 Coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM [def:03_09]).....	18
3.2 CONCEPTOS GEODÉSICOS .....	20
3.2.1 Elipsoide [def:03_02] de referencia .....	20
3.2.2 Datum [def:03_12].....	20
3.3 PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS, REDUCCIÓN Y PROYECCIÓN .....	21
3.3.1 Reducción.....	21
3.3.2 Proyección en el plano .....	22
<b>4 FORMATOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....</b>	<b>26</b>
4.1 FORMATO RASTER [DEF:02_04].....	26
4.1.1 Almacenamiento .....	26
4.1.2 Tipos de formatos raster [def:02_04].....	27
4.2 FORMATO VECTORIAL [DEF:02_05] [04_01] .....	28
4.2.1 Almacenamiento .....	28
4.2.2 Tipos de formatos vectoriales [def:02_05].....	29
4.3 RASTER VS VECTORIAL .....	29
<b>5 GEOMEDIA PROFESSIONAL [DEF:05_01] 5.2 [05_01].....</b>	<b>31</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS .....	31
5.1.1 Geoworkspace [def:05_02].....	32
5.1.2 Almacén de datos .....	33
5.1.3 Clases de entidad y entidades.....	34

5.2	REGISTRO Y VALIDACIÓN DE DATOS .....	35
5.3	ANÁLISIS DE DATOS (CONSULTAS CON FILTROS DE ATRIBUTOS Y ESPACIALES) .....	36
5.3.1	Consultas con filtros de atributos .....	36
5.3.2	Consultas espaciales .....	36
5.4	VENTANAS .....	36
5.4.1	Ventana de mapa .....	37
5.4.2	Ventana de datos .....	40
5.4.3	Ventana de composición .....	40
5.5	METADATOS [DEF:05_03] .....	40
5.6	NECESIDADES DE UN SIG DE AGUAS .....	40
5.7	LIMITACIONES DE <i>GEOMEDIA PROFESSIONAL</i> .....	41
5.8	OTROS PRODUCTOS <i>GEOMEDIA</i> .....	41
<b>6</b>	<b>GEOMEDIA PUBLIC WORKS [DEF:06_01][06_01] .....</b>	<b>42</b>
6.1	CARACTERÍSTICAS .....	42
6.2	DATOS DE ENTRADA Y EDICIÓN .....	43
6.2.1	Gestor de asociaciones .....	43
6.2.2	Asociar objetos .....	43
6.2.3	Asociar clases de objetos .....	44
6.2.4	Validar clases de objetos .....	44
6.2.5	Añadir objetos .....	45
6.2.6	Comandos de edición .....	45
6.2.7	Selección de objetos por selección poligonal .....	46
6.2.8	Localizar objetos por <i>query</i> [def:06_05] .....	46
6.3	SEGUIMIENTO DE LA RED .....	46
6.3.1	Definir el seguimiento de la red .....	46
6.3.2	Ejecutar el seguimiento de la red .....	47
6.4	ACOTACIONES .....	48
6.4.1	Componentes de las acotaciones .....	48
6.4.2	Tipos de acotaciones .....	48
6.4.3	Configurar dimensiones .....	50
6.4.4	Insertar dimensiones .....	50
6.5	OPCIONES DEL MENÚ .....	50
<b>7</b>	<b>TRABAJO PRÁCTICO .....</b>	<b>52</b>
7.1	CICLO DEL AGUA [07_05] .....	52
7.2	SIG DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS .....	53
7.2.1	Selección de la cartografía .....	53
7.2.2	Conversión de la cartografía a <i>Oracle</i> [def:07_01] .....	55
7.2.3	Realización de la leyenda .....	58
7.2.4	Preparar <i>Oracle</i> para el modelo AFM [def:06_02] .....	59
7.2.5	Traslación de la información del modelo de datos del sistema gestor de aguas .....	59
7.2.6	Diseño de la base de datos .....	61
7.3	SISTEMA DE GESTIÓN DE AVERÍAS .....	71
7.3.1	Implementación del comando en Visual Basic .....	71
7.4	SÍNTESIS DEL TRABAJO .....	75
<b>8</b>	<b>VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>77</b>
8.1	INVERSIONES INICIALES .....	77
8.2	REALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	77
8.3	PUESTA EN MARCHA .....	78
8.4	MANTENIMIENTO .....	78
8.5	INFORME .....	78
<b>9</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>80</b>
9.1	RESULTADOS .....	80
9.2	CONCLUSIONES .....	80
9.3	AMPLIACIONES FUTURAS .....	80

<b>10</b>	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>81</b>
<b>11</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>86</b>



## 1 INTRODUCCIÓN

Un Sistema de Información Geográfico (SIG, ver [2.1](#)) [[01\\_01](#)] es un conjunto de programas de computación, máquinas y procesos, que tiene capacidad de almacenar, organizar, analizar y presentar datos espaciales. Aquellos datos que tengan referencias geográficas (ej. número de contadores de agua situados en una zona geográfica, cierre de válvulas más cercanas a una avería...) pueden ser incorporados a un SIG, para luego ser analizados en busca de "patrones" espaciales que expliquen su distribución en el territorio. Mediante el SIG se representa la información en mapas o coberturas temáticas que permiten la visualización, mejor comprensión y por tanto, un análisis integrado de los datos originales.

Este proyecto tiene por objeto realizar un SIG de gestión de aguas, para su consecución será necesario desarrollar un **trabajo práctico** y paralelamente la **memoria** que plasme el proceso de realización.

El *trabajo práctico* implementa un SIG de distribución de aguas (ver [7.2](#)), y desarrolla un sistema de gestión de averías (ver [7.3](#)) capaz de administrar sobre el SIG de distribución implementado (ver [Figura 1.0](#)), el ciclo de vida de una avería. El sistema informático podrá guardar toda la información generada para posteriores históricos y necesidades.

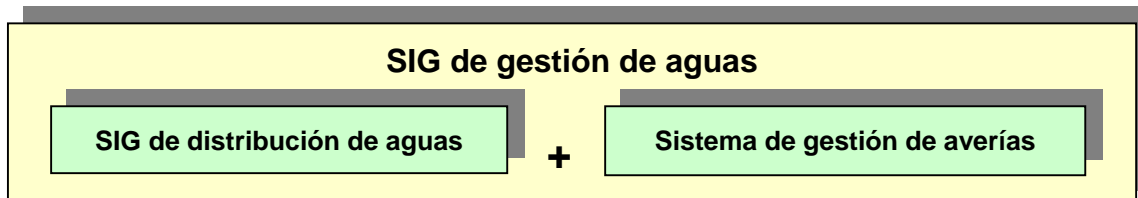


Figura 1.0. SIG de gestión de aguas

La *memoria* plasma el proceso de realización del SIG de gestión de aguas, y está dividida en cuatro partes; en la primera (ver [2](#), [3](#) y [4](#)) se tratan los conceptos básicos en los que se basa un SIG. En la segunda (ver [5](#) y [6](#)) se explican las herramientas sobre las que se va a implementar el SIG. En la tercera (ver [7](#)) se explica el trabajo práctico, es decir, la realización del sistema gestor de aguas. Finalmente, en la última (ver [8](#) y [9](#)) se aborda la valoración económica del proyecto, los resultados y las conclusiones.

### 1.1 OBJETIVOS

El objetivo de esta asignatura es la realización de un trabajo de síntesis de los conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas de Ingeniería Informática. Para ello será necesario enlazar muchos de esos conocimientos e investigar sobre los Sistemas de Información Geográfica (SIG, ver [2.1](#)) que no fueron tratados en el plan de estudios.

Estos objetivos se concretan en:

- Analizar un problema complejo de tipo práctico transformándolo en un proyecto informático
- Planificar y estructurar el desarrollo del proyecto mediante la elaboración de un plan de trabajo aplicando la metodología adecuada.
- Trabajar a fondo los aspectos formales del desarrollo de proyectos.
- Sintetizar una solución viable y realista al problema propuesto.
- Elaborar una memoria del proyecto según una estructura prefijada.
- Elaborar una presentación del desarrollo y resultados finales del proyecto

Se han visto los objetivos generales de cualquier proyecto, los objetivos de este proyecto final de carrera son:

- Obtener un conocimiento básico de cómo son y cómo funcionan los SIG (Sistema de Información Geográfica, también conocido como GIS, las siglas en inglés, ver [2.1](#)).
- Conocer el funcionamiento del programa *Geomedia Profesional* [[def:05\\_01](#)] 5.2. Aprender a modelar datos de información geográfica para utilizarlos en el programa de *Geomedia*.
- Detectar las limitaciones de *Geomedia Profesional* 5.2 respecto a un SIG (ver [2.1](#)) aplicado a un sistema de distribución de aguas.

- Ver cómo las funcionalidades de *Geomedia Public Works* [def:06\_01] resuelven estas limitaciones.
- Diseñar un modelo de datos SIG (ver 2.1) que represente el problema planteado e implementarlo con un sistema gestor de bases de datos.
- Diseñar y desarrollar un sistema de gestión de averías para el sistema de distribución de aguas sobre el modelo de datos del SIG (ver 2.1) anteriormente construido.

## 1.2 ESTRUCTURA

La memoria está estructurada en diferentes apartados:

**Resumen:** Resumen de la memoria.

**Índice:** Índice de referencias a cualquier capítulo.

1. **Introducción:** Está formado básicamente por el plan de trabajo. En éste se encuentra una descripción del proyecto además de los objetivos y la planificación de otros temas.
2. **¿Qué es un SIG?:** Información sobre los conceptos básicos de un SIG. Además se comparan con otros sistemas existentes.
3. **Conceptos básicos de cartografía:** Se establecen los conceptos básicos de cartografía [def:02\_03] para trabajar con ella desde un SIG.
4. **Formatos de información geográfica:** Análisis de las características de los diferentes formatos de información geográfica.
5. **Geomedia professional [def:05\_01] 5.2** [05\_01]: Análisis de las características de *Geomedia Professional* 5.2.
6. **Geomedia Public Works [def:06\_01][06\_01]:** Análisis de las características de *Geomedia Public Works* [def:06\_01] y los motivos que lo hacen necesario para el proyecto.
7. **Trabajo práctico:** Características y detalle del trabajo práctico.
8. **Valoración económica:** Cálculo del coste del proyecto.
9. **Resultados y conclusiones:** Análisis de resultados y extracción de conclusiones sobre el proyecto.
10. **Glosario:** Definición de palabras utilizadas en la memoria.
11. **Referencias:** Referencias a las fuentes de información utilizadas en el proyecto.

## 1.3 RELACIÓN DE ACTIVIDADES E HITOS

Este apartado presenta las actividades y los hitos básicos en el proyecto realizando una estimación en tiempo de la duración de cada actividad y estableciendo un orden temporal en función de la fecha de inicio de cada actividad (ver 1.4.1 y 1.5).

### 1.3.1 LANZAMIENTO DEL PROYECTO

La semana del día 19 de septiembre de 2005 hubo un intercambio de información entre el consultor del proyecto y el ponente.

Como resultado de esta actividad se obtuvo el calendario definitivo del proyecto en relación a la presentación de PACs, trabajo y memoria.

También se definen las actividades básicas del proyecto.

<b>Inicio:</b> 18 de septiembre de 2005	<b>Duración:</b> 2 horas.	<b>Final:</b> 26 de septiembre de 2005
---	---------------------------	--

### 1.3.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Se ha elaborado una planificación del proyecto con las tareas que se necesitan desarrollar a lo largo del mismo (ver *Figura 1.1*).

<b>Inicio:</b> 18 de septiembre de 2005	<b>Duración:</b> 10 horas.	<b>Final:</b> 26 de septiembre de 2005
---	----------------------------	--

### 1.3.3 PREPARACIÓN DE LA PAC 2

Esta tarea incluye las siguientes actividades:

- *Estudio de un SIG* (ver 2.1).

- *Estudio de conceptos de cartografía [def:02\_03].*
- *Estudio de formatos de intercambio de información geográfica.*
- *Búsqueda de ortofotografías y datos geográficos.*
- *Preparación de la cartografía [def:02\_03] y realización de fichero de proyecto.*
- *Instalación y configuración del gestor de base de datos. Oracle.*
- *Instalación de Geomedia PROFESIONAL [def:05\_01] y Geomedia Public Works.*
- *Estudio de los manuales de Geomedia Professional y Geomedia Public Works.*
- *Preparación de la documentación para entregar la PAC 2.*

#### 1.3.3.1 ESTUDIO DE UN SIG

En esta actividad el objetivo final es comprender qué es un SIG, a quién va destinado, cómo se almacena y actualiza la información, cómo representar los datos que contiene y sus características básicas.

Una vez realizado este estudio se debe ser capaz de explicar las diferencias entre un SIG y una base de datos que contenga coordenadas geográficas o de un sistema CAD [def:02\_01](ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 28 de septiembre de 2005	<i>Duración:</i> 6 horas.	<i>Final:</i> 30 de septiembre de 2005
---	---------------------------	--

#### 1.3.3.2 ESTUDIO DE CONCEPTOS DE CARTOGRAFÍA [DEF:02\_03].

Es necesario tener nociones de cartografía [def:02\_03] fundamentales para interpretar, tratar y representar la información que alimenta a un SIG (ver *Figura 1.1*).

Se estudia cómo representar la superficie de una esfera sobre un plano (ver *3*). En particular, se introducen conceptos como proyección, datum [def:03\_12], etc...

<i>Inicio:</i> 1 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 10 horas.	<i>Final:</i> 2 de octubre de 2005
-------------------------------------	----------------------------	------------------------------------

#### 1.3.3.3 ESTUDIO DE FORMATOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Se estudia detalladamente el formato de los ficheros que pueden encontrarse durante la realización del prototipo (ver *Figura 1.1*).

Se comparan los formatos vectoriales [def:02\_05] y los *raster* [def:02\_04], analizando las características de cada uno.

<i>Inicio:</i> 3 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 8 horas.	<i>Final:</i> 5 de octubre de 2005
-------------------------------------	---------------------------	------------------------------------

#### 1.3.3.4 BÚSQUEDA DE ORTOFOTOGRAFÍAS Y DATOS GEOGRÁFICOS

Una vez comprendido el contenido de los formatos de intercambio de información geográfica y teniendo las nociones necesarias de cartografía [def:02\_03] se encuentran ejemplos y ortofotografías de zonas de Cataluña susceptibles de ser representadas en el prototipo (ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 6 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 12 horas.	<i>Final:</i> 9 de octubre de 2005
-------------------------------------	----------------------------	------------------------------------

#### 1.3.3.5 PREPARACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA [DEF:02\_03] Y REALIZACIÓN DE FICHERO DE PROYECTO

Se busca una cartografía [def:02\_03] que se adapte a los formatos permitidos por *Geomedia Profesional* [def:05\_01] 5.2 (ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 10 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 12 horas.	<i>Final:</i> 16 de octubre de 2005
--------------------------------------	----------------------------	-------------------------------------

#### 1.3.3.6 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL GESTOR DE BASE DE DATOS. ORACLE [DEF:07\_01]

Esta tarea consiste en la instalación y configuración del sistema gestor de base de datos seleccionado. Debido a los conocimientos previos del autor, se escoge el gestor de base de datos *Oracle* [def:07\_01] (ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 17 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 6 horas.	<i>Final:</i> 23 de octubre de 2005
--------------------------------------	---------------------------	-------------------------------------

### 1.3.3.7 INSTALACIÓN DE GEOMEDIA PROFESIONAL [DEF:05\_01] Y GEOMEDIA PUBLIC WORKS [DEF:06\_01]

Para que *Geomedia Professional* [def:05\_01] pueda funcionar con *Oracle* [def:07\_01] es necesario haber instalado el motor de base de datos previamente. Para la instalación de *Geomedia Public Works* [def:06\_01] es necesario haber instalado previamente *Geomedia Professional* [def:05\_01].

Para las actividades siguientes es necesario haber instalado los programas *Geomedia Professional* y *Geomedia Public Works* (ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 17 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 6 horas.	<i>Final:</i> 23 de octubre de 2005
--------------------------------------	---------------------------	-------------------------------------

### 1.3.3.8 ESTUDIO DE LOS MANUALES DE GEOMEDIA PROFESSIONAL Y GEOMEDIA PUBLIC WORKS

Se estudia el programa profundizando en sus características fundamentales y la funcionalidad que ofrece (ver *Figura 1.1*).

Se analiza la funcionalidad de *Geomedia Public Works* y las ventajas que ofrece sobre *Geomedia Professional* 5.2.

Se estudia cómo se conecta *Geomedia Public Works* a una base de datos y con cuales ofrece conectividad [def:05\_04].

Del estudio de estos manuales se detectan las limitaciones de *Geomedia Professional* 5.2 respecto a un SIG de gestión de aguas.

<i>Inicio:</i> 18 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 20 horas.	<i>Final:</i> 25 de octubre de 2005
--------------------------------------	----------------------------	-------------------------------------

### 1.3.3.9 PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA ENTREGAR LA PAC 2

Esta tarea se realiza en paralelo [def:03\_05] con las tareas anteriores. Se prepara el documento a entregar en la PAC 2 (ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 28 de septiembre de 2005	<i>Duración:</i> 14 horas.	<i>Final:</i> 28 de octubre de 2005
---	----------------------------	-------------------------------------

**HITO:** Entrega para la revisión del consultor: 22 de octubre de 2005.

## 1.3.4 PREPARACIÓN DE LA PAC 3

Esta tarea incluye las actividades siguientes:

- *Diseño del modelo de datos.*
- *Configuración y preparación del GeoWorkSpace [def:05\_02].*
- *Importación de datos.*
- *Construcción de un SIG de distribución de aguas sobre Geomedia Professional 5.2.*
- *Diseño y desarrollo de un sistema de gestión de averías sobre el SIG a través de Geomedia Public Works.*
- *Pruebas del prototipo.*
- *Preparación de la documentación para la entrega de la PAC 3.*

### 1.3.4.1 DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

Se define el modelo de datos del prototipo (ver *Figura 7.3*), se indican los elementos a mostrar, tratar y relacionar (ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 28 de octubre de 2005	<i>Duración:</i> 18 horas.	<i>Final:</i> 6 de noviembre de 2005
--------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

### 1.3.4.2 CONFIGURACIÓN Y PREPARACIÓN DEL GEOWORKSPACE [DEF:05\_02]

Se configura el *GeoWorkSpace* [def:05\_02] para el prototipo (ver *Figura 1.1*).

<i>Inicio:</i> 7 de noviembre de 2005	<i>Duración:</i> 14 horas.	<i>Final:</i> 11 de noviembre de 2005
---------------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

### 1.3.4.3 IMPORTACIÓN DE DATOS

En este punto se unen los datos cartográficos con los del modelo de datos (ver *Figura 1.1*). Incluye la conversión de almacenes de *Access* [def:07\_02] a *Oracle* [def:07\_01] (ver 7.2.2) y la traslación del modelo de datos (ver 7.2.5).

<i>Inicio:</i> 12 de noviembre de 2005	<i>Duración:</i> 26 horas.	<i>Final:</i> 14 de noviembre de 2005
--	----------------------------	---------------------------------------

#### 1.3.4.4 CONSTRUCCIÓN DE UN SIG DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS SOBRE *GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2*

Se realiza el diseño de la interfaz de usuario del prototipo del comando y se implementa (ver [Figura 1.1](#)).

<i>Inicio:</i> 15 de noviembre de 2005	<i>Duración:</i> 20 horas.	<i>Final:</i> 21 de noviembre de 2005
--	----------------------------	---------------------------------------

#### 1.3.4.5 DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE AVERÍAS SOBRE EL SIG A TRAVÉS DE *GEOMEDIA PUBLIC WORKS*

Se construye un sistema de gestión de averías sobre el SIG (*Geomedia Professional [def:05\_01]*+ modelo de datos en *Oracle [def:07\_01]*) a través del uso del programa *Geomedia Public Works* (ver [Figura 1.1](#)).

<i>Inicio:</i> 22 de noviembre de 2005	<i>Duración:</i> 35 horas.	<i>Final:</i> 4 de diciembre de 2005
--	----------------------------	--------------------------------------

#### 1.3.4.6 PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Se prueba el correcto funcionamiento del prototipo (ver [Figura 1.1](#)).

<i>Inicio:</i> 5 de diciembre de 2005	<i>Duración:</i> 12 horas.	<i>Final:</i> 9 de diciembre de 2005
---------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

#### 1.3.4.7 PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA LA ENTREGA DE LA PAC 3

Esta tarea se realiza en paralelo [\[def:03\\_05\]](#) a la vez que se realizan las tareas anteriores (ver [Figura 1.1](#)). Se prepara el documento a entregar en la PAC 3.

<i>Inicio:</i> 2 de noviembre de 2005	<i>Duración:</i> 8 horas.	<i>Final:</i> 9 de diciembre de 2005
---------------------------------------	---------------------------	--------------------------------------

**HITO:** Entrega para la revisión del consultor: 2 de diciembre de 2005.

### 1.3.5 MEMORIA Y PRESENTACIÓN

Esta tarea incluye las actividades siguientes:

- *Memoria.*
- *Presentación.*
- *Debate virtual.*

#### 1.3.5.1 MEMORIA

Una vez realizado el prototipo y basándose en la documentación generada para la PAC 2 y la PAC 3 se procede a documentar la memoria de prácticas (ver [Figura 1.2](#)).

<i>Inicio:</i> 19 de diciembre de 2005	<i>Duración:</i> 18 horas.	<i>Final:</i> 6 de enero de 2006
--	----------------------------	----------------------------------

#### 1.3.5.2 PRESENTACIÓN

Se realizan unas diapositivas de presentación del trabajo realizado durante esta asignatura y su resultado (prototipo de un SIG de gestión de aguas).

<i>Inicio:</i> 26 de diciembre de 2005	<i>Duración:</i> 10 horas.	<i>Final:</i> 30 de diciembre de 2005
--	----------------------------	---------------------------------------

**HITO:** Entrega para revisión del consultor: 28 de diciembre de 2005 (ver [Figura 1.2](#)).

#### 1.3.5.3 DEBATE VIRTUAL

Se debate sobre el proyecto realizado (ver [Figura 1.2](#)). En este debate participa quien realiza el proyecto y el tribunal que debe evaluarlo.

<i>Inicio:</i> 16 de enero de 2005	<i>Duración:</i> 10 horas.	<i>Final:</i> 20 de enero de 2006
------------------------------------	----------------------------	-----------------------------------

### 1.3.6 CIERRE DEL PROYECTO

El día 25 de enero de 2006 se realiza el cierre del aula del proyecto. El proyecto se cierra entonces (ver [1.5](#)).



La [Figura 1.2](#) muestra la temporización de las últimas tareas del proyecto y de los últimos hitos del mismo complementando el diagrama de Gantt de la [Figura 1.1](#).

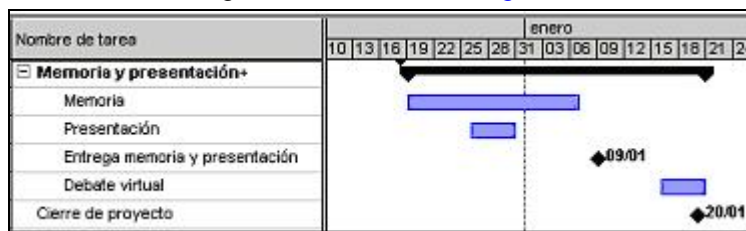


Figura 1.2. Planificación desde el encuentro de síntesis hasta el cierre de proyecto

## 1.5 HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Se han establecido como hitos principales del proyecto el cumplimiento de las fechas definidas por el enunciado.

Los hitos se definen en la [Tabla 1.1](#).

Hitos	Fecha
Encuentro presencial (o lanzamiento del proyecto). Debería haberse realizado en la UOC pero por motivos personales, se realizó durante la siguiente semana por correo electrónico con el consultor y a través de información del tablón.	17/09/2005
Entrega de Planificación del proyecto.	26/09/2005
Entrega para la revisión del consultor de la PAC 2.	22/10/2005
Entrega PAC 2.	29/10/2005
Entrega para la revisión del consultor de la PAC 3.	02/12/2005
Entrega PAC 3.	10/12/2005
Entrega memoria y presentación	09/01/2006
Cierre de proyecto.	20/01/2006

Tabla 1.1. Planificación desde el encuentro de síntesis hasta el cierre de proyecto

## 2 ¿QUÉ ES UN SIG?

El primer paso en el estudio de los SIG es, precisamente, saber qué es un SIG, en este apartado se da información sobre los conceptos básicos de un SIG y se compara con otros sistemas existentes.

Primero (ver 2.1), se abordan definiciones del término SIG desde un punto de vista funcional y desde un punto de vista más técnico.

Posteriormente (ver 2.2), se explican los sistemas CAD [def:02\_01], las BBDD relacionales y se comparan con un SIG.

Después (ver 2.3), se enumeran las funciones que puede tener un SIG.

Finalmente (ver 2.4), se explican las partes que integran un SIG: datos (ver 2.4.1) y aplicaciones (ver 2.4.2).

### 2.1 DEFINICIONES DE SIG

Burrough y McDonnell [02\_04] definen SIG desde un punto de vista funcional:

Un SIG es el conjunto de herramientas para la captura, almacenamiento, selección, transformación (manipulación y análisis) y visualización de datos referentes al mundo real y que son utilizadas para conseguir unos objetivos.

Aronoff [02\_04] da la siguiente definición más técnica:

Un SIG es un sistema informatizado que proporciona las siguientes capacidades para el tratamiento de información georeferenciada:

- Entrada de datos.
- Almacenamiento y selección.
- Manipulación y análisis.
- Salida de información.

Resumiendo, un SIG es una herramienta de análisis de información. Parte de la información ha de tener una referencia espacial, y el motor geográfico ha de proporcionar unas herramientas de tratamiento digital de dicha información.

### 2.2 COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS

Habitualmente se confunde el concepto SIG con otros sistemas de representación de datos alfanuméricos utilizados en otras áreas determinadas y que no proporcionan características SIG completas. Este apartado explica la diferencia entre un SIG y un sistema CAD [def:02\_01], entre un SIG y una base de datos con información geográfica [02\_01] [02\_02] [02\_03]; con el fin de situar el concepto de SIG tal y como se va a tratar durante toda la memoria.

En la [Tabla 2.1](#) se muestra una comparativa entre los SIG, las herramientas CAD [def:02\_01] y las BD con capacidad de almacenar información geográfica. Las filas muestran funciones elementales de un SIG, en las columnas los tres tipos de sistemas a comparar, y las celdas indican si el sistema dispone de esa función o si por el contrario no la soporta.

	SIG	CAD	BD con información geográfica
Herramientas gráficas	SÍ, básicas	SÍ	NO
Objetos gráficos referenciados con coordenadas	SÍ	SÍ	NO
Análisis de información alfanumérica	SÍ	SÍ, limitadas	SÍ
Métodos para determinar relaciones espaciales entre objetos	SÍ	NO	NO
Agrupación de información por área geográfica	SÍ	NO	NO



Tabla 2.1: Tabla comparativa entre SIG, CAD [def:02\_01] y BD con coordenadas

### 2.2.1 DIFERENCIA ENTRE SISTEMAS CAD [DEF:02\_01] Y SIG

Un sistema CAD [def:02\_01] es, básicamente, una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Permite diseñar en dos o tres dimensiones mediante geometría alámbrica, esto es, puntos, líneas, arcos, splines; superficies y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos [02\_06].

Los sistemas CAD [def:02\_01] están pensados para el desarrollo de diseños gráficos y se concentran en la representación y la manipulación de información visual (líneas, puntos y polígonos). Los SIG también trabajan con la información gráfica, pero su principal objetivo no es el diseño de la imagen sino el análisis de la información geográfica.

Los dos sistemas trabajan con coordenadas para referenciar los objetos dentro del espacio con información alfanumérica aunque las posibilidades de análisis de la información gráfica de los sistemas CAD [def:02\_01] son muy limitadas ya que no proporcionan un método para determinar las relaciones espaciales entre objetos. Esto los hace menos eficientes en este tipo de análisis.

También existen diferencias en la integración y combinación de diferentes tipos de información temática relativa a la misma área geográfica. En los SIG podemos organizar esta información en capas (o coberturas, [def:02\_02]).

Aunque hay diferencias, en la actualidad existen programas que intentan combinar las capacidades de un CAD [def:02\_01] en diseño con las de análisis de un SIG.

### 2.2.2 DIFERENCIA ENTRE SISTEMAS DE BASE DE DATOS Y SIG

Una base de datos es un conjunto de datos que pertenecen al mismo contexto almacenados sistemáticamente para su uso posterior [02\_07].

Algunos sistemas de base de datos aunque están desarrollados intrínsecamente para la manipulación de datos alfanuméricos tienen la capacidad de guardar tipos de datos de coordenadas geométricas. Aún así no disponen de la capacidad de realizar análisis espaciales y tratamiento digital con la información geométrica. Estas herramientas son imprescindibles en cualquier SIG. Además, un SIG tiene su propia base de datos o pueden conectarse a un sistema de base de datos externo para manipular y almacenar la información.

Algún sistema gestor de bases de datos [def:02\_06] dispone de librerías adicionales que permiten la realización de análisis geográficos (p.e. *Oracle 9i Spatial*) dentro del gestor de base de datos.

## 2.3 FUNCIONES DE LOS SIG

De un SIG se espera que tenga varias de las siguientes funciones:

- *Localización*: Esta función permite buscar uno o varios elementos cualquiera de la cartografía [def:02\_03], como por ejemplo qué objetos hay más cercanos a un punto geográfico.
- *Buscas condicionadas*: Esta función permite encontrar lugares con elementos que cumplan unas características o condiciones determinadas. Por ejemplo, la población más cercana a otra.
- *Evolución*: Esta función permite saber qué cambios ha habido en un área en diferentes instantes de tiempo e incluso la evolución futura. Por ejemplo: el número de averías en un sistema gestor de aguas en una tubería concreta, buscar estas averías en una tubería en diferentes momentos nos permite saber la calidad de fabricación de dicha pieza y en caso de fallos continuos se podría contrastar con tuberías de la misma partida.
- *Encaminamiento de aplicaciones*: Esta función permite buscar la mejor ruta, según un criterio, entre dos puntos. Por ejemplo: si un coche de bomberos desea ir de un punto a otro de la ciudad, necesitará saber el recorrido mínimo: las direcciones, los sentidos de circulación de las calles y las obras en la ciudad que implican corte de calles.
- *Búsqueda de patrones*: Esta función permite realizar una descripción de una distribución de elementos o eventos para entender por qué se da esta distribución. Por

ejemplo, un mapa temático con puntos que representa la densidad de población en una provincia.

- *Modelización*: Esta función permite buscar modelos predictivos para posibles eventos en el presente. Es decir, se intenta prever el futuro en función de unas condiciones concretas. Por ejemplo, la progresión de tiendas de informática en un barrio a lo largo del tiempo podría decir si en estos momentos el número de tiendas es inferior al número medio a lo largo del tiempo (puede ser un buen momento para montar una).
- *Otras*: Surgen cada día más aplicaciones de SIGs que requieren funciones cada vez más avanzadas.

## 2.4 COMPONENTES DE UN SIG

En este apartado se separa entre la información (ver 2.4.1) y las herramientas informáticas (ver 2.4.2) que usan dicha información.

En el primer subapartado en el que se explica la información geográfica (ver 2.4.1) se introduce a los diferentes formatos de almacenamiento y se explica la importancia de la información dentro de un SIG.

En el siguiente subapartado en el que se explican las herramientas informáticas (ver 2.4.2) se abordan las herramientas de entrada de datos, los sistemas de almacenamiento y las herramientas de análisis de un SIG.

### 2.4.1 DATOS. CARTOGRAFÍA [DEF:02\_03] Y MODELO DE DATOS

La información con la que trabaja un SIG se encuentra en dos tipos de formatos, *raster* [def:02\_04] o *vectorial* [def:02\_05].

El *formato raster* [def:02\_04] (ver 4.1) se obtiene a partir de imágenes o mapas del mundo real que se digitalizan mediante escáner, imágenes de satélite, fotografías aéreas, etc.

En cambio el *formato vectorial* [def:02\_05] (ver 4.2) se representa mediante puntos, rectas o regiones. En este caso la captura de información se realiza mediante tablas de digitalización, entrada de datos alfanuméricos o sistemas de geoposicionamiento global (GPS [def:03\_08]), entre otros.

Los *datos* son un componente esencial en un SIG. Estos datos, tienen dos componentes, una llamada usualmente *cartografía* [def:02\_03], que contiene la información geográfica base y otra la información propia (información geográfica y metadatos [def:05\_03]) del negocio.

### 2.4.2 APLICACIONES

Las aplicaciones se encargan de dar una base funcional que se adapta a las necesidades de cada organización. El cliente final dispone de herramientas necesarias para almacenar y analizar la información geográfica que necesita en su área de negocio.

En un SIG se encuentran herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica, un sistema gestor de base de datos y herramientas que facilitan la búsqueda, análisis y visualización.

#### 2.4.2.1 HERRAMIENTAS DE ENTRADA Y MANIPULACIÓN

Un SIG ha de tener las herramientas necesarias para el almacenamiento y manipulación de cualquier elemento que haya en la superficie terrestre. Ha de poder guardar las dimensiones y la posición del elemento, siendo capaz de tener información de diferentes atributos del mismo.

Los dos tipos de atributos de los elementos son:

- *Gráficos*: Representación de los objetos geográficos asociados con su localización en el mundo real. Suelen ser puntos líneas o regiones (polígonos en sistemas CAD).
- *Alfanuméricos*: Corresponden a las descripciones, calificaciones o características que sirven para definir los objetos.

Estos dos tipos de atributos están relacionados entre si.

Las herramientas SIG permiten la entrada de datos *raster* [def:02\_04] y *vectoriales* [def:02\_05] a través de atributos alfanuméricos. El proceso de entrada de información *raster* consiste en la georeferenciación de tres o más puntos (si hay más puntos mayor detalle habrá en la georeferenciación). El proceso de entrada de la información vectorial consiste en la entrada de

elementos; pueden ser puntos, líneas o regiones y deben rellenarse manualmente los atributos alfanuméricos adicionales.

#### 2.4.2.2 SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS

---

Cualquier gestor de base de datos puede ser válido si lo que se desea es contener los datos alfanuméricos, dejando la información geográfica en la base de datos propia del SIG. Como hacen algunos SIG comerciales, como *Smallworld*, *MapInfo* que tienen la información geográfica en su base de datos propietaria y se conectan a otras bases de datos externas que aportan contenido (atributos alfanuméricos, *datasets*) a la información geográfica.

También, hay algunos SIG comerciales, como *Geomedia* o *ArctInfo*, que utilizan bases de datos estándar del mercado para guardar la información, y en ellas construyen su modelo de metadatos [def:05\_03].

Si lo que se desea es contener toda la información geográfica en un gestor de base de datos y poder realizar análisis espaciales habrá que elegir uno comercial que disponga de los dos tipos de datos y además tenga una extensión espacial que permita análisis espaciales. Un ejemplo es *Oracle 9i spatial*. Algunos de los SIG comerciales pueden aprovechar estas capacidades del sistema gestor de bases de datos [def:02\_06] (por e.j. *Geomedia*).

#### 2.4.2.3 HERRAMIENTAS QUE FACILITAN LA BÚSQUEDA, ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN.

---

En un SIG siempre hay unas herramientas que facilitan la búsqueda, análisis y visualización. Estas herramientas pueden ser estándar o personalizadas al cliente final y responden las siguientes preguntas:

- ¿Qué hay en...? Localización de los elementos que se estudian. Por ejemplo, pueden ser puntos de venta, clientes, almacenes, centros de asistencia...
- ¿Dónde se encuentra...? Se busca un lugar o un elemento que reúna una serie de condiciones. Por ejemplo, dónde se encuentran los clientes menores de 25 años.
- ¿Qué ha cambiado desde...? Es un análisis de tendencias. Por ejemplo, vemos las diferencias que se dan en una zona a lo largo del tiempo.
- ¿Qué patrones de distribución espacial existen...? Es un análisis temático de densidades. Por ejemplo, se podría estudiar si consumen más los clientes que viven a menos de 100 metros de un centro comercial.
- ¿Qué sucede si...? Buscar modelos y estudiar si son válidos cuando ocurre un hecho determinado. Por ejemplo, cerrar una válvula en un SIG de aguas y ver como lo solventa el sistema.
- ¿Qué ruta debo coger? Por ejemplo, en ciudad y en carretera, ya se empieza a conducir con navegador.

### 3 CONCEPTOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA

En el capítulo anterior se ha definido a grandes rasgos qué es un SIG (ver 2). En este capítulo y en el siguiente, se profundiza en la explicación de conceptos geográficos básicos de SIG necesarios, para posteriormente comprender y abordar los objetivos del proyecto (ver 1.1).

En este apartado se define el proceso de elaboración de la cartografía y los conceptos geodésicos en los que se basa.

La cartografía es la ciencia que trata la representación de la Tierra sobre un mapa. En este capítulo se tratarán los conceptos necesarios para poder representar la superficie de la Tierra en un plano, teniendo en cuenta que dicha superficie está en el espacio (3D).

La cartografía y la geodesia [def:03\_01] son áreas del conocimiento que ayudan a resolver este problema. La Tierra tiene una forma que no se corresponde exactamente a ninguna figura geométrica, se utiliza el elipsoide [def:03\_02] para aproximarse a la realidad.

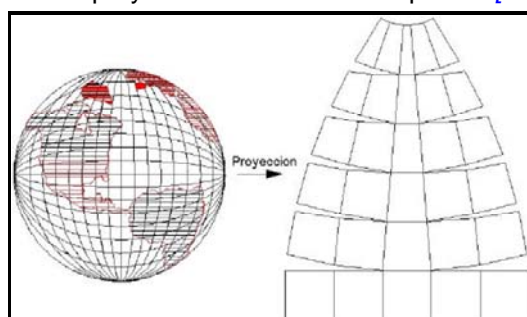
Los siguientes apartados tratan la necesidad de un sistema de coordenadas geográficas y de un sistema de referencia, para poder situarse sobre la superficie terrestre; se explican los más usuales y los conceptos geográficos en los que se basan (ver 3.1).

También se tratan los conceptos de aproximación a la forma de la Tierra mediante figuras geométricas (elipsoide) y los ajustes realizados en función de la zona de la Tierra tratada por la cartografía (ver 3.2).

Finalmente, se explica el proceso completo de captura de información geográfica (ver 3.3), es decir, la toma de datos sobre el modelo geométrico, la reducción (ver *Tabla 3.1*) o posicionamiento sobre un modelo geométrico que simula la superficie terrestre, y por último, la proyección de dichas coordenadas en un plano (proyección, ver *Figura 3.1*).

Se tratará con especial atención la forma de representar la superficie de un elipsoide [def:03\_02] sobre un plano. La cartografía se encarga de encontrar el mejor método para hacerlo. Hay diversas técnicas (ver 3.3.2.1), todas deforman en mayor o menor medida la superficie, por tanto se trata de buscar la más precisa para el área que se desea representar.

En la *Figura 3.1* se muestra una proyección mediante un elipsoide [def:03\_02].



*Figura 3.1. Proyección de la Tierra [03\_01] al plano*

#### 3.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Los sistemas de coordenadas son la herramienta que permite localizar un punto sobre la esfera terrestre. Los diferentes sistemas de coordenadas se basan en la relación entre meridianos [def:03\_04] y paralelos [def:03\_05] (ver 3.1.2) que permiten la proyección (ver 3.3.2) del globo terráqueo sobre el plano del mapa.

##### 3.1.1 FORMA DE LA TIERRA

La forma de la Tierra se puede asociar aproximadamente a una figura geométrica llamada geoide de revolución [def:03\_03] que es representable matemáticamente. No se suele utilizar la figura geométrica del geoide por su complejidad matemática y es por ello que se aproxima mediante un elipsoide [def:03\_02], figura mucho más sencilla ya que la diferencia entre los dos modelos es menor a los errores introducidos por los aparatos de medida al tomar los datos en la superficie de la Tierra. La diferencia que sufre la topografía de la Tierra respecto al geoide y elipsoide [def:03\_02] es un ligero aplanamiento [def:03\_15] en la zona de los polos y pequeñas irregularidades en su superficie que corresponden con discontinuidades propias de la corteza terrestre (ver *Figura 3.2*).

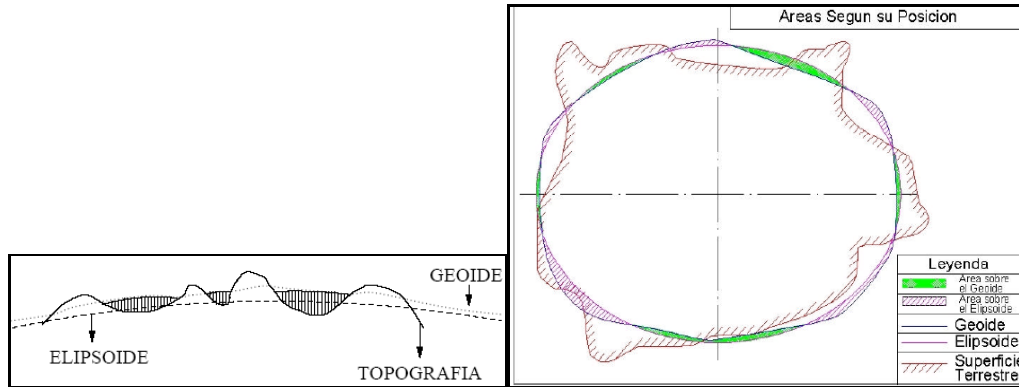


Figura 3.2. Comparación la Tierra, Geoide y elipsoide [def:03\_02] [03\_01]

### 3.1.2 MERIDIANOS [DEF:03\_04] Y PARALELOS [DEF:03\_05]

En este apartado se definen los meridianos [def:03\_04] y los paralelos [def:03\_05] que son imprescindibles para poder definir en el siguiente apartado el sistema de coordenadas geográficas (longitud-latitud).

Los *meridianos* son las líneas de intersección con la Tierra de los infinitos planos que contienen el eje de la Tierra [03\_01], o el semicírculo imaginario que conecta los dos polos [03\_03].

El meridiano de referencia es el meridiano  $0^\circ$  (representado en la línea roja vertical de la *Figura 3.3*), también llamado meridiano de *Greenwich* porque pasa por este suburbio de Londres. A partir de este meridiano se definen los otros 23 meridianos de referencia que son los que definen los husos [def:03\_10] horarios (ver *Figura 3.3*). Se definen 24 husos horarios con una diferencia de  $15^\circ$  ( $360^\circ/24h$ ).

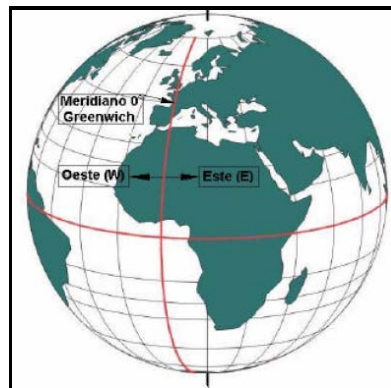


Figura 3.3 Meridianos, líneas verticales. En rojo, en vertical, el Meridiano de Greenwich [03\_01]

Los *paralelos* son las líneas de intersección de los infinitos planos perpendiculares al eje de rotación de la Tierra con la superficie terrestre [03\_01], aunque se podrían definir como planos paralelos al plano del ecuador que se define como el plano que pasa por el eje del ecuador y es perpendicular a cualquier plano que contenga al eje de la Tierra (ver *Figura 3.5*).

El paralelo de referencia es el paralelo del *ecuador*, que se define como el paralelo que se encuentra a la máxima distancia del centro de la Tierra. A partir del ecuador, la Tierra queda dividida entre el hemisferio Norte o Boreal y el hemisferio Sur o Austral (ver *Figura 3.4*).

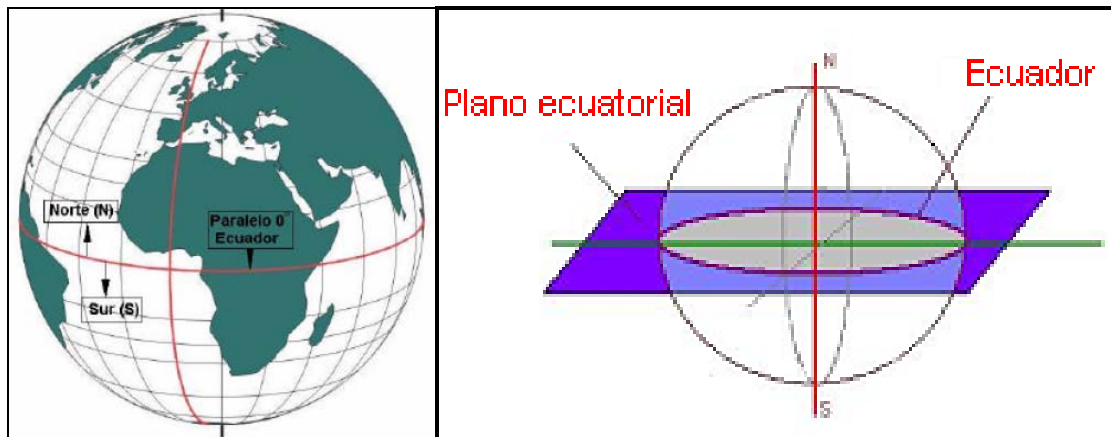


Figura 3.4 y 3.5 Paralelo del ecuador [03\_01] y plano ecuatorial [def:03\_14] [03\_04]

### 3.1.3 LONGITUD [DEF:03\_06] Y LATITUD [DEF:03\_07]

La *longitud* [def:03\_06] de un punto es el ángulo que forman el plano del meridiano que pasa por el punto y el meridiano de origen [03\_01], en la *Figura 3.6* se puede ver que el plano del meridiano que pasa por el punto es el que definen los puntos A, P y O. El meridiano de origen viene definido por el punto B y O.

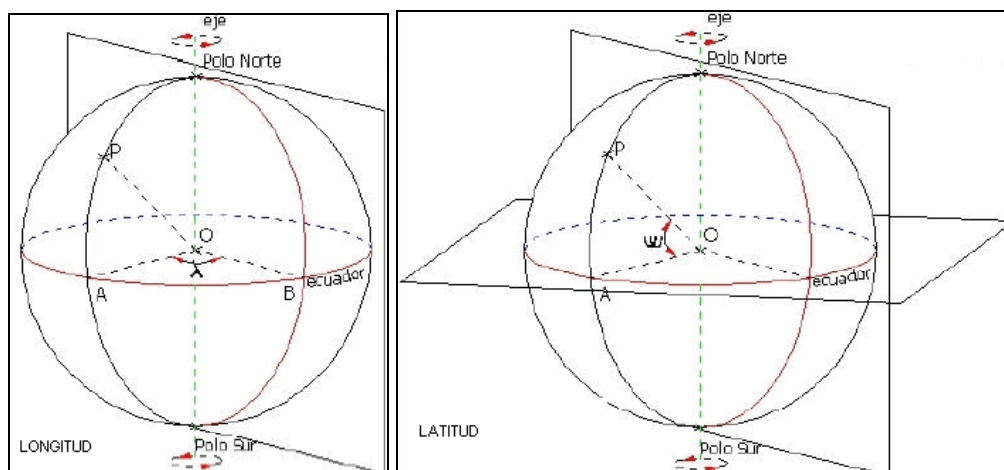


Figura 3.6. Cálculo de la longitud y latitud de un punto [03\_01]

El rango de valores de la longitud va de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  en dirección este y de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  en dirección oeste, partiendo del meridiano de referencia, que actualmente es el de *Greenwich*.

La longitud de un punto se expresa indicando el ángulo completo (normalmente en grados, minutos y segundos) y si está al Este (E) o al Oeste (W) del meridiano de *Greenwich*. Por ejemplo  $0^{\circ} 32' 24''$  W. Desde un punto de vista más tecnológico también se expresa a través de un signo más (+) o uno menos (-) dependiendo de si la posición está al Oeste o al Este (necesidad de representación numérica simplificada en los GPS [def:03\_08]).

La *latitud* de un punto de la superficie terrestre se define como el ángulo formado por el plano que pasa por el punto y por el centro de la Tierra y el plano del ecuador [03\_01], en la *Figura 3.6* se muestra que P es el punto y  $\omega$  es el ángulo formado por los dos planos.

### 3.1.4 COORDENADAS UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR (UTM [DEF:03\_09])

Hay diversos sistemas de coordenadas utilizados en la actualidad, pero se va a detallar el sistema de coordenadas UTM [def:03\_09] debido a que es el que se va a utilizar en el trabajo práctico del sistema gestor de aguas de este proyecto (ver *7 Trabajo práctico*).

Las coordenadas UTM [def:03\_09] son las coordenadas que permiten localizar un punto terrestre en un mapa confeccionado utilizando el sistema de proyección UTM [def:03\_09] (ver *3.3.2.3 Proyección UTM*).

Las coordenadas UTM se caracterizan por referenciar primero el huso [def:03\_10] donde se encuentran, después la zona [def:03\_11] dentro del huso y, finalmente, la distancia en metros a

que se encuentra el punto tanto desde el origen de longitud de la zona como del origen de latitud de la zona.

En el siguiente subapartado se explica la necesidad de la división en husos y zonas de la proyección UTM.

### 3.1.4.1 DIVISIONES EN HUSOS [DEF:03\_10] Y ZONAS [DEF:03\_11]

Se ha realizado una división de la Tierra en sesenta husos [def:03\_10] [03\_05] donde cada huso está separado  $6^\circ$  de sus adyacentes ( $60 \text{ husos} \times 6^\circ = 360^\circ$ ).

El huso se calcula utilizando el meridiano [def:03\_04] de *Greenwich*, que forma una línea *automecoica* (línea cuya anchura permanece invariable independientemente de la escala al no disponer de dimensión), que es el origen de longitudes [def:03\_06]. A partir del origen de longitudes, se referencia la distancia que separa el origen de longitudes del punto a marcar, en metros.

Para facilitar la localización de puntos, los husos se dividen latitudinalmente en zonas [def:03\_11]. Estas zonas se reparten desde los  $80^\circ 30'$  S en latitud [def:03\_07], hasta los  $80^\circ 30'$  N en latitud. Las divisiones se hacen cada  $8^\circ$  creando 20 zonas [03\_05].

Las zonas se marcan con letras de la C hasta la X, excluyendo las letras I, LL, Ñ y O. La división de la Tierra en husos y zonas se muestra en la *Figura 3.7*, donde los husos se muestran en la parte superior, en números desde el 1 hasta el 60 y los grados de separación en la parte inferior. Las zonas se marcan con las letras correspondientes en la parte derecha y con los grados de separación en la parte izquierda.

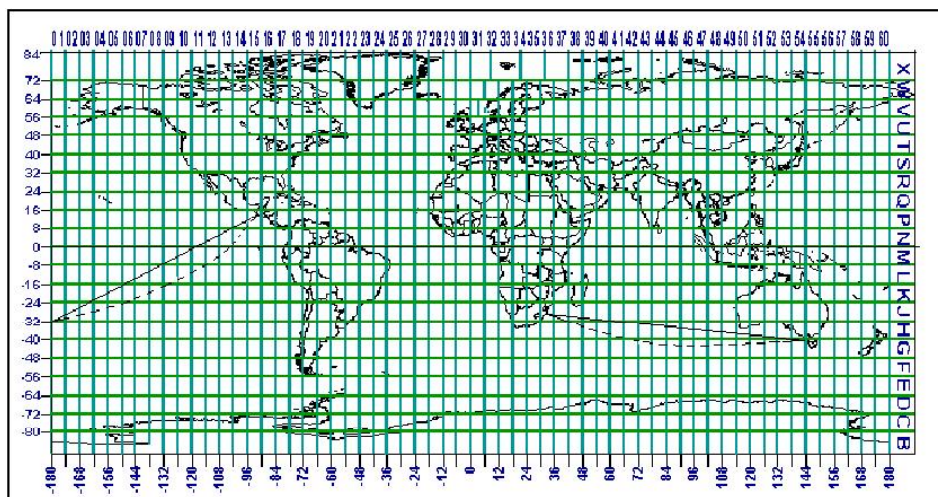


Figura 3.7. Cuadrícula en husos [def:03\_10] y zonas [def:03\_11] [03\_06]

Para situar un punto concreto geográfico, primero se sitúa el huso y la zona con la cuadrícula que muestra la *Figura 3.7*. El punto queda delimitado por una región de  $6^\circ$  de longitud y  $8^\circ$  de latitud.

Se calcula la distancia relativa entre el punto y el límite oeste del huso y la distancia entre el punto y el ecuador (origen de latitudes). Estas dos distancias indican las dos coordenadas XY necesarias para representar una coordenada UTM [def:03\_09].

Además hay que tener en cuenta los conceptos de origen de longitudes y origen de latitudes:

- *Origen de longitudes*: Es el meridiano central en el huso y tiene un valor de 500.000.
- *Origen de latitud*: Se define en el ecuador. El origen de latitudes tiene un valor de 0 metros para puntos situados en el hemisferio norte, y de 10.000.000 para puntos situados en el hemisferio sur.

El siguiente punto UTM ha sido tomado de la cartografía usada en el trabajo práctico de este proyecto (ver *Figura 7.2*):

X = 131716,65
Y = 1402934,82

## 3.2 CONCEPTOS GEODÉSICOS

Como se ha visto anteriormente sobre la forma de la Tierra (ver [3.1.1 Forma de la Tierra](#)) aunque se intenta buscar un modelo que se ajuste a la realidad, lo único que puede realizarse es una aproximación suficientemente buena debido a la irregularidad de la Tierra.

Para entender el proceso de representación de una cartografía es necesario aclarar dos conceptos básicos geodésicos, el elipsoide [\[def:03\\_02\]](#) de referencia y el *datum* [\[def:03\\_12\]](#), que definen por si mismos el proceso de generación o conversión de la cartografía.

### 3.2.1 ELIPSOIDE [\[DEF:03\\_02\]](#) DE REFERENCIA

Para poder realizar cálculos matemáticos sobre la superficie de la Tierra, es necesario que tenga una forma geométrica. La forma que más se ajusta es la del elipsoide [\[def:03\\_02\]](#) ya que minimiza las diferencias entre la superficie real y la teórica. El elipsoide se define como un radio ecuatorial [\[def:03\\_14\]](#) ( $a$ ), un radio polar [\[def:03\\_13\]](#) ( $b$ ) y un factor de aplanamiento [\[def:03\\_15\]](#) (ver [Figura 3.8](#)).

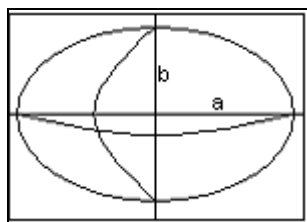


Figura 3.8. Elipsoide de referencia [\[03\\_06\]](#)

El centro geométrico del elipsoide [\[def:03\\_02\]](#) coincide con el centro gravitatorio terrestre. El elipsoide es una figura matemática y no tiene centro gravitatorio ya que no tiene masa, tiene centro geométrico; que consiste en que el ecuador terrestre coincida con el del elipsoide y la suma de los cuadrados de las alturas *geoidales* sea mínima. La altura *geoidal* representa las diferencias entre el geoide y el elipsoide [\[03\\_05\]](#).

Como se trata de una simplificación del *geoide*, según la zona geográfica que interese representar se elige un elipsoide u otro buscando uno que se ajuste a la zona buscada. Por este motivo, no se utiliza un elipsoide de referencia para toda la Tierra sino que cada región utiliza el que mejor se adapta a esa región. Estos elipsoides se llaman de referencial local.

Los elipsoides más utilizados son: *ANS*, *Clarke 1858*, *GRS80*, *WGS84*, *WGS72* y *Internacional 1924*. En Cataluña, por ejemplo, se acostumbra a utilizar el *Internacional 1924* (también llamado de *Hayford*). Se caracteriza por la siguiente información  $a=6378388$ ,  $b=6356911.946$ ,  $\text{Aplanamiento}=1:297$  [\[def:03\\_15\]](#) donde  $a$  es el diámetro mayor y  $b$  el menor (ver [Figura 3.8](#)).

### 3.2.2 DATUM [\[DEF:03\\_12\]](#)

El Datum [\[def:03\\_12\]](#) se define como el punto tangente al elipsoide [\[def:03\\_02\]](#) y al geoide donde los dos son coincidentes [\[03\\_07\]](#), y está definido por (ver [Figura 3.9](#)):

- Los *parámetros* del elipsoide:  $a$  o radio mayor (o Ecuatorial [\[def:03\\_14\]](#)),  $b$  o radio menor (o Polar [\[def:03\\_13\]](#)) y factor de aplastamiento del elipsoide ( $1/f=1-(b/a)$ ).
- El *punto fundamental*: es el punto donde el geoide y el elipsoide son tangentes (ver [Figura 3.9](#)). Este punto está definido en coordenadas geográficas de longitud [\[def:03\\_06\]](#), altitud [\[def:03\\_07\]](#) y Acimut. Este último parámetro es el ángulo definido entre el norte y el punto, en el sentido de las agujas del reloj.



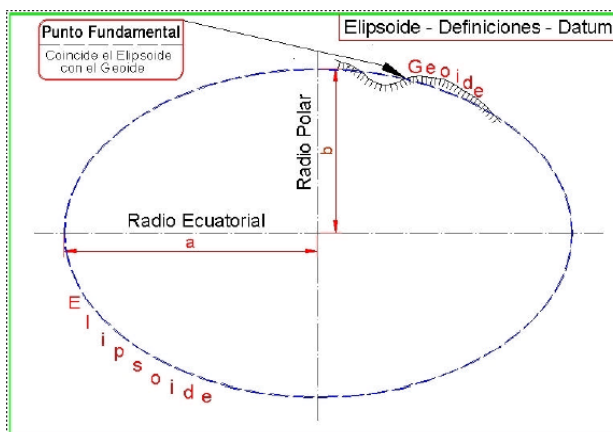


Figura 3.9. Cuadrícula en husos y zonas [03\_06]

En el punto fundamental se calculan dos parámetros imprescindibles para el *datum* como son la desviación vertical (Eta) [def:03\_16] y la desviación sobre el meridiano (Xi) [def:03\_17].

Tanto la desviación sobre el meridiano [def:03\_17] como la desviación de la vertical [def:03\_16] únicamente se evalúan para el punto fundamental y no para la totalidad de posiciones geográficas del sistema.

El *datum* es uno de los puntos en que coinciden el elipsoide de referencia y la superficie terrestre. Una vez definido este punto ya se tiene los parámetros que permitirán referenciar el punto origen del geoide y del elipsoide con su localización geográfica.

Hay un número muy extenso de *Datum*, más que elipsoides, en Cataluña se utiliza *European 50*.

### 3.3 PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS, REDUCCIÓN Y PROYECCIÓN

En el proceso de entrada de datos [03\_05] en la superficie terrestre, primeramente se realiza la *recogida* de estos datos (ver *Tabla 3.1*).

Estos datos, cuyas coordenadas están sobre la superficie terrestre son llevados mediante correcciones a los datos del geoide (gravedad equidistante).

Sobre las coordenadas, ya en el geoide, se vuelven a aplicar unas correcciones a los datos para situarlos en el elipsoide [def:03\_02] que mejor se ajuste a la zona geográfica que se está midiendo. La asociación de todos estos pasos anteriores se llama comúnmente *reducción* (ver *Tabla 3.1* y 3.3.1 *Reducción*).

Sobre las coordenadas en el elipsoide se aplican unas relaciones matemáticas propias del sistema de proyección cartográfica escogida obteniendo unas coordenadas en el plano. Este último paso se llama comúnmente *proyección* (ver *Tabla 3.1* y 3.3.2 *Proyección en el plano*).

<b>Recogida de datos</b>	Recogida de datos en la superficie terrestre
<b>Reducción</b>	Coordenadas en el geoide (a través de correcciones)
	Coordenadas en el elipsoide de referencia adoptado (a través de correcciones)
<b>Proyección</b>	Coordenadas en el plano

Tabla 3.1. Fases hasta representación en plano [03\_05]

Las dos fases posteriores a la recogida de datos se explican a continuación.

#### 3.3.1 REDUCCIÓN

La reducción es el proceso que convierte datos recogidos sobre la superficie terrestre a coordenadas en el elipsoide [def:03\_02] de referencia adoptado. El elipsoide de referencia se elige por la posición geográfica de los datos y normativas de los países de origen de dichos datos.

### 3.3.2 PROYECCIÓN EN EL PLANO

Una proyección es una correspondencia entre un conjunto de puntos de la superficie terrestre y un conjunto de puntos en el plano (*plano de proyección*), a través de la proyección de estos puntos sobre una figura geométrica desarrollable [03\_08]

La proyección (ver 3.3.2 *Proyección en el plano*) es el proceso de obtener coordenadas en el plano que representen las coordenadas en el elipsoide [def:03\_02] de referencia adoptado.

Hay diversos métodos para proyectar el elipsoide sobre el plano. Los diferentes métodos se explican agrupados según el elemento geométrico utilizado para proyectar el elipsoide. Estos son cilindros, conos y objetos planares obteniendo proyecciones cilíndricas, cónicas y planares (ver *Figura 3.10*).

Puesto que cualquier punto de la esfera está definido por sus coordenadas geográficas (*lon,lat*) (donde *lon* es longitud y *lat* latitud, ver 3.1.3) y cualquier punto del plano lo está por sus coordenadas cartesianas (*X,Y*), existirá una serie infinita de relaciones que ligen (*lon,lat*) con (*X,Y*). Cada una de estas infinitas relaciones será un *sistema de proyección cartográfico*.

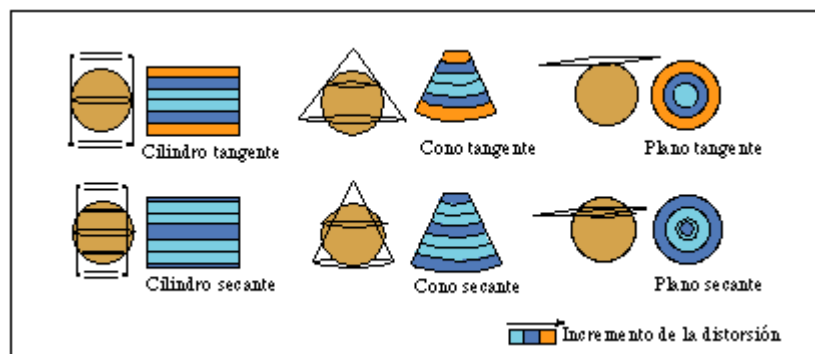
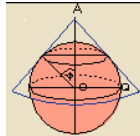
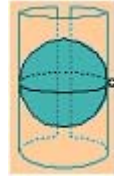


Figura 3.10. Tipos de proyecciones [03\_09]

En el siguiente subapartado se aborda la clasificación de los tipos de proyecciones en el plano.

#### 3.3.2.1 CLASIFICACIÓN DE PROYECCIONES [03\_09]

En primer lugar, se clasifican las proyecciones por la posición relativa del plano de proyección a la figura geométrica usada y, posteriormente, por la forma de la figura geométrica.

<p><b>CÓNICAS</b></p>		<p>Punto de vista en el centro de la esfera. El plano de proyección es un cono tangente o secante a la esfera.</p>
<p><b>CILÍNDRICAS</b></p>		<p>Punto de vista en el centro de la esfera. El plano de proyección es un cilindro tangente a la esfera a lo largo de un círculo máximo.</p>

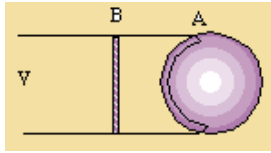
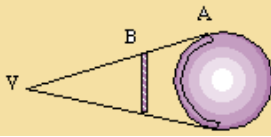
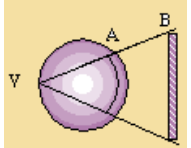
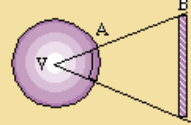
	 <p><b>ORTOGRÁFICAS</b> <a href="#">[def:03_19]</a></p> <p>Punto de vista en el infinito. El plano de proyección es perpendicular al punto de vista.</p>
<p><b>ACIMUTALES</b> <a href="#">[def:03_18]</a></p> <p>Toda la superficie se proyecta sobre un único plano de proyección.</p>	 <p><b>ESCENOGRÁFICAS</b> <a href="#">[def:03_20]</a></p> <p>Punto de vista en un punto propio fuera de la esfera. El plano de proyección es perpendicular a la línea imaginaria entre el punto de vista y el centro.</p>
	 <p><b>ESTEREOGRÁFICAS</b> <a href="#">[def:03_21]</a></p> <p>Punto de vista en las antípodas del punto de tangencia del plano de proyección.</p>
	 <p><b>GNOMÓNICAS</b> <a href="#">[def:03_22]</a></p> <p>Punto de vista en el centro de la esfera.</p>
<p><b>POLIÉDRICAS</b></p> <p>División de la superficie terrestre en trapecios esféricos. Plano de proyección tangente al punto medio del trapecio. Punto de vista o centro de proyección en el infinito.</p>	

Tabla 3.2. Tipos de proyecciones [\[03\\_09\]](#)

No es objeto de este documento entrar en detalle en todos los tipos de proyecciones (ver [Tabla 3.2](#)) y por ello sólo se van a explicar las cilíndricas por ser precursoras de [UTM \[def:03\\_09\]](#).

### 3.3.2.2 PROYECCIONES CILÍNDRICAS

En las proyecciones cilíndricas la figura geométrica adoptada es un cilindro, al proyectarse la imagen en su interior este se desarrolla y se obtiene la representación de la Tierra en el mapa [\[03\\_05\]](#).

En función de la colocación del cilindro se obtienen proyecciones del tipo:

- *Proyección cilíndrica regular:* En estas proyecciones el cilindro es tangente o secante a la Tierra por el ecuador, como se muestra en la [Figura 3.11](#). La característica particular de esta proyección es que se puede adaptar para que no tenga anamorfosis [\[def:03\\_23\]](#).

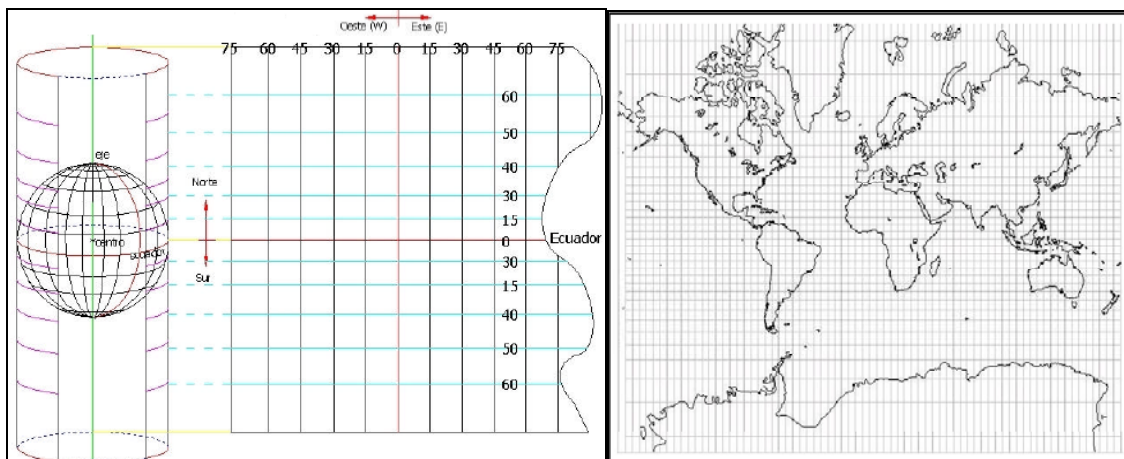


Figura 3.11. Proyección cilíndrica [03\_06]. Mercator [03\_05]

La proyección Mercator es un ejemplo de esta proyección y es la predecesora de la UTM. No tiene anamorfosis [def:03\_23] angular (ver [def:03\_23]) y por eso mantiene las rectas paralelas.

- *Proyecciones cilíndricas transversales:* En estas proyecciones el cilindro está en posición horizontal, tangente al meridiano [def:03\_04] central (ver Figura 3.12).

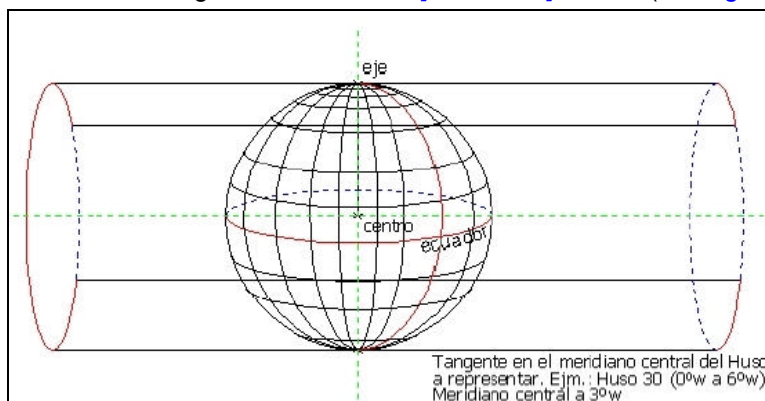


Figura 3.12. Proyección cilíndrica transversa [03\_06]

Como ejemplo de este tipo de proyección existe la proyección transversa de Mercator (UTM, ver 3.3.2.3), construida por Lambert y modificada por Gauss. No presenta anamorfosis [def:03\_23] angular (ver [def:03\_23]).

- *Proyecciones cilíndricas oblicuas:* En la Figura 3.13 se muestra como se realiza una proyección cilíndrica oblicua, donde el cilindro está rotado 45° respecto a cuando estaba tangente al ecuador del elipsoide. Se utilizan en Asia y América central.

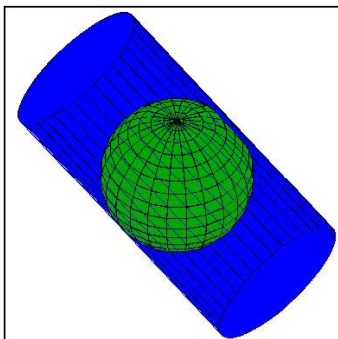


Figura 3.13. Proyección cilíndrica oblicua

### 3.3.2.3 PROYECCIÓN UTM [DEF:03\_09]

El sistema de proyección es una proyección cilíndrica transversal como se ha explicado anteriormente, pero el uso extensivo de esta proyección justifica entrar en detalle sobre algunos aspectos de la misma.

Las siglas UTM [\[def:03\\_09\]](#) significan *Universal Transverse Mercator* y lo estableció como un estándar el ejército americano durante los años cuarenta.

Las reglas básicas del sistema de proyección UTM son las siguientes [\[03\\_05\]](#):

- *Elipsoide de referencia*: En el sistema de proyección UTM se puede usar cualquier elipsoide válido. El recomendado por la Asociación Internacional de Geodesia [\[def:03\\_01\]](#), desde el año 1930 es el elipsoide *Hayford*.
- *Datum o punto fundamental*: En Europa occidental, el datum de referencia es el de *Postdam* en Alemania.
- *Sistema de representación*: El sistema utilizado es el de Gauss, que no es aplicable en grandes extensiones de terreno debido a las deformaciones.

Como se ha mostrado al explicar las coordenadas UTM (ver [3.1.4.1](#)), se ha realizado una división en husos y zonas para limitar las extensiones y por lo tanto evitar errores debido al sistema de presentación. Además existe una latitud máxima ( $80^{\circ}$ ) a partir de la cual los errores son excesivamente altos y se usa un sistema de proyección diferente (UPS).

## 4 FORMATOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En los capítulos anteriores se han definido conceptos básicos de los SIG sobre los que se basa el proyecto, cómo qué es un SIG (ver 2) o conceptos básicos cartográficos (ver 3).

En este capítulo, se detallan los posibles formatos de almacenamiento de datos, así como sus características. Es necesario abordar los diferentes formatos cartográficos, para analizar las posibilidades de almacenamiento de cada uno de ellos.

Las imágenes gráficas [04\_01] pueden ser almacenadas en:

- Formato *raster* [def:02\_04]: cada línea se define por todos sus puntos intermedios, siendo almacenados todos ellos (ver 4.1).
- Formato *vectorial*: cada línea queda definida por un punto inicial y un punto final o punto y un vector, siendo éstos los únicos puntos que se almacenan (ver 4.2).

En el trabajo práctico (ver 7) se ha elegido el formato vectorial para representar los datos cartográficos (ver 7.2.1) y la información del modelo de datos (ver 7.2.6.2).

### 4.1 FORMATO RASTER [DEF:02\_04]

En el formato *raster* [def:02\_04] [04\_01] el espacio está discretizado en pequeños rectángulos o cuadrados, de forma que el tamaño que tienen estos elementos es fundamental y determina la resolución. Utiliza una única primitiva muy similar al punto, el *pixel*, contracción de las palabras inglesas: *picture element*. Una malla de puntos de forma cuadrada o rectangular que contiene valores numéricos representa las entidades cartográficas y sus atributos a la vez (ver 4.1). Los modelos lógicos menos complejos son los basados en el modelo conceptual *raster*, en buena medida porque la georeferenciación y la topología son implícitas a la posición - columna y fila - del pixel en la malla. Cada atributo temático está almacenado en una cobertura [def:02\_02] (capa) propia. La separación entre datos cartográficos (datos con información geográfica) y datos temáticos (datos sin información geográfica) no existe (ver 2.4.1), pues cada cobertura [def:02\_02] (capa) representa un único tema y cada celda contiene un único dato numérico. La malla de *pixels* puede ser regular o también irregular en el caso de los modelos *quadtree* [def:04\_02] y *octree* [def:04\_03] (ver 4.1.1).

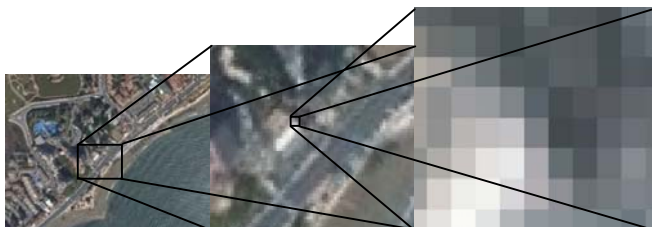


Figura 4.1. Imagen raster y zooms sucesivos

La georeferenciación es una relación entre los datos geográficos en dos dimensiones y los píxeles [def:04\_01] de la imagen *raster*. La precisión de la georeferenciación en el modelo *raster* está sesgada conceptualmente por la porción del territorio que representa el *pixel*, la cual es la unidad de medida lineal y superficial mínima del sistema (ver Figura 4.1). Además, a veces no se especifica como está georeferenciada la celda, respecto a su ángulo superior izquierdo o a su ángulo inferior izquierdo o respecto a su centro. El modelo conceptual *raster* tiene serias limitaciones conceptuales en la precisión de la referenciación, con un margen de error equivalente a la mitad de la base y de la altura del *pixel* [def:04\_01].

#### 4.1.1 ALMACENAMIENTO

El sistema *raster* necesita gran espacio de almacenamiento de datos. El almacenamiento interno de la información asociada a cada capa es un aspecto de la mayor relevancia, buscándose un compromiso entre varios requisitos que están normalmente en competencia:

- Se desea minimizar el volumen de almacenamiento. Existen dos métodos:
  - o *Run-length encoding* [def:04\_04]: Se basa en que los objetos frecuentemente se extienden sobre áreas mayores que un único *pixel*, así este método en lugar de guardar los valores de cada uno de los *pixels*, agrupa las filas de una matriz *raster* en bloques con idéntico valor.

- *Quadrees* [def:04\_02]: Una de las técnicas más utilizadas consiste en dividir un mapa en una estructura jerárquica basada en el principio de descomposición recursiva del espacio en cuadrantes (ver *Figura 4.1*), resultando en una determinada estructura de árbol. Se emplea con el objeto de reducir espacio de almacenamiento y el tiempo de procesamiento de los datos gráficos en los formatos *raster*. Cuando la descomposición es en octantes, el modelo se denomina *octree* [def:04\_03].
  - Se debe maximizar la eficiencia de acceso a la información.
  - Se decreta el tiempo de respuesta requerido en las operaciones efectuadas sobre dicha información (en general, operaciones de composición de capas ).

Una ventaja del modelo *raster* es que tiene una organización muy simple de los datos, lo cual permite realizar con gran facilidad ciertos procesos de análisis, como por ejemplo la superposición de planos, muy fácil de programar mediante operaciones con matrices. Esta operación, desde el punto de vista computacional muy costosa, cuando los temas están en formato vectorial [def:02\_05], se realizan muy rápidamente y automáticamente si los temas son *raster*, pero el resultado estará afectado de un error debido a la discretización. Sus gráficos, aunque deficientes, se pueden realizar con dispositivos baratos, como por ejemplo una impresora matricial.

Sus inconvenientes son el gran volumen de almacenamiento que requiere, la baja calidad de las representaciones gráficas y la dificultad de realizar análisis complejos sobre los gráficos así almacenados. Por último, el modelo *raster* no reconoce explícitamente la existencia de objetos geográficos y, por tanto, en las aplicaciones en que sea esencial su empleo, este modelo no podrá ser utilizado.

#### 4.1.2 TIPOS DE FORMATOS RASTER [DEF:02\_04]

A continuación se enumeran algunos de los formatos *raster* [def:02\_04] más conocidos sin georeferenciar:

- *BitMaP(BMP)*: Es el formato por el archivo más sencillo, ya que almacena todos los *píxeles* de la imagen, sin compresión. Puede llegar a almacenar de 1 a 24 bits por *pixel*, llegando a 16.777.216 colores.
- *Graphic Interchange Format (GIF)*: Es un sistema que comprime la información de la imagen *raster*, utiliza un sistema de compresión sin pérdida de información (compresor Lempel-Ziv-Welch). Almacena los *píxeles* utilizando 8 *bits*, llegando a diferenciar 256 colores.
- *Joint Photographics Expert Group File Interchange Format (JPEG o JPG)*: Este formato de fichero también comprime la imagen que almacena, pero, con pérdida de información. El nivel de compresión, y la pérdida de información, es configurable. Almacena hasta 24 bits por imagen; es decir, puede diferenciar 16.777.216 colores.
- *Tagged Image File Format (TIFF)*: Este formato se caracteriza por almacenar la información de la imagen en forma de etiquetas. La estructura interna se organiza en una cabecera y 320 clases diferentes de etiquetas, que almacenan los datos. Almacena hasta 24 bits por imagen. Es el formato más adecuado para almacenar imágenes muy grandes, debido a la flexibilidad del crecimiento.

Los formatos gráficos capaces de almacenar imágenes georeferenciadas se pueden dividir en estándar, utilizando un fichero extra que contiene la localización de unos determinados píxeles clave de la imagen en una proyección seleccionada (utilizan los ficheros gráficos sin georeferenciar mencionados anteriormente); y *formatos* que intrínsecamente ya están georeferenciados. Algunos *formatos georeferenciados* son:

- *GeoTIFF*: Este formato almacena la imagen *raster* georeferenciada. Se parte del formato de etiquetas *TIFF*, se desarrolla el formato *GeoTIFF*, capaz de almacenar la imagen *raster* georeferenciada. Soporta diferentes tipos de proyecciones, como la UTM, la transversal de Mercator, la cónica conforme de Lambert, etc. Este formato difiere del formato original en el uso de menos etiquetas.
- *MrSID*: Este formato fue desarrollado por *LIZARDTECH*. Es adecuado para tratar imágenes de gran resolución porque permite una reducción del tamaño del fichero de hasta un 95%.

## 4.2 FORMATO VECTORIAL [DEF:02\_05] [04\_01]

El formato vectorial [def:02\_05] se basa en la digitalización de los objetos del mundo real en tres tipos de elementos [04\_01] que representan la información:

- *Nodo*: es la unidad básica para representar entidades con posición pero sin dimensión (al menos a la escala escogida, ver [Figura 4.2](#)).
- *Línea o arco*: representa entidades de una dimensión y está restringido a línea recta en algunas implementaciones (ver [Figura 4.2](#)).
- *Polígono o área*: se utiliza para representar las entidades bidimensionales (ver [Figura 4.2](#)).

En algunos casos se añade una cuarta, el volumen. Entre ellas existen una serie de relaciones tales como que una línea se define por dos o más puntos (nodos), o un área está limitada por una serie de líneas, lo cual constituye una mínima definición topológica.

### 4.2.1 ALMACENAMIENTO

Normalmente se almacenan relaciones del tipo:

- Nodo origen, nodo final de arco y relación ordenada de los nodos internos si existieran.
- Secuencia ordenada de los arcos que definen un polígono.
- Polígonos a derecha y a izquierda de cada arco (ver [Figura 4.2](#)).

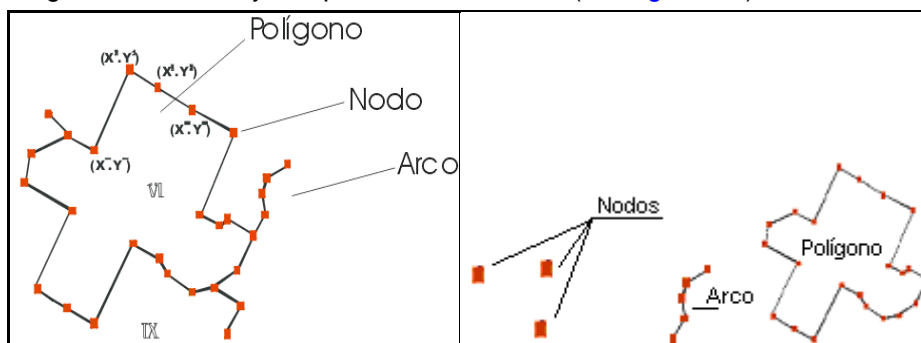


Figura 4.2. Representación vectorial en nodos, arcos y polígonos (o áreas) [04\_01]

El detalle con el que se almacenan las relaciones [04\_01] es un compromiso entre la eficiencia del proceso y la modelización precisa de la realidad. Los procedimientos de análisis en este modelo son más laboriosos, pero más precisos que en el modelo *raster* [def:02\_04], ya que conllevan la resolución analítica de intersecciones entre arcos, la determinación de áreas y la evaluación de posiciones relativas entre elementos diferentes (punto / polígono, punto / línea, etc.)

La posición de los datos se puede georeferenciar directamente, por medio de un sistema de coordenadas; o indirectamente, utilizando por ejemplo la dirección postal, en ambos casos la solución es muy eficaz. Los atributos no espaciales son almacenados en una base de datos alfanuméricos interrelacionada con la base de datos cartográfica, ofreciendo con ello posibilidades muy distintas de las del formato *raster*. Las interrelaciones topológicas se explicitan hasta el último detalle y con gran sofisticación. En el caso vectorial [def:02\_05], no hay ninguna limitación conceptual en la precisión de la georeferenciación, hay únicamente una limitación matemática y física de dígitos del hardware, en los casos de la precisión simple y doble. Esta limitación no existe en los ordenadores basados en numeración de coma flotante

Este modelo es mucho más parecido a la percepción humana del espacio que la que ofrecen los modelos *raster* y en parte por ello tiene más variantes y más dificultades añadidas.

La principal ventaja de este modelo respecto del modelo *raster* es su capacidad para expresar las relaciones espaciales existentes entre las entidades, esto es, la información topológica, que es la que dota al modelo de la semántica necesaria para representar el conocimiento territorial ya que se establece una relación entre elementos del mundo real y la información cartográfica.

El principal inconveniente de la cartografía vectorial respecto a la *raster* es el precio, debido al alto coste del proceso de elaboración y de mantenimiento.

Históricamente se han diferenciado SIG vectoriales y *raster*. Actualmente los principales sistemas SIG combinan ambos tipos de estructuras. El debate *raster* / vectorial ha



evolucionado de la cuestión "¿Cuál es mejor?" a la cuestión "¿Bajo que condiciones es mejor uno que otro, y cómo podemos combinarlos de manera flexible?"

#### 4.2.2 TIPOS DE FORMATOS VECTORIALES [DEF:02\_05]

Estos son algunos de los formatos vectoriales [def:02\_05] más utilizados:

- *DWG*: Es el formato estándar en que se almacenan los datos en *AUTOCAD*. Se caracteriza por almacenar la información en formato vectorial usando capas.
- *Drawing Web Format (DWF)*: Formato de intercambio de datos vectoriales a través de *web*. Es una variación del formato original de *AUTOCAD*, preparado para exportar datos para publicar en *web*.
- *Drawing Exchange Format (DXF)*: Es un formato de intercambio de datos vectoriales entre diversos programas CAD, utilizado por *AUTOCAD*. Estos ficheros están estructurados en objetos, que son elementos que no tienen parte gráfica y las entidades que contienen la parte gráfica de la representación.
- *DGN*: Es el formato equivalente de *DWG*, de *microstation*, Utilizando también capas. Es el formato utilizado en las administraciones públicas.
- *ShapeFile (SHP)*: Es un formato que no almacena información topológica facilitando un dibujo en pantalla mucho más rápido. El espacio ocupado en disco es menor y la carga de escritura / lectura.

#### 4.3 RASTER VS VECTORIAL

En este apartado se van a esquematizar las diferentes ventajas e inconvenientes entre los diferentes tipos de cartografía tratados en los puntos anteriores; así como el uso recomendado para cada tipo.

Se recomienda el uso del formato vectorial para:

- La realización de gráficos y mapas precisos.
- El análisis de redes ( cableados eléctricos y telefónicos, rutas de transporte, etc. )

Se recomienda el uso del formato *raster* para:

- La superposición y combinación de planos siendo más rápido y más barato.
- Cuando se trabaja con representaciones y simulaciones de superficies

Se recomienda el uso del formato *raster* y vectorial en combinación:

- Cuando sea necesario representar líneas con precisión (vectorial) y superficies rellenas (*raster*).

Las diferencias entre *raster* y vectorial se muestran en la *Tabla 4.1*:

Ventajas formato <i>raster</i> [def:02_04]	Ventajas formato vectorial [def:02_05]
<p>En <i>raster</i> la captura de los datos es más rápida, debido a que sólo se ha de discretizar el espacio, en porciones, <i>pixels</i>, suficientemente pequeños para ser significativos y suficientemente grandes para no trabajar con mas información de la necesaria.</p> <p>En vectorial se han de extraer los nodos, los arcos y los polígonos de la imagen y esta no es una tarea rápida.</p>	<p>En vectorial hay menos datos a almacenar y la ocupación de la base de datos es menor.</p> <p>En <i>raster</i> los datos a almacenar son muchos ya que cualquier punto del tamaño de un píxel [def:04_01] se ha de almacenar en la base de datos.</p>
<p>En <i>raster</i> la estructura de la base de datos es más simple ya que sólo se han de almacenar los píxeles y sus valores.</p> <p>En vectorial la estructura de datos es más compleja al almacenar las coordenadas de los vectores y la información alfanumérica asociada al elemento que forman los vectores.</p>	<p>En vectorial se guarda la forma de los elementos por lo que se pueden realizar análisis en función de la topología del elemento y con el resto de elementos en el espacio.</p> <p>En <i>raster</i> la forma de los elementos no está clara y no facilita la búsqueda y análisis por proximidad.</p>
<p>En <i>raster</i> el análisis del espacio es mucho más</p>	

<p>sencillo ya que los elementos a dibujar ya están contenidos en los píxeles y sólo hay que representar la imagen. La simulación también es más sencilla al estar ya construida la imagen y se ha de modificar según la regla de simulación.</p> <p>En vectorial el análisis del espacio es más complejo ya que antes hay que construir el modelo del espacio, según los vectores almacenados. También la simulación es más compleja.</p>	
<p>En <i>raster</i> la cartografía es más económica.</p> <p>En vectorial es más cara y al tener más información necesita mayor frecuencia de actualización.</p>	
<p>En <i>raster</i> el <i>hardware</i> que ha de ejecutar cualquier análisis no ha de ser muy potente ya que sólo se han de tratar imágenes. De todas formas, se requiere manejar un gran volumen de información lo cual obliga, a veces, a tener un <i>hardware</i> muy potente.</p> <p>En vectorial el hardware que ejecuta el análisis ha de ser potente ya que ha de manejar vectores.</p>	

Tabla 4.1. Ventajas de formato raster y vectorial

## 5 GEOMEDIA PROFESSIONAL [DEF:05\_01] 5.2 [05\_01]

En los capítulos anteriores (ver 2, 3 y 4) se han explicado conceptos sobre los que se basa un SIG.

En este apartado se trata el funcionamiento y características del programa *Geomedia Professional* [def:05\_01], explicando detalladamente porqué es un SIG. Es necesario abordar el programa en detalle, ya que se utilizará para preparar la información geográfica necesaria en el proyecto.

En el apartado 5.1 *Características* se explican las características básicas de *GeoMedia Professional*. Este apartado habla también de los componentes del fichero de proyecto (*GeoWorkspace* [def:05\_02], ver 5.1.2) y de la organización de objetos en clases de entidad.

En el apartado 5.2 *Registro y validación de datos* se explica como registrar y validar elementos del modelo de datos.

En el apartado 5.3 *Análisis de datos (consultas con filtros de atributos y espaciales)* se explica cómo realizar consultas espaciales (ver 5.3.2) o consultas sobre atributos mediante SQL (ver 5.3.1).

En el apartado 5.4 *Ventanas* se explica el funcionamiento de las diferentes ventanas del sistema: ventana de mapa (ver 5.4.1), de datos (ver 5.4.2) y de composición (ver 5.4.3).

En el apartado 5.5 *Metadatos* se explica la existencia información interna, que necesita la base de datos para mantener el resto de información accesible al usuario.

En el apartado 5.6 *Necesidades de un SIG de aguas* se explican las necesidades de un SIG de un sistema de distribución de aguas respecto a cualquier otro SIG.

En el apartado 5.7 *Limitaciones de Geomedia Professional* se explican las limitaciones de *Geomedia Professional*, que resulta insuficiente para resolver las necesidades de un SIG de distribución de aguas.

Finalmente en el apartado 5.8 *Otros productos Geomedia* se explican otros productos de *Geomedia* que complementan las capacidades generales de *Geomedia Professional*.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS

*GeoMedia Professional* es el primer producto de captura y administración de datos espaciales diseñado específicamente para funcionar con bases de datos relacionales estándar (no propietarias y específicas de un SIG). Se concentra en la captura y edición de datos, en el análisis y la generación de informes de datos

*GeoMedia Professional* se concibió precisamente para la compilación y mantenimiento de datos SIG. Brinda una solución SIG completa a partir de la captura, visualización y producción de datos.

Esta versión, la 5.2, está diseñada para trabajar en los sistemas operativos *Microsoft Windows 2000* y *XP*. Permite combinar datos geográficos de diferentes procedencias en formatos diferentes y con proyecciones de mapas diferentes. Todos estos elementos se pueden trabajar desde un mismo fichero de proyecto (ver 5.1.1).

Los rasgos que hacen que *Geomedia Professional* tenga un valor añadido al de las funcionalidades intrínsecas de los SIG son:

- Visualización y análisis de datos en el formato original. Permite la integración de archivos gráficos en su formato original. También permite que archivos en formatos diferentes se muestren y se realicen tareas de análisis en el mismo entorno y sin necesidad de ninguna conexión.
- Análisis de datos de diferentes almacenes de datos y diferentes fuentes. Permite que en una misma área de trabajo existan datos de diversos almacenes de datos (bases de datos) y que estos sean de diversos gestores de bases de datos. Algunos de los gestores de base de datos que soporta son: *Oracle* [def:07\_01], *Access* [def:07\_02], *SQL Server* [def:07\_03].
- Integración en el entorno ofimático. Permite la integración de los datos en cualquiera de las aplicaciones de entorno ofimático de Microsoft. Entre otras funciones, permite la

generación de informes con Microsoft Word, la creación de presentaciones con *Microsoft Powerpoint*, etc.

- Integración en entornos de desarrollo de aplicaciones externas. Permite que un entorno de desarrollo pueda utilizar las funcionalidades internas de *Geomedia Professional*, de forma transparente al usuario. Soporta el entorno de desarrollo Visual Basic.

Hay algunas características fundamentales de *Geomedia Professional* que se van a tratar en detalle debido a su importancia:

- *GeoWorkSpace* (ver [5.1.1](#)): Fichero de proyecto que contiene toda la información necesaria para visualizar la información desde su ubicación física.
- *Almacén de datos* (ver [5.1.2](#)): Conexión física al gestor de base de datos donde está la información geográfica y los *metadatos* [[def:05\\_03](#)].
- *Clases de entidad y entidades* (ver [5.1.3](#)): Unidades fundamentales de los elementos geográficos representables en la vista del mapa (ver [5.4.1](#)).

#### 5.1.1 GEOWORKSPACE [[DEF:05\\_02](#)]

El *GeoWorkSpace* [[def:05\\_02](#)] es un fichero de proyecto (.gws) que recoge información sobre los diferentes almacenes que hay para la visualización de los datos geográficos en un mapa. Además, desde las conexiones a los almacenes se permite añadir datos y manipular los ya existentes. También está en su ámbito la visualización de las ventanas de mapa y de datos, las ventanas de composición, las barras de herramientas, la información del sistema de coordenadas y consultas creadas previamente.

El traspaso de información del *GeoWorkSpace* de un ordenador a otro implica el cambio del fichero y los almacenes deben estar en la misma ruta que el ordenador original.

Se puede elegir cargar o no los datos al abrir un *GeoWorkSpace* con lo que se gana en velocidad de apertura y después desde la leyenda se puede ir seleccionando los datos que se desean ir abriendo.

También se puede seleccionar que al abrir un *GeoWorkSpace* se haga una copia de seguridad con el fin de que si se toca alguna configuración y se guarda se pueda volver a la anterior copia si es necesario.

Cada *GeoWorkSpace* está construido sobre una plantilla. Se pueden crear plantillas propias o usar las ya existentes. El *software* incluye una plantilla predeterminada de *GeoWorkSpace*, *normal.gwt*, que contiene una ventana de mapa vacía (ver [5.4.1](#)), una leyenda vacía (ver [5.4.1.1](#)) y un sistema de coordenadas (ver [5.1.1.1](#)) predefinido.

En los próximos subapartados se va a profundizar en:

- *Sistemas de coordenadas*: necesarios para poder situar la información cartográfica.
- *Filtros espaciales*: limitan el área de las consultas.
- *Conexión de proximidad*: mapa de orientación rápida.

##### 5.1.1.1 SISTEMAS DE COORDENADAS

En un *GeoWorkSpace* se pueden definir las siguientes propiedades del sistema de coordenadas:

- Tipo de almacenamiento base (geográfico o de proyección).
- Unidades de almacenamiento.
- Centro de almacenamiento.
- Sistema de proyección y parámetros (ver [3.3.2](#)).
- *Datum* [[def:03\\_12](#)] geodésico horizontal (ver [3.2.2](#)).
- Elipsoide de referencia y parámetros (ver [3.2.1](#)).

Todos los datos deben especificar un sistema de coordenadas para poder visualizarse con precisión en un *GeoWorkSpace*. Los datos (ver [5.1.2.1](#)) *MGE*, *MGDM* y *MGSM* ya especifican sistemas de coordenadas, pero no ocurre lo mismo con los *ARC/INFO*, *Arc/View* y *MapInfo* ni algunos *FRAMME*, *CAD* [[def:02\\_01](#)] y *raster* [[def:02\\_04](#)] (ver [4.1](#)). Para poder trabajar con datos que carecen de sistema de coordenadas, antes hay que definir un *archivo de sistema de coordenadas* (.csf) fuera del *software*.

*Geomedia Professional* admite los siguientes tipos de sistemas de coordenadas:

- Un sistema de coordenadas geográfico (por defecto) referido a un elipsoide, que expresa las coordenadas en forma de longitud [def:03\_06] y latitud [def:03\_07], siendo la longitud la distancia angular desde un meridiano de origen y la latitud la distancia angular desde el ecuador (ver *Figura 3.6*).
- Un sistema de coordenadas proyectado referido a un plano de proyección con una relación con el elipsoide conocido, que expresa las coordenadas en forma de X y Y, donde generalmente X señala hacia el Este (en el mapa) y Y hacia el Norte en el punto elegido como origen del mapa (ver *Figura 3.7*).
- Un sistema de coordenadas geocéntrico referido a un sistema cartesiano con centro en la Tierra, que expresa las coordenadas como la posición de un punto específico respecto al centro de la Tierra (coordenadas x,y,z).

#### 5.1.1.2 FILTROS ESPACIALES

---

Un *filtro espacial* define un área límite a partir del cual no realiza más análisis al limitar el área geográfica y, por tanto, el número de entidades que pueden aparecer en la ventana de mapa. Está situado en el *GeoWorkSpace* y se aplica a los datos que contiene. Según el tamaño del conjunto de datos, los filtros espaciales pueden ahorrar mucho tiempo de proceso.

#### 5.1.1.3 CONEXIÓN DE PROXIMIDAD

---

Una *conexión de proximidad* es una conexión con un almacén de proximidad. Este tipo de almacén proporciona normalmente imágenes de fondo dispersas y a escala reducida de entidades que actúan como mapa de proximidad. Este mapa ayuda al usuario a desplazarse y orientarse en el conjunto de los datos. El mapa que gestiona la conexión de proximidad ha de ser lo bastante pequeño para conectar y mostrar las entidades rápidamente, y lo bastante detallado para proporcionar una representación visual razonable de los datos para facilitar la colocación de filtros espaciales.

### 5.1.2 ALMACÉN DE DATOS

---

Un almacén de datos es una fuente de datos geográficos. La geometría de las entidades y los datos de atributos se visualizan en la ventana de mapa y de datos, que a su vez están en el *GeoWorkspace*. Cada conexión de almacén emplea un servidor de datos para convertir éstos a un formato que el *software* permita visualizar.

#### 5.1.2.1 TIPOS DE ALMACENES

---

Hay varios tipos de almacenes en *Geomedia Professional*:

- Almacén de lectura, escritura y creación. *Access* [def:07\_02].
- Almacenes de lectura y escritura. *Oracle* [def:07\_01] y *SQL Server* [def:07\_03]. Los almacenes se deben crear en los motores de las bases de datos. En ambos casos se pueden crear los metadatos [def:05\_03] y las tablas.
- Almacenes de sólo lectura. Como *ArclInfo*, *MapInfo*, etc.

En la *Tabla 5.1* se muestran los tipos de almacenes soportados por *Geomedia Professional* donde las X indican si cada uno de los tipos de almacenes permite lectura, escritura o creación:

TIPO DE ALMACÉN	LECTURA	ESCRITURA	CREACIÓN
ACCESS [def:07_02]	X	X	X
MGE DATA MANAGER (MGDM)	X		
ARC/INFO	X		
MGE SEGMENT MANAGER (MGSM)	X		
SHAPEFILE DE ARC VIEW	X		
CAD [def:02_01]- AUTOCAD	X		
ODBC TABULAR MICROSTATION / IGDS	X		
MODELO DE OBJETOS DE ORACLE [def:07_01]	X	X	
SQL SERVER [def:07_03]	X	X	
MAP INFO	X		
SMARTSTORE SERVER	X		
MODULAR GIS ENVIRONMENT (MGE)	X		
SERVIDOR DE ARCHIVOS DE TEXTO	X		

Tabla 5.1. Tipos de almacenes

### 5.1.3 CLASES DE ENTIDAD Y ENTIDADES

Las clases de entidad y las entidades definen las unidades básicas de trabajo con *Geomedia Professional*. Las entidades tienen atributos, una *clase de entidad* (tabla) define todos los atributos y tipos de datos asociados a un grupo de entidades. Las instancias específicas (registros) de la clase de entidad tienen valores únicos en los campos de atributos.

#### 5.1.3.1 CLASES DE ENTIDAD

Una clase de entidad define una serie de atributos no gráficos de forma genérica independientemente del medio de almacenamiento. Las clases de entidad se utilizan para clasificar las entidades. Una clase de entidad define un sistema de coordenadas para todas las entidades de esa clase.

Si hacemos una similitud entre *Geomedia Professional* y la programación orientada a objetos, una clase de entidad sería una clase y una entidad un objeto. En un modelo de base de datos relacional una clase de entidad es una tabla y una entidad es un registro de esa tabla.

Las clases de entidad se pueden crear desde *Geomedia Professional* en *Access* [def:07\_02], en *SQL Server* [def:07\_03] y en *Oracle* [def:07\_01].

Cada clase de entidad debe tener un atributo clave y un valor de índice primario y único para dicha clave.

#### 5.1.3.2 ENTIDAD

Una entidad es un concepto que representa un elemento gráfico en el mapa asociándole unos atributos no gráficos que pertenecen a una clase de entidad. Una entidad en el mundo real puede representar cualquier objeto físico que se desee, por ejemplo, una ciudad o una carretera (ver *Figura 6.1*, en la figura una entidad de tipo punto representa en el mundo real una ciudad y una entidad de tipo línea representa una carretera).

Todas las entidades están distribuidas en clases de entidad que por si mismas son una clasificación de las mismas entidades que tienen los mismos atributos.

En un almacén de lectura y escritura es posible crear una clase de entidad, suprimirla y editar su definición. Una *clase de entidad* se puede editar de las siguientes formas:

- Añadiendo atributos (columnas de la base de datos y en la vista de datos).
- Eliminando atributos.
- Cambiando atributos.

En almacenes de lectura y escritura también es posible administrar los datos de *entidades* como sigue:

- Cambiando los valores de los atributos (celdas, ver [Figura 6.1](#), se está editando el atributo *ID*).
- Añadiendo o eliminando entidades (filas en la base de datos y en la vista de datos).

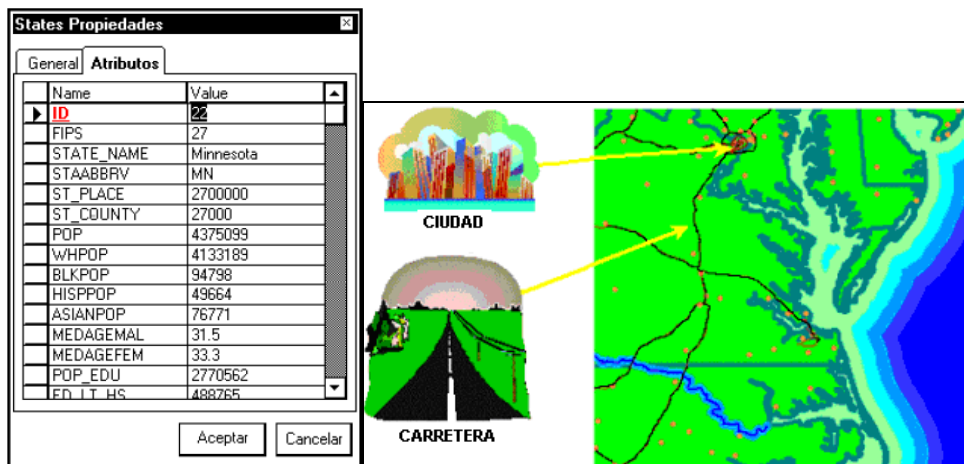


Figura 6.1. Entidades en una vista de un mapa. Atributos a la izquierda y representación en el mapa a la derecha.

Se llama geometría de una entidad a la representación gráfica de una entidad en la ventana de mapa. Las entidades están representadas por los siguientes tipos de geometrías:

- Una entidad de *punto* (ver [Figura 4.2](#)) se representa por medio de uno o más puntos en un mapa que representa la ubicación de una entidad. Un punto también puede representar entidades que es imposible trazar a la escala de mapa definida. Como ejemplos de entidades de punto pueden citarse los puntos de control de altitud, los pozos petrolíferos y las bocas de acceso.
- Una entidad *lineal* (ver [Figura 4.2](#)) se representa por medio de uno o más arcos o líneas. Lo que en el mapa parece ser una sola línea, tal vez sea en realidad un conjunto de segmentos de línea unidos que forman una única entidad. Ejemplos de entidades lineales son los ríos, las líneas de ferrocarril, los tendidos eléctricos y las carreteras.
- Una entidad de *área* (ver [Figura 4.2](#)) se representa mediante zonas delimitadas. Cada límite puede contener uno o varios agujeros, y los límites y agujeros a su vez pueden estar formados por una o varias líneas o arcos. Las provincias y las parcelas de terreno son ejemplos de entidades de área.
- Una entidad *compuesta* (ver [Figura 4.2](#)) puede tener geometría de punto, lineal y de área dentro de la clase de entidad o dentro de una entidad individual.
- Las entidades de *texto* (ver [Figura 5.5](#)) se representan mediante texto, que aparece en una ubicación puntual de un mapa. Es posible colocar texto en una clase de entidad de texto ya creada o en una nueva. Los textos pueden tener orientación, es decir, se pueden rotar.
- Una entidad de *imagen* (ver [Figura 4.1](#)) es una imagen *raster* [def:02\_04].

## 5.2 REGISTRO Y VALIDACIÓN DE DATOS

*Geomedia Professional* tiene una serie de herramientas que permiten la captura de datos a través de las herramientas de digitalización. Esta puede ser *raster* [def:02\_04] o *vectorial* [def:02\_05].

También proporciona herramientas de conectividad [def:05\_04], las más importantes son:

- Información de geometría.
- Extender hasta intersección.
- Validar geometría.
- Extender dos líneas hasta intersección
- Arreglar geometría.

- Recortar.
- Validar conectividad [def:05\_04].
- Recortar hasta intersección.
- Arreglar conectividad [def:05\_04].
- Insertar intersección.
- Invertir dirección.
- Extender.
- Construir acuerdo circular.

No es el objeto de este documento profundizar en el funcionamiento de estas herramientas.

### 5.3 ANÁLISIS DE DATOS (CONSULTAS CON FILTROS DE ATRIBUTOS Y ESPACIALES)

Las consultas son preguntas, complejas o simples que se puede hacer a un SIG. Es una petición de las entidades que cumplen las condiciones definidas o una petición de determinada información sobre las entidades.

Para encontrar entidades que cumplan con las condiciones se realiza una consulta de las clases de entidad y las consultas previamente hechas en cualquier almacén abierto de *GeoWorkSpace*. Las consultas se almacenan en el *GeoWorkSpace*, de forma que si un almacén cambia, todas las consultas se actualizan cada vez que se abren. Si se define un filtro espacial para la conexión de almacén en el momento en que se define la consulta, ésta se limita al área geográfica definida por el filtro espacial.

En las consultas destacan dos tipos que se abordan a continuación:

- *Consultas con filtros de atributos*: Filtrando por contenido de los datos (*metadatos*).
- *Consultas espaciales*: Filtrando por los datos con información geográfica.

#### 5.3.1 CONSULTAS CON FILTROS DE ATRIBUTOS

En una consulta por atributos, las entidades deseadas se identifican definiendo un filtro de atributos. Un filtro consta de una o más expresiones, cada una de ellas formada a su vez por un atributo, un operador y un valor para el atributo. En una directiva *where*, se puede especificar un valor específico o un intervalo de valores para un atributo o combinación de atributos.

#### 5.3.2 CONSULTAS ESPACIALES

Las consultas espaciales definen la relación entre dos clases de entidades mediante un operador espacial. El operador espacial crea la cláusula *que* de la sentencia de la consulta. Por ejemplo, en la consulta, las palabras *“que entren en contacto”* es el operador espacial, ya que define la relación entre las carreteras de dos carriles y las nacionales:

*“Búsquense todas las carreteras de dos carriles que entren en contacto con carreteras nacionales”*.

Relaciones topológicas como la el ejemplo hay:

- *“Se tocan”*: Dos elementos que tienen algún punto de intersección geográfica.
- *“Incluye”*: Un elemento está completamente dentro del otro.

### 5.4 VENTANAS

El *GeoWorkSpace* de *GeoMedia* puede contener ventanas de mapas, ventanas de datos y una ventana de composición. Estas ventanas proporcionan diferentes formas de visualizar los datos.

A continuación se abordan los siguientes subapartados:

- *Ventana de mapa*: muestra la visualización de gráficos o entidades (objetos geográficos de mapa y otros).
- *Ventana de datos*: muestra las mismas entidades en forma de atributos.
- *Ventana de composición*: muestra una ventana resumen con enlaces a las otras ventanas de mapa y de datos y suele utilizarse para preparar una impresión compuesta de diversos elementos del mapa. Esta ventana debe ser única. Los cambios realizados en la ventana de mapa se pueden actualizar en la ventana de composición, o pueden quedar estáticos como una instantánea reflejando las características de la ventana de mapa en el momento de colocación.



### 5.4.1 VENTANA DE MAPA

La ventana de mapa (ver [Figura 5.2](#)) muestra la representación gráfica de las entidades o de las consultas. Cada ventana de mapa contiene los siguientes elementos: una leyenda, una flecha norte y una barra de escala. Estos elementos pueden estar visibles o no.

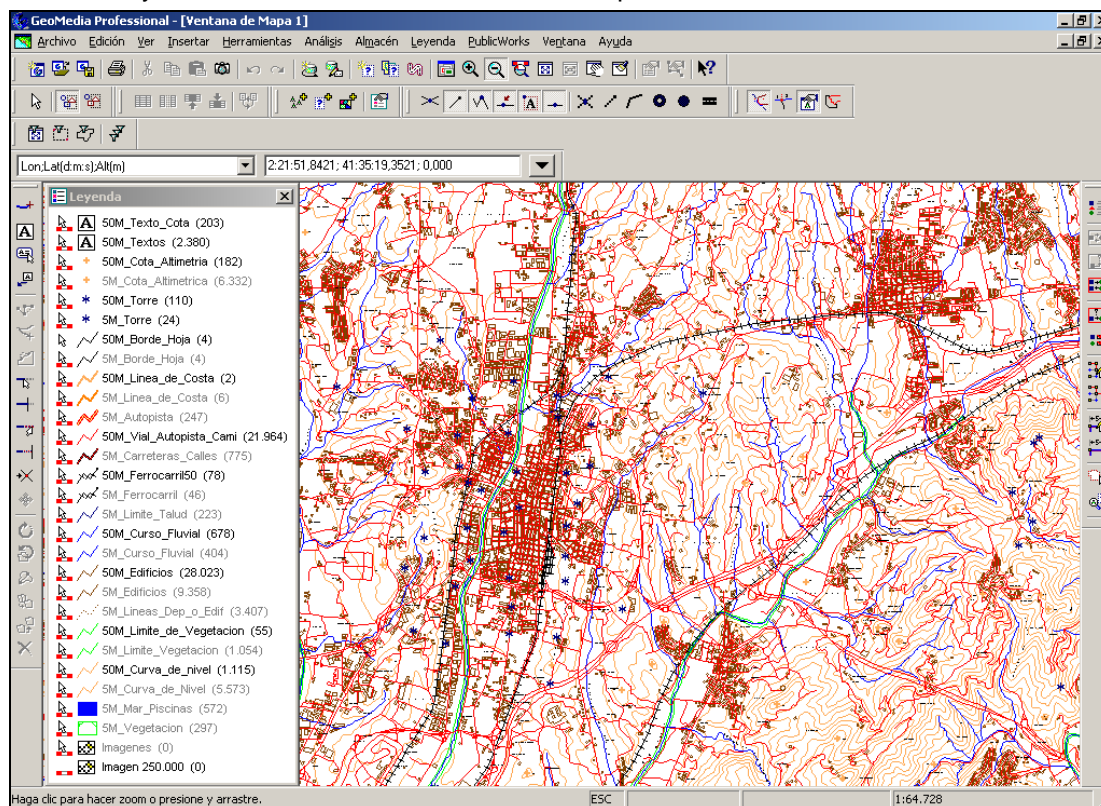


Figura 5.2. Vista del mapa

#### 5.4.1.1 LEYENDA

La leyenda (ver [Figura 5.3](#)) consta de las partes siguientes:

- Una *barra de título* que se puede activar y desactivar. La barra de título debe estar activada para poder cerrar la leyenda.
- Las entradas de leyenda, que se utilizan para controlar cómo se muestran los objetos de la ventana de mapa activa.
  - o Las entradas de leyenda pueden tener títulos, subtítulos y encabezados.
  - o También dispone de una columna de indicadores de estado de los datos como “Estado no válido”, “Conexión cerrada”, “Datos no cargados”, “Visualización temática contraída”, “Visualización temática ampliada” o “Clave de estilo”.
  - o Además hay otra columna de indicadores como “Flecha de ubicación” y “Según escala” para indicar la configuración realizada en el estilo de esa entrada de la leyenda.

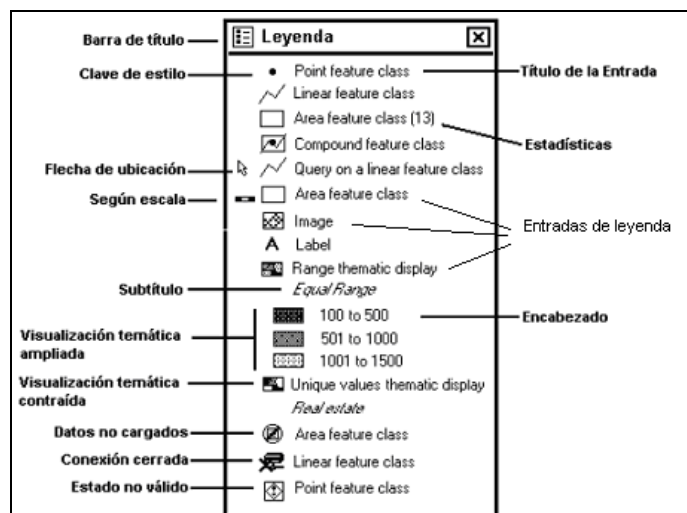


Figura 5.3. Leyenda del mapa

La leyenda tiene una entrada distinta por cada objeto de mapa. Si una clase de entidad o una consulta tiene varios atributos de geometría o de texto, se añade a la leyenda una entrada para cada uno de ellos.

Cada entrada contiene un título y una clave de estilo. Si se activan las estadísticas de una leyenda, la entrada muestra el número de objetos de mapa entre paréntesis, junto al título. Las claves de estilo de las clases de entidades y consultas son dinámicas y representan el tipo de geometría de la clase de entidad (punto, línea, área o compuesto). Las claves de estilo de las visualizaciones temáticas, las imágenes y el texto son estáticas y representan el tipo de objeto.

#### 5.4.1.2 FLECHA NORTE

La flecha norte (ver [Figura 5.4](#)) sirve de referencia en el mapa al señalar el norte. Se puede colocar en cualquier sitio de la representación gráfica manteniéndose constante la medida aunque varíe la escala. Una ventana del mapa sólo puede tener una flecha norte y se puede mostrar u ocultar por el usuario. Por defecto está oculta.

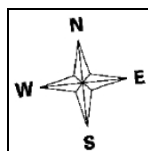


Figura 5.4. Flecha norte

#### 5.4.1.3 BARRA DE ESCALA

La barra de escala (ver [Figura 5.5](#)) indica la escala de la ventana que se está visualizando. Sólo se puede mostrar una barra de escala en una ventana de mapa. Igual que la flecha norte se puede situar en cualquier posición. La barra de escala está graduada en unidades del suelo para indicar distancias en el mapa.

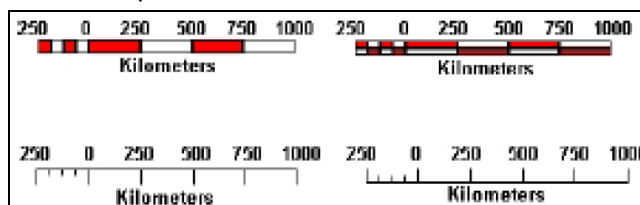


Figura 5.5. Barra de escala

#### 5.4.1.4 CONCEPTOS VARIOS

Hay algunos conceptos básicos de la ventana del mapa que se abordarán a continuación:

- *Escala nominal y de visualización*: Diferencias.
- *Mapas temáticos*: Representación gráfica.
- *Estilos*: Tipos de estilo por clase de entidad.

#### 5.4.1.4.1 ESCALA NOMINAL Y DE VISUALIZACIÓN

La escala nominal es la escala entre los datos reales y los representados en el momento de la creación. La escala de los mapas de papel coincide con la escala nominal.

La escala de visualización es con la que trabaja la ventana de mapa y la puede modificar el usuario.

La [Figura 5.6](#) muestra como varía o no varía el tamaño de unas etiquetas en función de la escala de visualización, se aprecia como en las tres imágenes superiores mantienen el tamaño de las etiquetas a pesar de varias la escala de visualización. Las tres imágenes inferiores visualizan lo contrario. Esto se produce por el tipo de visualización de las etiquetas en la clase de entidad, esta propiedad se cambia desde la leyenda del mapa.

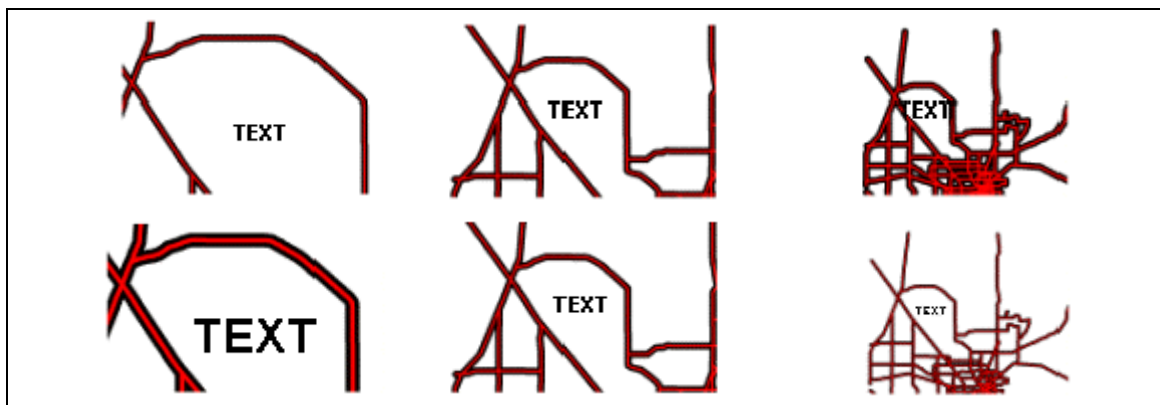


Figura 5.6. Variación del tamaño de etiquetas con la escala de visualización

#### 5.4.1.4.2 ESTILOS

Los estilos se utilizan para definir como se visualizarán las entidades y las consultas en la ventana del mapa y se definen para una clase de entidad. Hay diferentes estilos para cada uno de los tipos de entidades que hay, por ejemplo en el caso de una clase de entidad de tipo texto se tendrá una ventana donde se podrá modificar el tipo de letra, el color del texto, etc.

#### 5.4.1.4.3 MAPAS TEMÁTICOS

Un mapa temáticos es el resultado del proceso de definir estilos de entidad (color, tamaño, símbolo, patrón, etc.) según valores de atributo de clases de entidad seleccionadas. Por ejemplo, una clase de entidad denominada *reparacions\_aigues* se puede presentar en un mapa temáticamente, para que las comarcas se llenen con colores según los valores del número de averías que hay en cada comarca (ver [Figura 5.7](#)). Se puede especificar el número de colores que se usará definiendo el número de rangos en que esencialmente se clasificarán los datos. Todos los tipos de geometría se pueden presentar en mapas temáticos y se actualizarán cuando los datos de origen cambien.

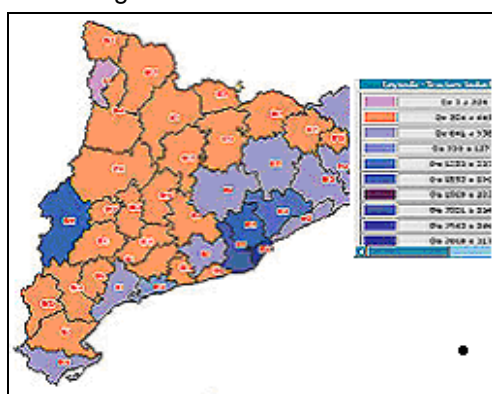


Figura 5.7. Número de averías por comarca

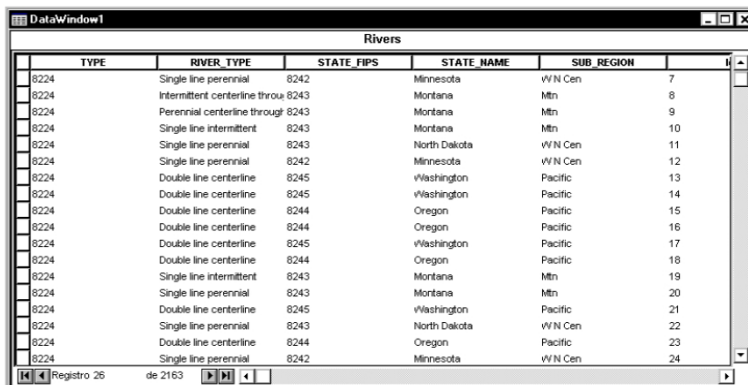
#### 5.4.1.4.4 ZONAS DE INFLUENCIA

Son las áreas alrededor de una o diversas entidades en que se pueden delimitar consultas espaciales. El territorio y las entidades incluidas en una zona de influencia se pueden marcar gráficamente cambiando su aspecto, para tenerlas identificadas. El uso de zonas de influencia es adecuado a la hora de realizar un análisis de los datos en un área concreta del territorio.

### 5.4.2 VENTANA DE DATOS

Una *ventana de datos* contiene los atributos no gráficos de una clase de entidad o consulta. Esto equivale a una tabla de entidades, donde cada columna representa un atributo y cada fila una ocurrencia (una *entidad*) de la clase de entidad. Los datos de cada celda se denominan *valor* o valor de atributo. Las ventanas de datos visualizan clases de entidad de área, lineal, de punto, de imagen, compuestas, de texto gráfico y no gráficas.

En un almacén de lectura y escritura, se pueden editar y revisar las entidades y valores en una ventana de datos (ver [Figura 5.8](#)). Todo los cambios que se realicen se reflejan en la ventana de mapa. Así pues, si elimina una fila de una ventana de datos, la entidad correspondiente también se elimina del mapa.



TYPE	RIVER_TYPE	STATE_FIPS	STATE_NAME	SUB_REGION	
8224	Single line perennial	8242	Minnesota	W/N Cen	7
8224	Intermittent centerline through	8243	Montana	Mtn	8
8224	Perennial centerline through	8243	Montana	Mtn	9
8224	Single line intermittent	8243	Montana	Mtn	10
8224	Single line perennial	8243	North Dakota	W/N Cen	11
8224	Single line perennial	8242	Minnesota	W/N Cen	12
8224	Double line centerline	8245	Washington	Pacific	13
8224	Double line centerline	8245	Washington	Pacific	14
8224	Double line centerline	8244	Oregon	Pacific	15
8224	Double line centerline	8244	Oregon	Pacific	16
8224	Double line centerline	8245	Washington	Pacific	17
8224	Double line centerline	8244	Oregon	Pacific	18
8224	Single line intermittent	8243	Montana	Mtn	19
8224	Single line perennial	8243	Montana	Mtn	20
8224	Double line centerline	8245	Washington	Pacific	21
8224	Single line perennial	8243	North Dakota	W/N Cen	22
8224	Double line centerline	8244	Oregon	Pacific	23
8224	Single line perennial	8242	Minnesota	W/N Cen	24

Figura 5.8. Ventana de datos

### 5.4.3 VENTANA DE COMPOSICIÓN

La *ventana composición* es un croquis del mapa que de forma inteligente permite acceder a otras vistas. A diferencia de las ventanas de mapa y de datos, la ventana Composición admite una única sesión, que estará abierta o cerrada. Sin embargo, puede haber múltiples hojas de composición en esta ventana, expuestas como páginas u hojas. La ventana de composición es la base de la herramienta de impresión de *Geomedia*, pudiendo trabajar con plantillas de impresión predefinidas. Se suele usar para realizar presentaciones realizando una composición con varios elementos del mapa, esta vista puede ser convertida a *raster* (ver [4.1](#)) e imprimirse.

## 5.5 METADATOS [DEF:05\_03]

Los *metadatos* [def:05\_03] son un conjunto de datos que determinan los otros datos almacenados. Es decir son datos sobre los datos. La utilidad básica radica en que permiten al sistema almacenar propiedades sobre los atributos de los datos que necesariamente han de estar en toda la base de datos, si es que se pretende que esté enlazada a la información geográfica, como el huso [def:03\_10] de trabajo de las coordenadas geográficas o un registro de las claves primarias [def:06\_03] de las tablas almacenadas.

Si se desean ver los *metadatos* utilizados por *Geomedia Professional* se recomienda crear una base de datos vacía y conectarla a un *GeoWorkSpace*. Se verán las tablas utilizadas como *metadatos* por *Geomedia Professional*.

## 5.6 NECESIDADES DE UN SIG DE AGUAS

Un SIG de aguas debe ser un SIG que permita funciones avanzadas de análisis cuando se produzca una avería. Estos análisis consistirán en:

- *Detección de soluciones a partir del conocimiento de la avería.* Análisis agua arriba, por ejemplo, como en el comando implementado en el trabajo práctico (ver [7.3.1](#)), se detectan las válvulas que se desean cerrar a partir del conocimiento de la avería.
- *Detección de afectados.* Análisis agua abajo, a partir de la válvulas cerradas saber los abonados que van a estar implicados en el cierre de las válvulas (ver [7.3.1](#)).

Para poder realizar estos análisis, hay que fortalecer el modelo de datos con relaciones más restrictivas de asociación y de conexión (ver [7.2.6.2.3](#)), de manera que dicho modelo no genere errores.

## 5.7 LIMITACIONES DE GEOMEDIA PROFESSIONAL

*Geomedia Professional* tiene un modelo de datos que no permite establecer límites de las relaciones de asociaciones y de conectividad [def:05\_04] entre las clases de entidad.

Por ejemplo, no se puede establecer que entre dos clases de entidad, una de tipo punto (contador) y la otra de tipo línea (tubería de servicio), la de tipo punto siempre irá conectada en los extremos y como máximo tendrá una por línea. Esta limitación hace que con *Geomedia Professional* se puedan poner infinitos hidrantes (entidad de tipo punto, ver 7.2.6.1) sobre una tubería (entidad de tipo línea, ver 7.2.6.1) cuando en el mundo real un hidrante sólo puede ir en los extremos y además sólo puede ir en uno de ellos.

Otra limitación que establece *Geomedia Professional* es la acotación. En un sistema de distribución de aguas es muy importante la cota de altura de cada uno de los elementos en el plano. Esto es porque los elementos han de encajar en el espacio no sólo en el plano, sino puede haber sorpresas en el mundo real a la hora de realizar la unión de dos entidades.

Por último, al no haber restricciones en las asociaciones y conexiones entre las clases de entidad es imposible poder realizar análisis de la red. Por ejemplo, se suele hacer el análisis en una avería de detectar los abonados que se van a quedar sin distribución de agua (ver 7.3.1.1.3).

Estas limitaciones se solventan con la incorporación de *Geomedia Public Works* (ver 6). Este producto es un añadido (*plug-in*) que extiende el modelo para un SIG de aguas y proporciona herramientas de análisis avanzadas (ver 6.3) sobre dicho modelo. En el capítulo 7.2.6.1 *Elementos de un sistema gestor de aguas* se explican los diferentes elementos que componen un sistema gestor de aguas.

## 5.8 OTROS PRODUCTOS GEOMEDIA

Con el tiempo, *Geomedia* ha ido evolucionando, hasta crear diferentes productos SIG utilizados para diferentes propósitos:

- *Geomedia Professional*: La versión con la que se va a realizar el trabajo práctico del proyecto es la 5.2, es el producto que se ha hablado en este capítulo (ver 5).
- *Geomedia*: Es una edición simplificada en la que se puede visualizar información, realizar análisis geográficos pero no, por ejemplo, editar o insertar objetos.
- *Geomedia Grid*: Es el producto *Geomedia* con rejillas que permite todo tipo de análisis a través de rejillas.
- *Geomedia Objects*: Es el producto *Geomedia* adecuado para consultoras y ingenierías, que permite personalizar la apariencia del sistema y que no incorpora la visión del sistema clásico.
- *Geomedia Parcel Manager*: Se caracteriza por facilitar la gestión de empresas y instituciones que hayan de mantener información cartográfica relacionada con parcelas, propiedades, etc.
- *Geomedia Public Works* [def:06\_01]: Está encarado a empresas y instituciones dedicadas a la gestión de las redes de agua y desagües. También se utilizará en el proyecto (ver 6).
- *Geomedia SMMS*: Está encarado a la gestión de *metadatos* espaciales estandarizados.
- *Geomedia Terrain*: Está diseñado para ayudar a la creación y el mantenimiento de redes de antenas, ya que está especializado en gestión de visibilidad.
- *Geomedia Transaction Manager*: Está diseñado para la gestión de proyectos largos en el tiempo, que requieran protección y seguridad en entornos multiusuario.
- *Geomedia Transportation Manager*: Está diseñado para la gestión de la referenciación lineal. Es decir, la gestión de redes lineales que impliquen tránsito en la línea, como pueda ser una red de ferrocarriles, carreteras, etc.
- *Geomedia Viewer*: Es la herramienta gratuita que permite visualizar datos almacenados en *Geomedia*. Es la herramienta para el usuario que sólo ha de visualizar datos.

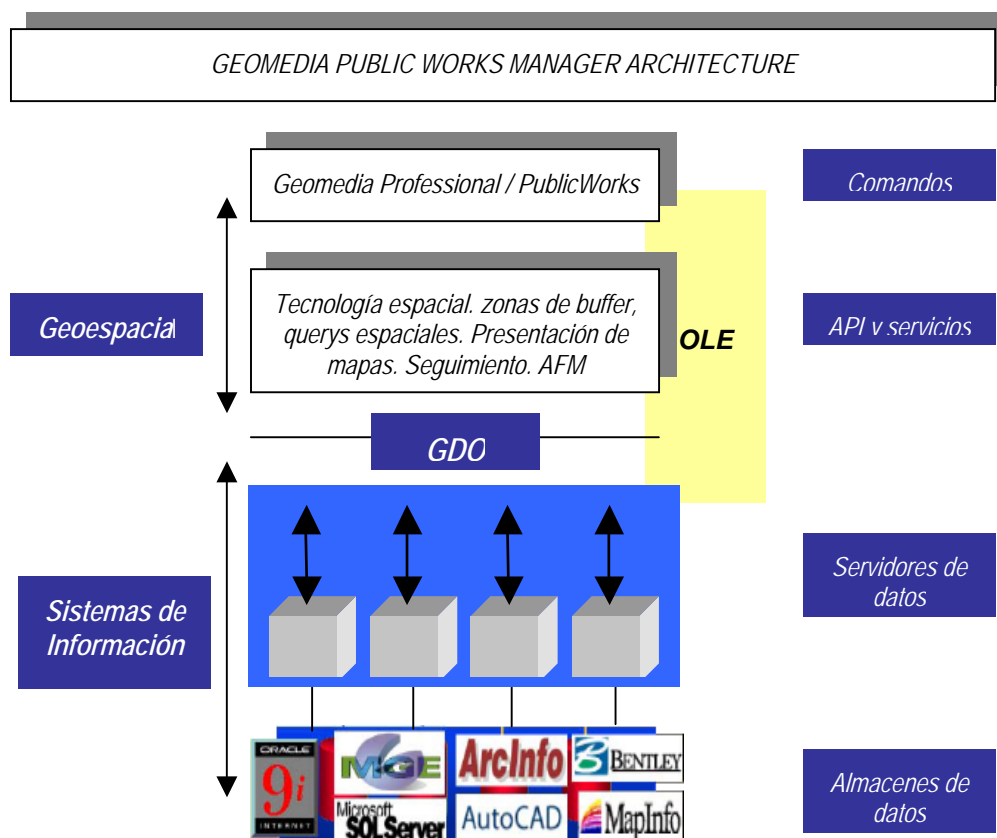
## 6 GEOMEDIA PUBLIC WORKS [DEF:06\_01][06\_01]

En el capítulo anterior mediante *Geomedia Professional* se han creado los datos y es posible realizar análisis avanzados de SIG, sin embargo, se han encontrado limitaciones (ver 5.7) para la gestión de aguas, tales como, la conectividad [def:05\_04], las acotaciones y análisis según las direcciones de flujo.

*Geomedia Public Works* [def:06\_01] está orientado a gobiernos locales, departamentos públicos municipales que requieren análisis informático geoespacial y mantenimiento de la red de aguas. Es una extensión de *Geomedia Professional*, ampliando la captura de datos, búsqueda y herramientas de edición sobre bases de datos profesionales.

La arquitectura diseñada por *Geomedia* viene explicada en la *Figura 6.1*, donde se aprecia que los bloques situados encima del GDO son los productos de *Geomedia*, y los situados debajo son bases de datos estándar (Oracle [def:07\_01], SQL Server [def:07\_03], etc) o formatos propietarios de SIGs comerciales (ArcInfo, MapInfo, etc). Los dos productos de *Geomedia*, *Public Works* y *Professional* se integran en el mismo interfaz gráfico y de programación (a través de OLE) de forma transparente al usuario.

*Geomedia Public Works* tiene la capacidad de construir, mantener y validar conexiones de la red, a través de un modelo de datos avanzados y a la digitalización basada en normas. Este programa, permite analizar redes para determinar las áreas afectadas por problemas en la red



de aguas, y el dimensionamiento lineal de la misma.

Figura 6.1. Arquitectura Geomedia Public Works

### 6.1 CARACTERÍSTICAS

Las características más notables de *Geomedia Public Works* son:

- *Modelo de Características Avanzadas (AFM)* [def:06\_02]. Amplía el modelo de datos estándar, modelando objetos del mundo real y su comportamiento mediante la base de datos. Este sistema permite al administrador crear relaciones entre clases con

- características específicas y crear normas para controlar su conectividad [\[def:05\\_04\]](#) geométrica.
- *Normas basadas en digitalización y edición* (ver [6.2](#)). Afina la producción y ayuda a reducir errores de operación con un interfaz muy intuitivo que asegura que el usuario seleccione sólo las opciones apropiadas creadas en el modelo *AFM*. Por ejemplo, una canalización de alcantarillas no puede conectarse a una válvula de agua.
  - *Validación de objetos* (ver [6.2.4](#)). Se usa para localizar objetos definiendo normas del modelo de datos que han sido violadas. El resultado de una validación es una *query* [\[def:06\\_05\]](#) estándar que puede ser visualizada en la vista del mapa o de datos o ser usada en siguientes análisis. Al corregirse los errores, la *query* [\[def:06\\_05\]](#) se actualiza dinámicamente y las vistas se refrescan.
  - *Seguimiento de la red* (ver [6.3](#)). Añade capacidad de análisis a *Geomedia Professional* para resolver problemas comunes como, por ejemplo, la desconexión de las válvulas para aislar una zona y llevar a cabo una actuación o si un contaminante entra en el sistema del río debido a un derramamiento en el tanque de un camión. Una interfaz intuitiva habilita al usuario a definir seguimientos sin apenas requerir experiencia. La definición de seguimiento permite especificar y almacenar el modo de seguimiento requerido (agua arriba, agua abajo o en ambas direcciones). El comando de seguimiento se usa para activar el seguimiento, asignar un comienzo y obtener los resultados en la leyenda.
  - *Acotaciones* (ver [6.4](#)). Proporciona un método para acotar dimensiones de estilo ingeniería en objetos situados en la ventana del mapa. Las dimensiones pueden situarse mediante diferentes formatos: simple, apilado, encadenado, acumulado encadenado, desbalanceado de línea, horizontal, vertical y polar. Cada uno de estos métodos puede aplicarse en diferentes situaciones para lograr los resultados requeridos.

## 6.2 DATOS DE ENTRADA Y EDICIÓN

Se aborda en este apartado cómo introducir los datos de entrada de una red de aguas y cómo editar la información para modificar el modelo de datos.

### 6.2.1 GESTOR DE ASOCIACIONES

Los comandos de asociaciones son actualmente una combinación de varias funciones avanzadas que asisten al usuario para analizar, editar y modificar una red de aguas o alcantarillado. Este comando es muy útil en la fase previa, en la toma de datos o cuando la conversión de datos no es perfecta, justo antes de introducir el modelo *AFM* [\[def:06\\_02\]](#).

Este comando se activa únicamente cuando hay un objeto seleccionado y permite desasociarlo de la red de aguas si está incorrectamente conectado. Automáticamente gestiona la eliminación de las conexiones del objeto.

Otra función de este comando es proporcionar un camino manual por la red de forma inteligente para verificar la conectividad [\[def:05\\_04\]](#) o para editar los atributos de los objetos conectados.

### 6.2.2 ASOCIAR OBJETOS

El comando de asociar objetos permite asociar manualmente dos instancias de objetos (por ejemplo, válvula y tubería de agua de la canalización principal, ver [7.2.6.1](#)). Esta situación puede deshacerse cuando se ha descubierto que una asociación es incorrecta porque fue anteriormente desasociada con el comando de asociaciones (ver [6.2.1](#)) o simplemente una asociación no se ha realizado.

Para asociar instancias de objetos, se deben identificar dos, y sólo dos objetos mediante la ventana del mapa o de datos. El comando entonces comprueba si los dos objetos tienen una relación válida (previa asociación por parte del usuario de las clases de entidad). Si la relación existe, los dos objetos se asocian.

En la [Tabla 6.1](#) se muestran las relaciones topológicas entre dos entidades.

Relación topológica	Descripción	Ejemplo
---------------------	-------------	---------



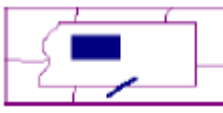

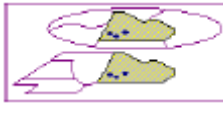





Se tocan	Se cortan los límites, pero no los interiores.	
Separados	No se tocan ni los límites ni los interiores.	
Superpuesto con límites separados	El interior de un objeto corta los límites y el interior del otro, pero no hay intersecciones entre los dos. Esta relación se produce, por ejemplo, cuando una línea tiene su origen fuera de un polígono y su fin dentro de éste.	
Superpuesto con límites que se tocan	Los límites y los interiores de los dos objetos se cortan.	
Igual	Los dos objetos tienen los mismos límites y el mismo interior.	
Contiene	El interior y los límites de un objeto están completamente contenidos en el interior del otro.	
Dentro	Lo opuesto de Contiene. A Dentro de B implica que B Contiene a A.	
Cubre	El interior de un objeto está completamente contenido en el interior del otro, y sus bordes se cortan.	
Cubierto por	Lo opuesto de Cubre. A Cubierto por B implica que B Cubre a A.	
Cualquier relación	Los objetos no están separados. Este es el operador predeterminado, salvo que se haya definido una preferencia válida para la sesión. Superpuesto con límites que se tocan: los límites y los interiores de los dos objetos se cortan.	

Tabla 6.1 Relaciones topológicas

### 6.2.3 ASOCIAR CLASES DE OBJETOS

El comando de asociación de clases de objetos ayuda a llenar las tablas de conectividad [def:05\_04] entre clases de objetos de forma automática. También se pueden asociar sin usar las tablas de conectividad. Por ejemplo, la asociación puede realizarse mediante la clave primaria [def:06\_03] y la ajena [def:06\_04] o viceversa, en lugar de la tabla de conectividad.

Este comando complementa la asociación manual de objetos (ver 6.2.2) proporcionando la capacidad en masa. Se selecciona primero la clase de objetos de tipo punto, lineal o región y selecciona otra clase de objetos destino.

### 6.2.4 VALIDAR CLASES DE OBJETOS

Debido a la gran variedad de factores, como la importación y creación de datos sin asociaciones y la creación y edición de datos sin normas, hay errores en la conectividad y relaciones incorrectas en algunos momentos.

Por ejemplo, una cartografía de CAD [def:02\_01] no tiene asociación entre objetos y se requieren varios pasos que pueden introducir errores o inconsistencias. Una vez los datos



están en un servidor de lectura / escritura se ha de realizar el proceso de conectar objetos. Si no se hace metódicamente y con cuidado este paso puede introducir errores en los datos.

El comando de validación de clases de objetos está diseñado para ayudar al usuario a localizar violaciones en el modelo y encolarlas para corregirlas. El comando comprueba las clases seleccionadas con la definición realizado en las normas del modelo de objetos. Es muy útil en datos de sistemas CAD [def:02\_01] y SIG que no soportan conectividad [def:05\_04] de redes.

## 6.2.5 AÑADIR OBJETOS

Con este comando se puede digitalizar un nuevo punto, línea o región respetando las asociaciones y relaciones existentes, creando las nuevas asociaciones rellenando los registros de conectividad en el modelo de conectividad de la red.

Este comando lee los metadatos y usa la operación de inserción de objetos asociados a la clase del objeto seleccionado

### 6.2.5.1 AÑADIR OBJETOS LINEALES EN ESPACIO LIBRE

Con este comando se puede introducir una línea en un espacio libre sin establecer una conexión con una red existente, por ejemplo, al comenzar una red. Al situar el primer punto en el mapa surge un menú desplegable (ver [Figura 6.2](#)) en el que se debe elegir el tipo de conexión asociada con la línea.. Los nodos intermedios marcan la ruta de la línea (ver [Figura 6.3](#)) y al finalizarla surge otro menú desplegable como el de origen para definir el tipo de conexión que hay en el destino. Se puede cancelar la operación en cualquier momento.

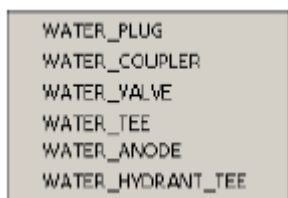


Figura 6.2. Menú conexión libre



Figura 6.3. Línea libre

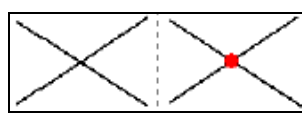
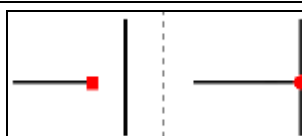
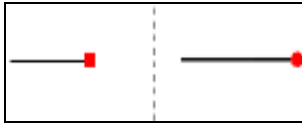
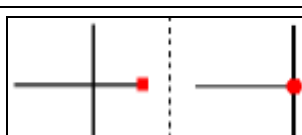
### 6.2.5.2 POSICIONAR OBJETOS CONECTADOS A OBJETOS EXISTENTES

Este comando es una extensión del anterior pero uno de los dos extremos pertenece a la red, esto limita el tipo de conexión dependiendo de la red ya existente. El otro extremo, si se deja sin conectar, sería igual que en el ejemplo anterior (ver [6.2.5.1](#)).

También se pueden conectar dos redes existentes a través de este comando.

## 6.2.6 COMANDOS DE EDICIÓN

Hay una serie de comandos de edición (ver [Tabla 6.2](#)) que facilitan la tarea de conectar y asociar elementos a la red de una forma coherente respetando las normas definidas en el modelo AFM [def:06\_02].

Comando	Descripción	Figura
Insertar intersecciones	Si sobre una posición geográfica hay una coincidencia de dos líneas <i>Geomedia Public Works</i> permite que se pueda establecer una conexión física entre ellas. También se debe seleccionar el tipo de conexión.	
Extender una intersección	Si tenemos una línea que no llega a intersectar con otra se puede usar este comando para que encuentre la intersección con otra línea y además establezca una conexión.	
Extender	Puede pasar que haya en la línea imaginaria de extensión más de una línea y no sea exactamente la primera que interesa conectar, con esta opción aparece una lista y se selecciona la más adecuada.	
Recortar a intersecciones	Si tenemos una línea que sobrepasa en la intersección con otra y se pasa en longitud es conveniente usar este comando para que encuentre la intersección con la línea y además establezca una conexión.	


	establezca una conexión.	
Recortar	Puede pasar que haya en la línea imaginaria del recorte más de una línea y no sea exactamente la primera que interesa conectar, con esta opción aparece una lista y se selecciona la más adecuada.	

Tabla 6.2. Comandos de edición

### 6.2.7 SELECCIÓN DE OBJETOS POR SELECCIÓN POLIGONAL

Este comando permite realizar un polígono en el mapa (ver [Figura 6.4](#)) y seleccionar todos los elementos que quedan dentro del área.

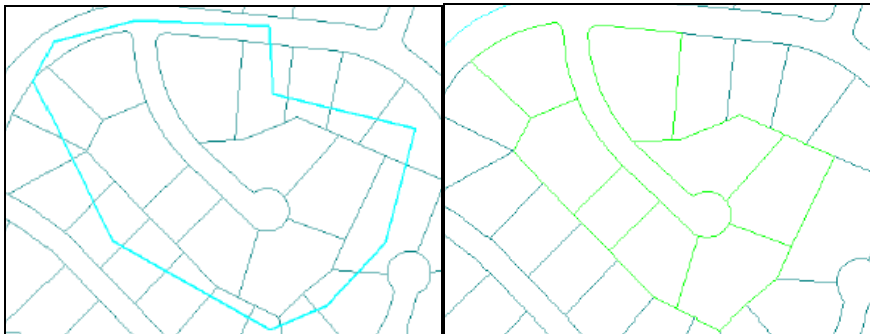


Figura 6.4. Selección poligonal de objetos

### 6.2.8 LOCALIZAR OBJETOS POR QUERY [DEF:06\_05]

Mediante el asistente adecuado se puede realizar una *query* [def:06\_05] que seleccione elementos por condiciones sobre los atributos o condiciones espaciales.

## 6.3 SEGUIMIENTO DE LA RED

El gestor *Geomedia Public Works* integra un entorno de seguimiento que ayuda fácilmente a resolver algunos problemas comunes, como por ejemplo:

- Encontrar válvulas que necesitan ser cerradas en caso de rotura de una canalización principal de agua.
- Mostrar el punto donde un derramamiento tóxico entra en un río y el camino que sigue.
- Mostrar los puntos potenciales de origen de un derramamiento tóxico en el río.

La salida de cada uno de estos seguimientos es una *query* [def:06\_05] espacial que puede utilizarse en los análisis siguientes, por ejemplo, para encontrar las parcelas que lindan a la red de aguas. En la [Figura 6.5](#) se muestra un análisis realizado ante una avería en la red, como continua hasta encontrar las válvulas más cercanas (en los extremos de la imagen) marcando los usuarios (contadores en azul) afectados por la misma.

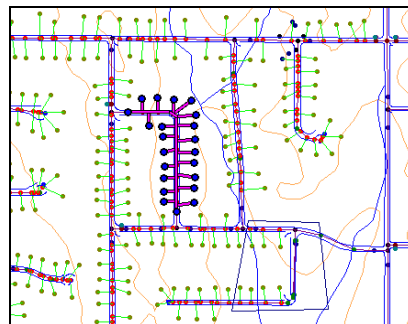


Figura 6.5. Seguimiento de una avería en la red hasta llegar a las válvulas más cercanas

### 6.3.1 DEFINIR EL SEGUIMIENTO DE LA RED

*Geomedia Public Works* permite hacer el seguimiento de una red, lo que es una gran novedad respecto a *Geomedia Profesional* y algo muy importante en el tratamiento de redes ya que

permite realizar múltiples consultas de forma dinámica desde un elemento de la red y hacer que la búsqueda pare según una configuración.

Los parámetros de configuración del análisis debe ser configurado previamente. *Geomedia Public Works* permite:

- Definir y nombrar nuevos seguimientos.
- Revisar y editar definiciones de seguimientos existentes.
- Copiar definiciones de seguimientos existentes.
- Borrar seguimientos existentes.

Para usar el comando se debe tener al menos una conexión *AFM* [def:06\_02] de lectura / escritura en el *GeoWorkSpace*.

La definición de un seguimiento consiste en las siguientes propiedades:

- *Nombre del seguimiento*.
- *Descripción del seguimiento*. Es opcional.
- Filtro espacial. Filtro espacial usado al definir el seguimiento.
- *Modo del seguimiento*:
  - o *Total* (asociados y conectados): Se sigue en todas las direcciones, inversa y normal. Al llegar a un objeto que no está conectado se para el seguimiento.
  - o *Total* (asociados): Se sigue en todas las direcciones, inversa y normal. Aunque un objeto no esté conectado pero si está asociado sigue el seguimiento.
  - o *Inverso*: Se realiza el seguimiento en sentido inverso. Se suele utilizar para analizar donde puede estar el origen del problema.
  - o *Normal*: Se realiza el seguimiento en sentido del flujo del agua. Se suele utilizar para analizar las consecuencias del problema sabiendo la localización de la fuente del problema.
- *Parámetros de seguimiento*. Son válidos para todos los modos de seguimiento.
  - o *Seleccionado*: Si un objeto de clase va a ser incluido en el seguimiento.
  - o *Clases de objetos*: Nombres de las clases de objetos.
  - o *Filtro de atributos*: Filtro de atributo para la clase de objeto.

En los parámetros de seguimiento se distinguen tres tipos:

- *Fuentes*: El análisis se realizará sobre las entidades de aquellas clases de entidad que se hayan marcado como fuentes siempre que estén correctamente conectados y/o asociados dependiendo del modo de seguimiento.
- *Paradas*: De todas las clases de entidad seleccionadas en las fuentes se seleccionan cuales de ellas actuarán de parada, es decir, el análisis en esa trayectoria parará al llegar a una de estas entidades.
- *Resultados*: De todas las clases de entidad seleccionadas en las fuentes se seleccionan cuales de ellas se mostrarán como resultados en forma de consultas en la leyenda y con qué estilo se presentarán.

### 6.3.2 EJECUTAR EL SEGUIMIENTO DE LA RED

El comando de seguimiento permite al usuario seguir los objetos conectados y asociados en la red de seguimiento. Los objetos están conectados si tienen asociaciones definidas y están relacionados unos con otros.

El seguimiento de la red permite conectar redes y resolver problemas típicos con objetos conectados, no conectados y no correctamente conectados. Se puede usar el seguimiento para resolver los siguientes problemas:

- Seguir la válvula más cercana.
- Buscar la válvula abierta más cercana donde el atributo *valve\_condition='Closed'*.
- Buscar agua arriba donde está la avería.
- Buscar agua abajo el sentido del derrame.

El seguimiento permite definir una clase de objetos o una *query* [def:06\_05] que actúa como criterio de parada del mismo. También permite definir parámetros de salida tal como los objetos que se visualizan en la leyenda. Además, se puede activar el seguimiento para reconocer las

paradas de las válvulas que no son nodos verdaderos en una red de conexiones. Una válvula es una relación sin rotura. Es un límite que debería poder acabar un seguimiento, de la misma forma que puede controlar la dirección.

#### 6.3.2.1 PUBLICACIÓN DE LA RED

También se puede publicar la red para hacer que mejore el rendimiento del análisis de seguimiento ya que la red no tiene que compilarse de nuevo.

#### 6.3.2.2 REUTILIZACIÓN DE UNA RED ANTERIOR

Permite realizar seguimientos sin recompilar la red de nuevo.

#### 6.3.2.3 BORRAR RESULTADOS EXISTENTES DE SEGUIMIENTO

Permite borrar las salidas de los seguimientos más cercanos (entradas en la leyenda y *queries*). Se puede controlar si las entradas en la leyenda y las *queries* van a ser borradas cuando el resultado de seguimiento se muestre.

### 6.4 ACOTACIONES

Para poder representar las dimensiones de figuras en *Geomedia Professional*, *Geomedia Public Works* presenta las cotas como solución a este problema. En un sistema gestor de aguas se acostumbra a usar para indicar la altura de los diversos elementos.

Las cotas se dividen en dos comandos:

- *Acotaciones*: crea y gestiona definiciones nombradas de parámetros de cotas.
- *Insertar cota*: permite colocar dimensiones en la ventana del mapa acorde con las entradas.

#### 6.4.1 COMPONENTES DE LAS ACOTACIONES

Estos son los componentes de las acotaciones (ver [Figura 6.6](#)):

- a) Línea de cota.
- b) Línea de proyección de la cota sobre la línea
- c) Símbolos de finalización (flechas)
- d) Texto de cota.

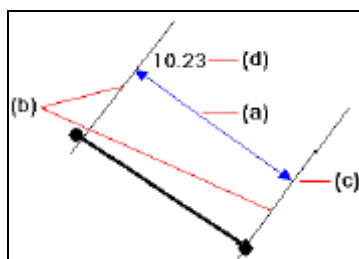
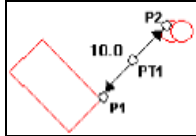
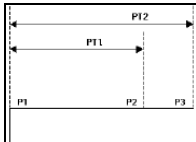
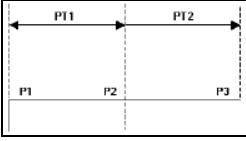
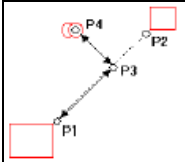
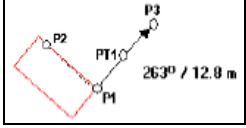
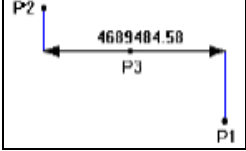
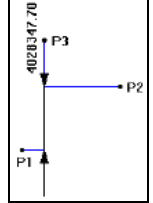
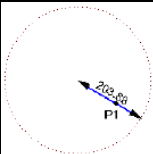
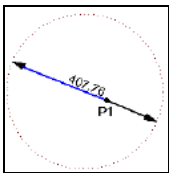
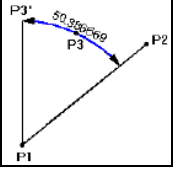



Figura 6.6. Acotación

#### 6.4.2 TIPOS DE ACOTACIONES

En la [Tabla 6.3](#) se muestran los diferentes tipos de acotaciones que permite *Geomedia Public Works*.

Tipo	Descripción	Figura
<i>Acotación simple</i>	Indica la separación entre dos puntos	
<i>Acotación Apilada</i>	Hay dos cotas (3 puntos) y se toma uno de los puntos como referencia de cota. Hay un segmento donde se superponen las cotas (P1 a P2).	

<p><i>Acotación Encadenada</i></p>	<p>Hay dos cotas (3 puntos) y se toma el punto medio como referencia de cota. No hay un segmento donde se superponen las cotas, son auto-excluyentes.</p>	
<p><i>Acotación encadenada múltiple</i></p>	<p>Es la misma acotación que la anterior pero con varios puntos y el punto de referencia es el anterior del segmento. De esta forma no hay ningún segmento donde se superponen las cotas, son auto-excluyentes.</p>	
<p><i>Acotación desplazamiento de base</i></p>	<p>Teniendo el punto (P4) y un segmento (P1 y P2) la cota que se desea obtener es la de P4 hasta el segmento, a través de la perpendicular (camino mínimo).</p>	
<p><i>Acotación polar</i></p>	<p>La acotación polar consiste en un módulo y un ángulo. Para ello es necesario conocer un segmento (P1 a P2), un punto (P3), el ángulo que forman ( P1 a P2 y P1 a P3) y la distancia entre el origen del segmento y el punto (P1 a P3).</p>	
<p><i>Acotación horizontal</i></p>	<p>La cota horizontal es la distancia horizontal entre dos puntos (P1 y P2) y se encuentra trazando un segmento horizontal y calculando la distancia entre las dos proyecciones de los dos puntos sobre el segmento</p>	
<p><i>Acotación vertical</i></p>	<p>La cota vertical es la distancia vertical entre dos puntos (P1 y P2) y se encuentra trazando un segmento vertical y calculando la distancia entre las dos proyecciones de los dos puntos sobre el segmento.</p>	
<p><i>Acotación radio</i></p>	<p>La cota de un radio sirve para dimensionar un círculo o un arco circular.</p>	
<p><i>Acotación diámetro</i></p>	<p>La cota de un diámetro sirve para dimensionar un círculo o un arco circular</p>	
<p><i>Acotación Azimuth [def:06_06]</i></p>	<p>La cota de Azimuth <a href="#">[def:06_06]</a> sirve para acotar el Azimuth de una línea. Se selecciona la línea y se crea la línea de Azimuth paralela al norte y marcando la zona donde se sitúa el arco del ángulo.</p>	
<p><i>Acotación ángulo</i></p>	<p>La acotación de un ángulo se realiza seleccionando el segmento de referencia (P1 y P2) después el otro segmento (P3 y P4) y finalmente la zona donde se dibuja el ángulo y la acotación.</p>	

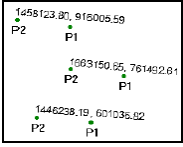
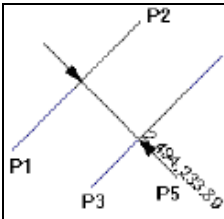
<i>Acotación coordenada</i>	Para acotar las coordenadas de un punto se selecciona el punto a acotar y otro donde se situará la etiqueta.	
<i>Acotación paralela</i>	Se usa para dimensionar la distancia entre dos líneas paralelas. Para situar una dimensión paralela se selecciona el primer segmento (Puntos P1 y P2), después el segundo segmento (Puntos P3 y P4), la distancia entre las dos se visualiza dinámicamente. Finalmente se marca el punto P5 donde la dimensión será situada.	

Tabla 6.3. Tipos de acotaciones

**6.4.3 CONFIGURAR DIMENSIONES**

Los comandos de gestión de cotas permiten realizar lo siguiente:

- Mostrar o no mostrar las cotas en la ventana activa del mapa.
- Definir nuevas cotas.
- Editar las definiciones de cotas existentes.
- Borrar cotas existentes.

**6.4.4 INSERTAR DIMENSIONES**

El comando de inserción de cotas permite poner nuevos objetos de cota en objetos de clases que se han definido a través del comando de dimensiones. Se pueden añadir cualquiera de los tipos de dimensiones mencionados anteriormente (ver 6.4.2).

**6.5 OPCIONES DEL MENÚ**

*Geomedia Public Works* se muestra como un añadido a *Geomedia Professional* en forma de *plug-in* que añade un nuevo menú llamado *PublicWorks* (ver *Figura 6.7*) y extiende la funcionalidad del programa.

Las opciones del menú son:

- *“Feature Model”*: Permite la creación de un modelo de datos de tuberías sobre la cartografía.
- *“Associate Features”* y *“Associations”*: Permite asociar elementos al modelo de datos específico de gestión de aguas (ver 6.2.2).
- *“Associate Feature Classes”* y *“Associations Query”*: Permite asociar capas y múltiples elementos al modelo de datos específico de gestión de aguas (ver 6.2.3).
- *“Validate Feature Classes”*: Permite validar conexiones entre clases para encontrar algún error (ver 6.2.4).
- *“Trace Definitions”* y *“Trace”*: Permite la realización de seguimiento para rastrear averías hacia arriba o hacia abajo (ver 6.3.1 y 6.3.2).
- *“Dimensions”* y *“Insert Dimension”*: Permite añadir acotaciones (ver 6.4 y 6.4.4).
- *“Select by Polygonal Fence”* y *“Locate Features By Query”*: Permite la selección de elementos aprovechando el modelo de datos AFM [def:06\_02].
- *“About Geomedia PublicWorks”*: Presenta la ventana de créditos del programa.

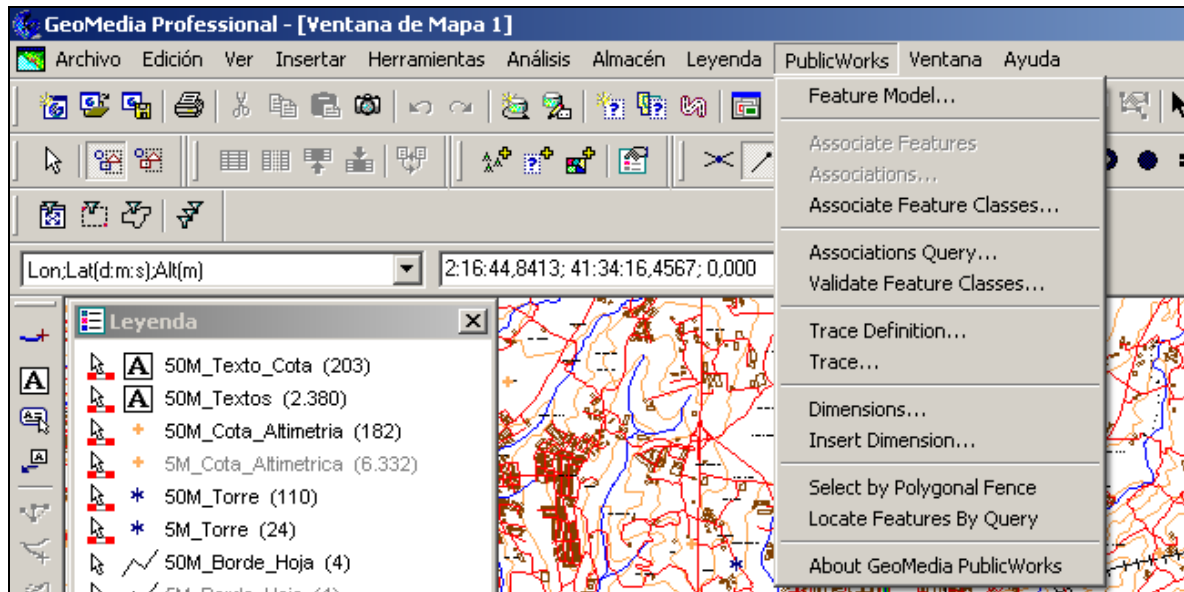


Figura 6.7. Menú de Geomedia Public Works dentro de Geomedia Professional

## 7 TRABAJO PRÁCTICO

En capítulos anteriores se ha explicado la base teórica (ver 2, 3 y 4) y el funcionamiento de las herramientas necesarias (ver 5 y 6) para poder elaborar un SIG de gestión de aguas.

Un SIG de gestión de aguas lo componen un sistema de gestión de averías y un SIG distribuidor de aguas, que trabajan conjuntamente a través de la plataforma *Geomedia Profesional – Public Works*.

Los objetivos principales del trabajo práctico será por tanto:

- Diseñar e implementar un SIG distribuidor de aguas.
- Crear un sistema de gestión de averías.

Las tareas orientadas a la consecución de dichas metas, definen objetivos parciales que confirman una correcta realización del trabajo:

- *Comprobación base teórica*: Aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos en capítulos anteriores.
- *Diseño del modelo de datos geográficos*: Utilización de la cartografía (mapa de Mataró) sobre la que se define el modelo de datos de los elementos (red de tuberías, válvulas, contadores, etc), mediante el sistema gestor de base de datos Oracle [def:07\_01].
- *Realización de prototipo*: Implementar un comando de *Geomedia Public Works* para verificar el modelo de datos geográficos. Dicho comando define el sistema de gestión de averías, que podrá se ampliado con nuevos comandos por requerimientos futuros.

La [Figura 7.1](#) define las partes que componen un SIG de gestión de aguas.

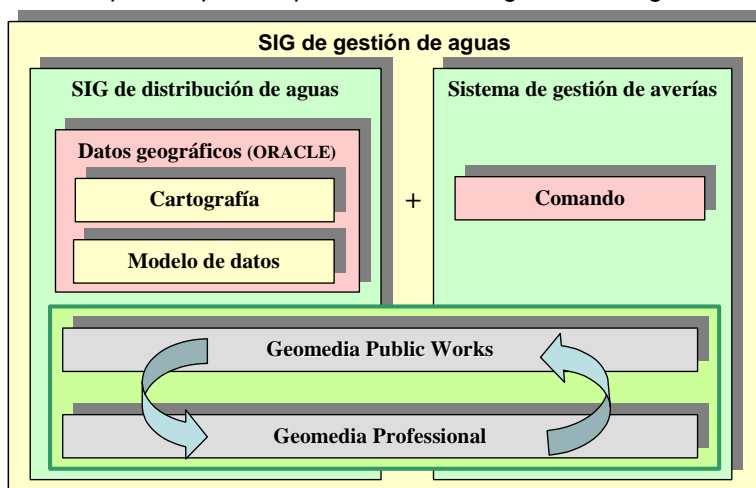


Figura 7.1. SIG de gestión de aguas

El conjunto de apartados de este capítulo permite alcanzar los objetivos definidos anteriormente.

Se expone el ciclo del agua, y la influencia del sistema de distribución de aguas en el ciclo hidrológico (ver 7.1).

Se muestra la realización del *modelo de datos* geográficos del SIG distribuidor de aguas (ver 7.2).

Se crea el sistema de gestión de averías implementando un comando en *Visual Basic*, y se explica el diseño del algoritmo usado para conseguirlo (ver 7.3).

Por último, se define un apartado de síntesis (ver 7.4) con los resultados y conclusiones sobre la parte práctica.

### 7.1 CICLO DEL AGUA [07\_05]

La hidrología es la ciencia que estudia la distribución del agua en la Tierra, sus reacciones físicas y químicas con otras sustancias existentes en la naturaleza, y su relación con la vida en el planeta. El movimiento continuo de agua entre la Tierra y la atmósfera se conoce como ciclo hidrológico. Se produce vapor de agua por evaporación en la superficie terrestre y en las



masas de agua, y por transpiración de los seres vivos. Este vapor circula por la atmósfera y precipita en forma de lluvia o nieve. Al llegar a la superficie terrestre, el agua sigue dos trayectorias. En cantidades determinadas por la intensidad de la lluvia, así como por la porosidad, permeabilidad, grosor y humedad previa del suelo, una parte del agua se vierte directamente en los ríos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de agua continentales; el resto se infiltra en el suelo. Una parte del agua infiltrada constituye la humedad del suelo, y puede evaporarse directamente o penetrar en las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas. La porción de agua que supera las fuerzas de cohesión y adhesión del suelo, se filtra hacia abajo y se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua subterránea, cuya superficie se conoce como nivel freático. En condiciones normales, el nivel freático crece de forma intermitente según se va rellenando o recargando, y luego declina como consecuencia del drenaje continuo en desagües naturales como son los manantiales.

El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino más bien nociva.

A través del *sistema de distribución de aguas* se proporciona agua pura para el consumo humano, y después, a través del *sistema de distribución de aguas residuales* el agua maleada se transporta hasta centros residuales que se encargan del reciclaje. De esta forma se completa de forma artificial el ciclo natural del agua.

## 7.2 SIG DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS

El SIG de distribución de aguas consiste en la plataforma de Geomedia Professional y Public Works, más los datos geográficos necesarios (ver [Figura 7.1](#)). Los datos geográficos del SIG del sistema gestor de aguas consisten en la cartografía y la información del modelo de datos.

Es necesario crear un modelo de datos coherente con el mundo real, para ello se ha recopilado información cartográfica de zonas reales proporcionadas por el ICC [\[07\\_01\]](#) y un modelo de datos inicial proporcionado por *Intergraph* (instalación de *Geomedia Public Works* [\[07\\_02\]](#)). El objetivo final es mostrar en un modelo de datos conjunto de:

- Una base cartográfica situada en el fondo del mapa.
- El modelo de datos del sistema de distribución de aguas.

El *modelo de datos* del sistema gestor de aguas se situará sobre la cartografía que está en fondo y permite al usuario situarse geográficamente. Se ha diseñado para poder servir de base para futuros desarrollos en otros sistemas gestores de aguas.

Para poder juntar la cartografía con el modelo de datos se han de realizar los siguientes pasos:

- *Selección de la cartografía*: La cartografía ha sido escogida por estar situada en *Cataluña* y también por la calidad de la información conseguida.
- *Conversión de la cartografía a Oracle* [\[def:07\\_01\]](#): Se ha de convertir la cartografía a *Oracle* ya que se ha considerado que es el mejor gestor de base de datos para este proyecto. Para ello se han realizado una serie de *scripts* que convierten las clases de entidad de la cartografía y el modelo de datos del sistema gestor de aguas de *Access* a *Oracle*. Esta conversión se ha de realizar porque el formato inicial de los datos cartográficos conseguidos están en *Access*.
- *Realización de la leyenda*: Una vez los datos cartográficos están en el almacén adecuado se pone la leyenda de la forma más adecuada.
- *Preparar Oracle* [\[def:07\\_01\]](#) para el modelo AFM [\[def:06\\_02\]](#): Es necesario preparar los *metadatos* [\[def:05\\_03\]](#) para que *Oracle* soporte el modelo AFM [\[def:06\\_02\]](#).
- *Traslación del modelo de datos*: Necesidad que surge de reaprovechar un modelo de datos ya existente de un sistema gestor de aguas situado geográficamente en *Iowa* (EEUU).
- *Diseño de la base de datos*: Se explica cómo está diseñada la cartografía y principalmente el modelo de datos de gestión de aguas.

### 7.2.1 SELECCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

Se ha seleccionado la cartografía de *Mataró* proporcionada por el ICC [\[07\\_01\]](#) por la facilidad en obtenerla y también por la gran cantidad de información geográfica que proporciona.

La cartografía consiste en tres almacenes:

- *Base\_Topografica\_5M*: Donde están todas las clases de entidad con una escala de 1 a 5.000.
- *Base\_Topografica\_50M*: Donde están todas las clases de entidad con una escala de 1 a 50.000.
- *Base\_Topografica\_250M*: Donde están todas las clases de entidad con una escala de 1 a 250.000.

Se presentan en la [Tabla 7.1](#) todas las tablas del modelo de datos de la cartografía donde cada columna representa un almacén distinto.

<i>Base_Topografica_5M</i>	<i>Base_Topografica_50M</i>	<i>Base_Topografica_250M</i>
A2_Area	Borde_Hoja	BC250MV1C3_Area
A2_Region	Cota_Altimetria	Corba_de_Nivell
Borde_Hoja	Curso_Fluvial	Curs_Fluvial
Cota_Altimetrica	Curva_de_nivel	Edificios
Curso_Fluvial	Edificios	Textos1
Edificios	F393H2_Area	Textos2
GMImages1	F393H2_Line	Vial_Cami
H2Area	F393P1_Area	
H2Line	F393P2_Line	
Imagenes	F393T1_Area	
Limite_Talud	F393V1_Area	
Limite_Vegetación	Limite_deVegetacion	
Linea_de_Costa	Linea_de_Costa	
Mar_Piscinas	LineaTren	
Muros_Tapias	Texto_Cota	
P1_Area	Textos	
P1_Region	Torre	
Torre	Vial_Autopista_Cami	
V1_Area		
Vegetacion		
Vial_Autpista_Ferrocarril		

Tabla 7.1. Tablas de la cartografía

Es necesaria la realización de consultas para mostrar la información tal como se desea, por ejemplo, los ferrocarriles están en una tabla junto las autopistas, es necesario realizar un filtraje para extraer los ferrocarriles y luego usarlos desde la leyenda. De esta forma, hemos conseguido separar dos capas de información de forma lógica en *Geomedia Professional* cuando físicamente están en la misma tabla de la base de datos.

Se presenta en la [Tabla 7.2](#) todas las consultas de la cartografía especificando la tabla y condición de la consulta y dando una breve descripción de cada una.

Nombre	Condición	Explicación	Tabla	Descripción
250M_Mar	ID_OE = '18'	Dentro de la tabla de zonas se seleccionan las que son del mar.	BC250MV1C3_Area	Geometría área. Representa la zona de mar. <i>Base_Topografica_250M.</i>
Autopista	CAS IN ('VIA06', 'VIA07', 'VIA08', 'VIA09', 'VIA10', 'VIA11')	Dentro de la tabla de ferrocarriles y autopistas se eligen sólo las autopistas y	Vial_Autpista_Ferrocarril	Geometría línea. Representa a las autopistas. <i>Base_Topografica_5M.</i>

	'VIA11', 'VIA12', 'VIA13', 'VIA14', 'VIA15')	autovías.		
Carreteras_Calles	CAS IN ('VIA01', 'VIA02', 'VIA03', 'VIA04', 'VIA05')	Dentro de la tabla de ferrocarriles y autopistas se eligen sólo las carreteras y calles de callejero.	Vial_Autpista_Ferrocarril	Geometría línea. Representa a las carreteras y calles. <i>Base_Topografica_5M.</i>
Ferrocarril	CAS = 'FER01'	Dentro de la tabla de ferrocarriles y autopistas se eligen sólo los ferrocarriles.	Vial_Autpista_Ferrocarril	Geometría línea. Representa a los ferrocarriles. <i>Base_Topografica_5M.</i>
Ferrocarril50	CAS <> 'VIR01'	De la tabla líneas de tren se eligen los ferrocarriles que no son regionales.	LineaTren	Geometría línea. Representa a los ferrocarriles. <i>Base_Topografica_50M.</i>
Mar	F393H2_ <> 3	Dentro de la tabla de zonas se seleccionan las que son del mar.	F393H2_Area	Geometría área. Representa la zona de mar. <i>Base_Topografica_50M.</i>

*Tabla 7.2. Consultas de la cartografía*

### 7.2.2 CONVERSIÓN DE LA CARTOGRAFÍA A ORACLE [\[DEF:07\\_01\]](#)

*Oracle* [\[def:07\\_01\]](#) fue el sistema gestor de base de datos seleccionado durante la elaboración del plan de proyecto (ver [1.3.3.6](#)) al ser una potente herramienta cliente/servidor para la gestión de bases de datos. Para la utilización óptima en este proyecto es necesaria la instalación de la herramienta servidora (*Oracle 9i*, versión proporcionada por la UOC) y posteriormente atacar a la base de datos desde otros equipos donde estarán instalados *Geomedia Professional*. Para el desarrollo del trabajo práctico se han instalado en la misma máquina el servidor de *Oracle* [\[def:07\\_01\]](#), *Geomedia Professional* y *Geomedia Public Works*.

En este apartado se explican los pasos necesarios para poder convertir la cartografía desde su formato original (ver [7.2.1](#)). La información original de la cartografía está en un almacén en *Access* [\[def:07\\_02\]](#), y se convertirá a *Oracle* [\[def:07\\_01\]](#). Para poder realizar esta conversión se preparará el servidor de *Oracle* a través de un usuario que contendrá los *metadatos* [\[def:05\\_03\]](#) (ver [5.5](#)) de todas las tablas y usuarios. Se realizará una exportación de los datos desde *Geomedia Professional* recogiendo los datos del almacén y traspasándolos a ficheros de texto.

Posteriormente, se importarán los datos desde la línea de comando a través de la herramienta de importación *SQLLoader* de *Oracle* tomando como origen los ficheros de texto exportados en el paso anterior.

Finalmente, se preparará la información y la estructura de datos para poder realizar una conexión desde *Geomedia Professional* a los almacenes de *Oracle*.

A continuación se detallan los pasos:

- Preparación en el servidor de *Oracle*. En este apartado se crea el usuario de metadatos [\[def:05\\_03\]](#) (necesario en *Oracle*) y un usuario por cada conexión a realizar en cada almacén de *Oracle* (imprescindible para no tener que ir con cuidado de que las tablas entre diferentes almacenes tengan nombres iguales).
  - o Se crea una instancia (BBDD) llamada *bdSIG* desde la herramienta *Enterprise Manager Console*. En *Oracle* una instancia es una unidad de gestión que en otros sistemas gestores de bases de datos se acostumbra a llamar base de datos.
  - o Se crea un *listener* con una cadena de conexión. Este paso permite poder conectarse como cliente desde otras máquinas mediante un protocolo propietario de *Oracle 9i* de conexión a la base de datos.
  - o Se abre la herramienta de línea de comando *Oracle SQLPlus* como usuario administrador (*sys/clave as sys\_dba*) y se crea un usuario llamado *GDOSYS* ejecutando un script [\[07\\_03\]](#) desde la línea de comandos de *SQLPlus* que proporciona la instalación de *Geomedia Professional*. Es necesario crear este usuario porque es donde residirán las tablas de metadatos de los diferentes almacenes. El comando es:

```
spool <DIRECTORIO_TRABAJO>\error.txt
@<DIRECTORIO_GEOMEDIA_PRO>\CreateGDOSYS.sql bdSIG GDOSYS DEFAULT USERS
TEMP
spool off
```

En uno de los comandos anteriores se crea el usuario *GDOSYS* (donde estarán las tablas de *metadatos*, ver 5.5, necesarios en cualquier tabla en *Oracle*) en la instancia *bdSIG*, en el *tablespace USERS* y el *tablespace TEMP*.

- Se crean nuevos usuarios de *Oracle*. Se crean tantos como importaciones de datos (o conexiones) se deseen realizar (ver 7.2.1). Si se utiliza un único usuario y hay clases de entidad que se llaman igual (este sería el caso) entre diferentes fuentes cartográficas se producirán problemas de integridad de los datos. En la *Tabla 7.3* se aprecian los usuarios necesarios para cada una de las conexiones (ver 7.2.1).

Usuario	Almacén	Utilidad
CATALUNYA_5	Base_Topografica_5M	Este usuario se encarga de realizar la conexión al almacén CATALUNYA_5.
CATALUNYA_50	Base_Topografica_50M	Este usuario se encarga de realizar la conexión al almacén CATALUNYA_50.
CATALUNYA_250	Base_Topografica_250M	Este usuario se encarga de realizar la conexión al almacén CATALUNYA_250.

Tabla 7.3. Usuarios necesarios para realizar las conexiones a *Oracle*

- Exportación de la fuente de datos cartográfica (ver 7.2.1) a *Geomedia Professional*. Este proceso realiza la exportación de los datos desde *Geomedia Professional* a través de una conexión a un formato de texto que interpretará posteriormente la utilidad *SQLLoader* de *Oracle* para poder importar los datos. Estos son los pasos de forma detallada:
  - Se abre *Geomedia Professional* y se abre el *GeoWorkSpace [def:05\_02]* de *Catalunya*.
  - Se crea un directorio donde se realizará la exportación de los datos desde la línea de comandos del sistema operativo.  
MKDIR <DIRECTORIO\_EXPORTACIÓN\_DATOS>\
  - Se crea un directorio sobre el directorio de exportación de datos para la cartografía cuya fuente de datos es de 1:5.000.  
MKDIR <DIRECTORIO\_EXPORTACIÓN\_DATOS>\CATALUNYA\_5
  - Desde *Geomedia Professional* se accede a *Almacén->Exportar a->Modelo de datos de Oracle* y se abre una ventana para exportar los datos, se seleccionan todas las clases de entidad de conexión *Topografia5*, se selecciona el directorio de exportación <DIRECCIÓN\_EXPORTACIÓN\_DATOS>\CATALUNYA\_5 y se pulsa al botón aplicar. Se generan una serie de ficheros por cada clase de entidad y un fichero *importar.bat* que se utilizará posteriormente.
  - Se crea un directorio sobre el directorio de exportación de datos para la cartografía cuya fuente de datos es de 1:50.000.  
MKDIR <DIRECTORIO\_EXPORTACIÓN\_DATOS>\CATALUNYA\_50
  - En *Geomedia Professional* se accede a *Almacén->Exportar a->Modelo de datos de Oracle* y se abre una ventana para exportar los datos, se seleccionan todas las clases de entidad de la conexión *Topografia50*, se selecciona el directorio de exportación <DIRECCIÓN\_EXPORTACIÓN\_DATOS>\CATALUNYA\_50 y se pulsa al botón aplicar. Se generan una serie de ficheros por cada clase de entidad y un fichero *importar.bat* que se utilizará posteriormente.
  - Se crea un directorio sobre el directorio de exportación de datos para la cartografía cuya fuente de datos es de 1:250.000.  
MKDIR <DIRECTORIO\_EXPORTACIÓN\_DATOS>\CATALUNYA\_250
  - En *Geomedia Professional* se accede a *Almacén->Exportar a->Modelo de datos de Oracle* y se abre una ventana para exportar los datos, se seleccionan todas las clases de entidad de la conexión *Topografia250*, se selecciona el

directorio de exportación <DIRECCIÓN\_EXPORTACIÓN\_DATOS>ICATALUNYA\_250 y se pulsa al botón aplicar. Se generan una serie de ficheros por cada clase de entidad y un fichero *importar.bat* que se utilizará posteriormente.















- Importación desde *Oracle* de la fuente de datos cartográfica. A través de los scripts de exportación generados en el paso anterior se procederá a importar los datos para que residan en el almacén de *Oracle*. Esta función se realizará a través de la herramienta de *Oracle SQLLoader* aunque *Geomedia Professional* genera un fichero de procesos por lotes (.bat) que hace transparente al usuario la interacción con *SQLLoader*. Estos son los pasos de forma detallada:
  - o Importación de los datos en cada una de las fuentes cartográficas (conexiones de almacén en *Geomedia Professional*). Desde la línea de comando del sistema operativo se ejecutan los siguientes comandos para cada fuente cartográfica:
    - Vamos al directorio donde se ha realizado la exportación de *Geomedia Professional*.  
CD <DIRECTORIO\_EXPORTACIÓN\_DATOS>
    - Para la fuente cartográfica de 1:5.000  
import CATALUNYA\_5/CATALUNYA>errores.txt
    - Para la fuente cartográfica de 1:50.000  
import CATALUNYA\_50/CATALUNYA>errores.txt
    - Para la fuente cartográfica de 1:250.000  
import CATALUNYA\_250/CATALUNYA>errores.txt
  - o Si el fichero *errores.txt* no tiene información de errores durante la exportación es que se ha realizado correctamente. Para verificarlo, desde la herramienta *Enterprise Manager Console*, ir a *BDSIG->Schema->Table->CATALUNYA\_5*, cada tabla corresponde con una clase de entidad. Para verificar las otras fuentes cartográfica hay que verificar los usuarios *CATALUNYA\_50* y *CATALUNYA\_250*.
- Edición final para preparar el acceso desde *Geomedia Professional*. Una vez tienen los datos en *Oracle* se ha de preparar la estructura de datos para que acceda *Geomedia Professional* como crear los índices geográficos, registrar los datos de las clases de entidad (se rellenan metadatos), crear triggers o establecer una conexión desde *Geomedia Professional*. Se muestran estos pasos de forma detallada:
  - o Crear índices geográficos para cada una de las tablas, paso imprescindible si se quiere aprovechar la funcionalidad espacial en el sistema gestor de bases de datos [def:02\_06] *Oracle 9i (SDO)*:
    - Crear espacio para los índices de las tablas:
    - Crear índices espaciales por cada una de las tablas (clases de entidad) creadas, y para cada uno de los usuarios.
  - o Registrar los datos de las clases de entidad a través de la utilidad "DatabaseUtilities.exe". En este programa se indica que la fuente de datos es de *Oracle* y el usuario de conexión es cada uno de los usuarios creados anteriormente:
    - *CATALUNYA\_5*: Se crean las tablas de *metadatos*, seleccionando todas las tablas.
    - *CATALUNYA\_50*: Se crean las tablas de *metadatos*, seleccionando todas las tablas.
    - *CATALUNYA\_250*: Se crean las tablas de *metadatos*, seleccionando todas las tablas.
  - o Crear *triggers* de modificación sobre las todas las tablas (clases de entidad) de *Oracle* a través de la utilidad "DatabaseUtilities.exe". En este programa se indica que la fuente de datos es de *Oracle* y el usuario de conexión es cada uno de los usuarios creados anteriormente:
    - *CATALUNYA\_5*: Se crean los *triggers* de modificación, seleccionando todas las tablas.

- CATALUNYA\_50: Se crean los *triggers* de modificación, seleccionando todas las tablas.
- CATALUNYA\_250: Se crean los *triggers* de modificación, seleccionando todas las tablas.
  - Desde *Geomedía Professional*:
    - Se crea un nuevo *GeoWorkSpace*
    - Tres conexiones a *Oracle* con cada uno de los usuarios.
    - Desde la leyenda se añaden todas las clases de entidad de cada conexión.

Es posible optimizar el acceso al sistema gestor de bases de datos [def:02\_06] utilizando nuevos *tablespaces* y cuotas apropiadas para cada uno de los recursos creados en *Oracle* (ver 9.3). No es el objetivo de este trabajo práctico la optimización del sistema gestor de bases de datos [def:02\_06] sino mostrar cómo *Geomedía Professional* y *Geomedía Public Works* funcionan con *Oracle*.

### 7.2.3 REALIZACIÓN DE LA LEYENDA

Una vez se ha convertido la cartografía a *Oracle* se procede a realizar una leyenda; en la [Tabla 7.1](#) se han mostrado las tablas de la base de datos, en la [Tabla 7.2](#) las consultas; a continuación en la [Tabla 7.4](#), se enumeran las clases de entidad utilizadas en la leyenda, algunas son tablas y otras consultas.

Coberturas cartográficas en la leyenda	Icono
50M_Texto_Cota, 50M_Textos: Geometría de texto con las etiquetas de cotas y topografía.	
50M_Cota_Altimetria, 5M_Cota_Altimetrica: Geometría de punto marcando cotas altimétricas del terreno en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	
50M_Torre, 5M_Torre: Geometría de punto donde están situadas las torres en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	
50M_Borde_Hoja, 5M_Borde_Hoja: Geometría de línea indica el límite del mapa en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	
50M_Linea_de_Costa, 5M_Linea_de_Costa: Geometría de línea, indica el límite entre el mar y la costa en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	
5M_Autopista: Geometría de línea, indica las autopistas en el 1:5.000 y consiste en una consulta llamada <i>autopista</i> .	
50M_Vial_Autopista_Cami: Geometría de línea, indica las carreteras, autopistas o caminos en el 1:50.000.	
5M_Carreteras_Calles: Geometría de línea, indica las carreteras y calles en el 1:5.000 y consiste en una consulta llamada <i>Carreteras_Calles</i> .	
50M_Ferrocarril50, 5M_Ferrocarril: Geometría de línea, indica las líneas de ferrocarril en el 1:5.000 y en el 1:50.000. En los dos casos consiste en dos consultas llamadas <i>Ferrocarril50</i> y <i>Ferrocarril</i> .	
5M_Limite_Talud: Geometría de recta, indica los taludes en el 1:5.000.	
50M_Curso_Fluvial, 5M_Curso_Fluvial: Geometría de recta, indica por donde pasan los ríos en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	
50M_Edificios, 5M_Edificios, 5M_Lineas_Dep_o_Edif: Geometría de recta, indica los límites exteriores de los edificios en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	
50M_Limite_de_Vegetación, 5M_Limite_de_Vegetación: Geometría de recta, indica los límites exteriores de los jardines y zonas verdes en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	
50M_Curva_de_nivel, 5M_Curva_de_Nivel: Geometría de recta, indica las curvas de nivel en el 1:5.000 y en el 1:50.000.	



5M_Mar_Piscinas: Geometría de área, indica el mar o las piscinas en el 1:5.000.	
5M_Vegetación: Geometría de área, indica la vegetación en sí en el 1:5.000.	

Tabla 7.4. Clases de entidad en la leyenda

#### 7.2.4 PREPARAR ORACLE PARA EL MODELO AFM [DEF:06\_02]

En apartados anteriores se ha automatizado el paso de la cartografía desde un almacén a Oracle (ver 7.2.2); en este apartado se trata de preparar Oracle [def:07\_01] para poder crear el modelo de datos del sistema gestor de aguas. Antes de crear el modelo de datos es necesario crear los metadatos [def:05\_03] para disponer del modelo de datos avanzado AFM (ver 7.2.6.2.3).

A continuación se presentan los pasos para preparar Oracle para el uso del modelo AFM:

- Modificar el usuario GDOSYS. Es necesario para que Oracle esté preparado para almacenar los metadatos del modelo AFM. Se ejecuta un script [07\_04] desde la línea de comandos de SQLPlus que proporciona la instalación de Geomedia Professional. El comando es:

```
spool <DIRECTORIO_TRABAJO>\error.txt
@<<DIRECTORIO_GEOMEDIA_PRO>>\CreateAFMMetadata.sql
spool off
```

Donde se adapta el usuario GDOSYS para que se pueda crear o importar un modelo de datos AFM.

- Se parte de un almacén, donde se tiene la información del modelo de datos, que originalmente está en Access y que proporciona Geomedia Public Works. Se ha reutilizado ya que se adapta a las necesidades del sistema gestor de aguas que deseamos realizar. Se abre el GeoWorkSpace [def:05\_02] donde está situado el almacén donde está el modelo de datos del sistema gestor de aguas y se exporta el modelo de datos AFM. Esto se realiza en Public Works -> Feature Model... -> <CONEXIÓN\_ALMACEN> -> Export AFM.
- Abrir el GeoWorkSpace donde está situado el nuevo almacén Oracle e importar el modelo de datos AFM. Esto se realiza en Public Works -> Feature Model... -> <CONEXIÓN\_ALMACEN> -> Import AFM.

Toda esta labor no habría que hacerla para un almacén Access, ya que en el mismo almacén están las tablas de metadatos (ver 5.5) y copiando el fichero Access (.mdb) se copia el modelo de datos AFM. Sin embargo, en Oracle se separa entre los metadatos, controlados por el usuario GDOSYS; y el almacén de datos, controlado por otro usuario. El usuario GDOSYS es utilizado por todos los almacenes de Oracle existentes en el sistema.

#### 7.2.5 TRASLACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL MODELO DE DATOS DEL SISTEMA GESTOR DE AGUAS

El objetivo de este paso es trasladar los datos existente en Aiwoa (EUA) a Cataluña, se utilizará como base, añadiendo y modificando algunas clases de entidad para ajustar el modelo de datos (ver 7.2.6) al comando del trabajo práctico (ver 7.3.1).

Se realizarán los siguientes pasos para realizar la traslación:

- Preparación del GeoWorkSpace de Cataluña para convertirlo de elipsoide Internacional, datum [def:03\_12] European 1950, a elipsoide WGS84, datum [def:03\_12] WGS84. Esta labor se realiza con la herramienta Utilidades de bases de datos. Se escoge el almacén de datos, se crean las tablas de metadatos [def:05\_03] y se asigna el nuevo sistema de coordenadas. Para asignar el nuevo sistema de coordenadas se deben seleccionar todas las tablas y seleccionar el nuevo sistema explícitamente.
- Se crea un nuevo GeoWorkSpace y se establece una conexión al almacén Access donde está la información del modelo de datos. Miramos la información del sistema de coordenadas y obtenemos la siguiente información:  
Espacio de proyección: State Plane Coordinate System 1983  
Elipsoide: GRS80  
Datum [def:03\_12]: North American 1983

Esta información del sistema de coordenadas es la de los datos, ya que al abrir la primera conexión desde un *GeoWorkSpace* en blanco, el sistema de coordenadas del *GeoWorkSpace* es el mismo que el de los datos.

- Mediante la herramienta *Utilidades de bases de datos* se cambia el sistema de coordenadas del modelo de datos del sistema gestor de aguas a:

*Espacio de proyección*: UTM [def:03\_09]

*Elipsoide*: GWS84

*Datum* [def:03\_12]: GWS84

Para realizar este cambio se escoge el almacén de datos, se crean las tablas de metadatos y se asigna el nuevo sistema de coordenadas. Para asignar el nuevo sistema de coordenadas se deben seleccionar todas las tablas y seleccionar el nuevo sistema explícitamente.

- Abrir el *GeoWorkSpace* de la cartografía de Cataluña en *WGS84* y crear una conexión al almacén del modelo de datos del sistema gestor de aguas en *WGS84* todavía en *EUA*. Asegurarnos de que toda la información necesaria está en la leyenda, sobre todo las clases de entidad del modelo de datos del sistema gestor de aguas.
  - o Seleccionar en la leyenda todas las clases de entidad del modelo del sistema gestor de aguas e ir al menú *Edición* -> *Seleccionar por entrada de leyenda*. Ya se tienen todas las entidades del modelo seleccionadas en el mapa.
  - o Buscar un zoom apropiado donde se visualice la cartografía y el modelo de datos del sistema gestor de aguas.
  - o Ir al menú *Edición* -> *Geometría* -> *Mover*. Posicionar el puntero en el modelo de datos del sistema gestor de aguas y arrastrando el puntero del ratón moverlo hasta soltar sobre la cartografía de *Cataluña*.
  - o Repetir este paso con los zooms más cercanos hasta que está el modelo de datos del sistema gestor de aguas en el lugar adecuado.
- Posteriormente se cambia el sistema de coordenadas de visualización del *GeoWorkSpace* a *datum* [def:03\_12] *European 1950*. Físicamente la información seguirá estando en *WGS84*.

El resultado de realizar todos los pasos se aprecia en la *Figura 7.1* donde se visualizan los datos del modelo de datos (líneas rectas en azul) sobre la cartografía (edificios y curvas de nivel). Al haberse realizado una traslación de los datos no coinciden completamente los ramales de agua con la cartografía, ni la red de distribución de agua con los edificios, se intenta mostrar el proceso de traslación más que obtener un resultado estético.



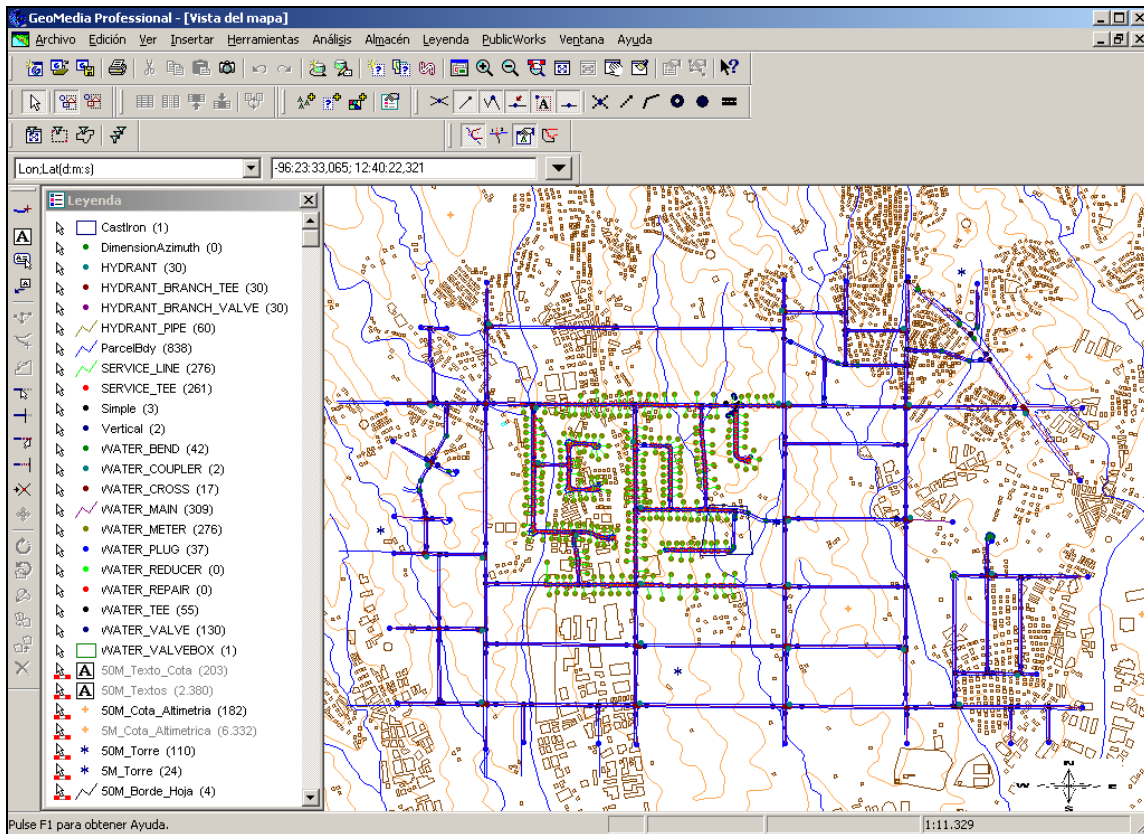


Figura 7.2. Sistema de gestión de aguas con la cartografía de fondo

## 7.2.6 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

Hasta ahora se ha introducido la cartografía a *Oracle* y se han creado los metadatos necesarios para el modelo de datos.

En este apartado se trata el diseño de la base de datos lo cual implica el diseño del modelo de datos del SIG gestor de aguas (ver [Figura 7.3](#)) y también la ampliación del modelo con sus restricciones (ver [7.2.6.2.3](#)).

### 7.2.6.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA GESTOR DE AGUAS

Antes de entrar en la explicación del modelo de datos del sistema gestor de aguas es necesario explicar los elementos que lo componen [\[06\\_01\]](#):

- *Elementos de la canalización principal:* son aquellos que hacen posible la canalización de la red distribuidora de aguas, por ejemplo las tuberías de la canalización principal y todos los posibles elementos de enganche entre las tuberías: codos, acopladores, crucetas, topes, conos, bases y válvulas (elementos explicados en detalle en la [Tabla 7.7](#)). Decir que el único elemento que no es sólo de enganche es la *válvula* que tiene la propiedad de estar abierta o cerrada para limitar la canalización de los fluidos. Esta propiedad será importante en la elaboración del comando del trabajo práctico (ver [7.3.1](#)).
- *Elementos de hidrantes:* Un hidrante es un punto de toma de agua especial usado, por ejemplo, por los bomberos en los incendios. La canalización desde la canalización principal hasta los hidrantes requiere de nuevos elementos: base de hidrantes, tubería de hidrantes y válvula de hidrantes (elementos explicados en detalle en la [Tabla 7.6](#)).
- *Elementos de servicio:* El contador es el elemento básico de este grupo de elementos y proporciona la medición del agua consumida por el cliente. La canalización desde la canalización principal hasta los contadores requiere de nuevos elementos: línea de servicio (es una tubería) y base de servicio (elemento de enganche entre la tubería de la canalización principal y la línea de servicio, mayor detalle de los elementos en la [Tabla 7.5](#)).

### 7.2.6.2 MODELO DE DATOS DEL SISTEMA GESTOR DE AGUAS

El modelo de datos diferencia los tres tipos de elementos que lo componen (ver 7.2.6.1) en tres grandes bloques de clases de entidad:

- *Canalización principal:* Son las clases de entidad que se encargan de la distribución de agua. No distribuyen al cliente final.
- *Hidrantes:* Son las clases de entidad que se encargan de la distribución de agua desde la canalización principal hasta los hidrantes.
- *Servicios:* Son las clases de entidad que se encargan de la distribución del agua desde la canalización principal hasta los contadores de los clientes finales.

#### 7.2.6.2.1 MODELO ENTIDAD-RELACIÓN

En la *Figura 7.3* se ve el modelo entidad-relación de las clases de entidad de servicios, de hidrantes y de la canalización principal. Se aprecia la gran cantidad de clases de entidad necesarias para realizar la canalización principal y que la clase de entidad base es la canalización principal y se relaciona con topología de anillo con el resto de clases de entidad de la canalización principal. El modelo permite que la relación entre clases sea de  $n$  a  $m$  y se deja la limitación de la multiplicidad en esta relación al modelo AFM [def:06\_02].

Las clases de entidad de servicios y de hidrantes son muchas menos y sirven para dar servicio a los usuarios o servir de agua a los hidrantes. Las clases entidad de la canalización principal se relacionan con las clases de entidad de servicios y de hidrantes mediante las clases de entidad de las bases de servicio y de las bases de hidrantes.

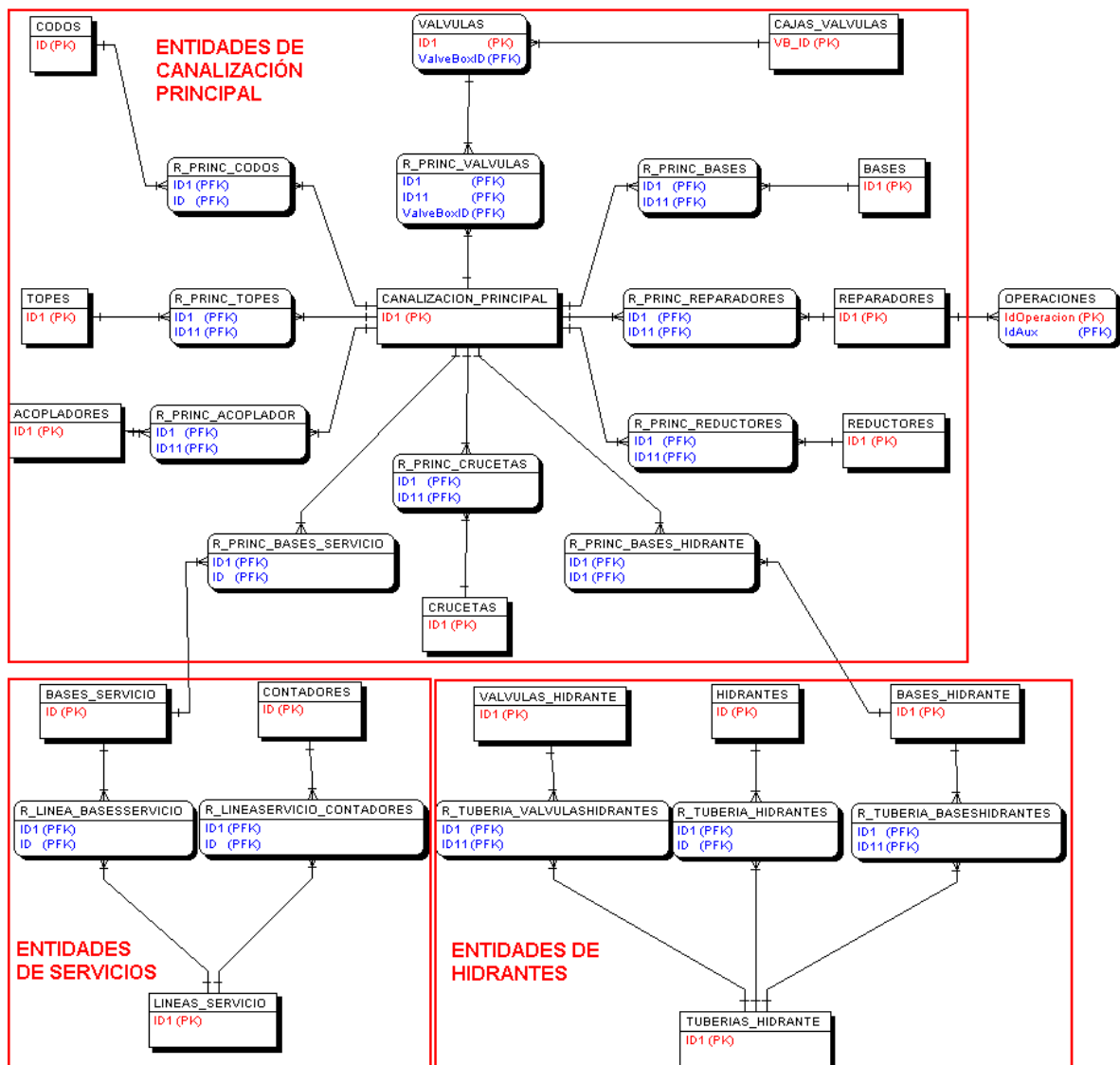


Figura 7.3. Modelo de datos del sistema de gestión de aguas

7.2.6.2.2 CLASES DE ENTIDAD

Seguidamente detallaremos las entidades dividiéndolas en los tres tipos de modelo de entidad (ver [Figura 7.3](#)):

**ENTIDADES DE SERVICIOS**

Son las que proporcionan el servicio a los clientes finales y van desde las tuberías de canalización principal hasta los contadores. En la [Figura 7.4](#) se muestran las líneas verdes como las líneas de servicio, se unen a la canalización principal (líneas rojas) mediante una base de servicio y tienen al final de la línea un contador.

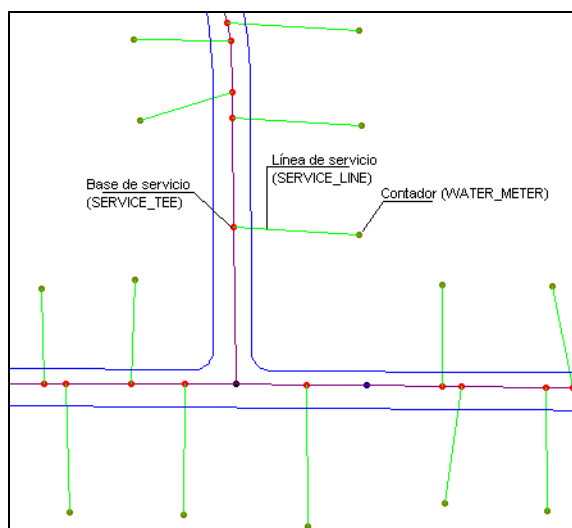








Figura 7.4. Clases de entidad de servicios

Se explica en detalle en la [Tabla 7.5](#) las clases de entidad de servicios. La primera columna indica la clase de entidad, el nombre de la tabla y en negrita su nombre. La segunda columna (CAMPO) indica los campos de las tablas, la tercera (INT.) la relación de integridad del campo, la cuarta (M.R.) indica un dibujo del elemento en el mundo real y por último la quinta (GEO) representa el estilo de la geometría que la representa en el SIG (del dibujo de este campo se deduce si se trata de una geometría de tipo punto ● o línea ~).

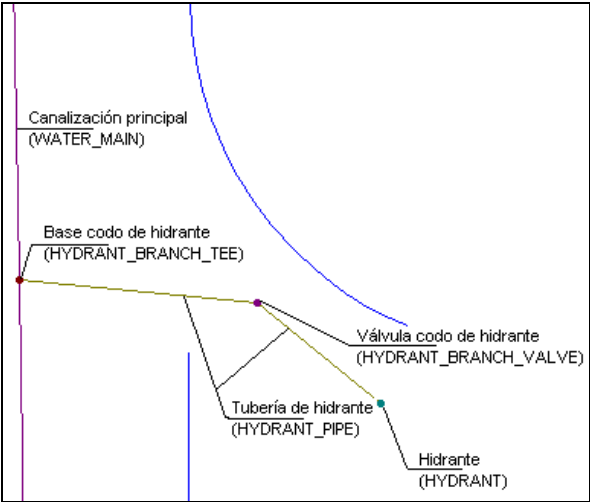
CLASE DE ENTIDAD	CAMPO	INT.	M.R.	GEO
LINEAS_SERVICIO <b>Línea de servicio:</b> Geometría de línea, el atributo de tamaño (longitud de la tubería) y se conectan a la canalización principal a través de la base de servicio. Proporcionan el servicio a través de los contadores al cliente final.	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
	"ServiceSize" Number	-		
CONTADORES <b>Contador:</b> Geometría de punto. Sirve de enganche entre la línea de servicio y el cliente final.	"ID" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry_sk" Char(15)	-		
	"Meter_ID" Number	-		
BASES_SERVICIO <b>Base de servicio:</b> Geometría de punto. Sirve de enganche entre la línea de servicio y la canalización principal.	"ID" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
	"ServiceSize" Number Default 0	-		
	"MainSize" Number Default 0	-		
R_LINEASERVICIO_CONTADORES	"ID1" Number NOT NULL	PFK		

Relación n a m entre las líneas de servicio y los contadores. A través de AFM [def:06_02] se limitará esta multiplicidad a 1.	"ID" Number NOT NULL	PFK	-	-
R_LINEA_BASESERVICIO	"ID1" Number NOT NULL	PFK		
Relación n a m entre las líneas de servicio y las bases de servicio.	"ID" Number NOT NULL	PFK	-	-
<u>R_PRINC_BASES_SERVICIO</u>				
Relación n a m entre las líneas de servicio y la canalización principal.				

*Tabla 7.5. Clases de entidad de servicios (Acronimos: M.R.= Mundo Real; INT=Integridad; GEO=Geometría)*









**ENTIDADES DE HIDRANTES**

Son las que proporcionan el servicio de agua en los hidrantes, se encargan de canalizar el agua desde la canalización principal hasta el hidrante. En la [Figura 7.5](#) se muestran las líneas marrones como las tuberías de hidrantes, se unen a la canalización principal (líneas rosas) mediante una base codo de hidrantes y tienen al final de la línea un hidrante. Además mediante la válvula codo de hidrantes se pueden conectar entre sí varias tuberías de hidrantes.



*Figura 7.5. Clases de entidad de hidrantes*

Se explica en detalle en la [Tabla 7.6](#) las clases de entidad de hidrantes. Las columnas tienen el mismo significado que la [Tabla 7.5](#).

CLASE DE ENTIDAD	CAMPO	INT	M.R.	GEO
TUBERIAS_HIDRANTE <b>Tubería de hidrante:</b> Geometría de línea. Se conecta a la canalización principal a través de la base codo de hidrantes. Se conectan entre ellas a través de la válvula codo de hidrantes. Proporcionan agua a través de los hidrantes.	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
HIDRANTES <b>Hidrante:</b> Geometría de punto. Es el punto final de una tubería de hidrante. En el mundo real proporciona flujo de agua (por ejemplo a los bomberos).	"ID" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
BASES_HIDRANTE <b>Base codo de hidrante:</b> Geometría de punto. Es el punto de enlace entre la canalización principal y la tubería de hidrante.	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
VALVULAS_HIDRANTE <b>Válvula codo de hidrante:</b> Geometría de punto. Es el punto de enlace entre una tubería de	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		


Es el punto de enlace entre una tubería de hidrante y otra.	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
R_TUBERIA_BASESHIDRANTES Relación n a m entre las tuberías de hidrantes y la canalización principal. A través de AFM [def:06_02] se limitará esta multiplicidad a 1.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
R_TUBERIA_HIDRANTES Relación n a m entre las tuberías de hidrantes y los hidrantes. A través de AFM [def:06_02] se limitará esta multiplicidad a 1.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID" Number NOT NULL	PFK		
R_TUBERIA_VALVULASHIDRANTES Relación n a m entre las tuberías de hidrantes y la canalización principal. A través de AFM [def:06_02] se limitará esta multiplicidad a 2.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_BASES_HIDRANTE</b> Relación n a m entre las tuberías de hidrantes (HYDRANT_PIPE) y la canalización principal.				

Tabla 7.6. Clases de entidad de hidrantes (Acónimos: M.R.= Mundo Real; INT=Integridad; GEO=Geometría)

### ENTIDADES DE CANALIZACIÓN PRINCIPAL

En la [Figura 7.6](#) se muestran las líneas rosas (van dentro de las líneas azules) como las tuberías de la canalización principal. Se unen mediante los codos, los acopladores, las crucetas, los topes, los conos, las bases y las válvulas. Cada uno de estos elementos tienen alguna particularidad que viene explicada en la [Tabla 7.7](#).

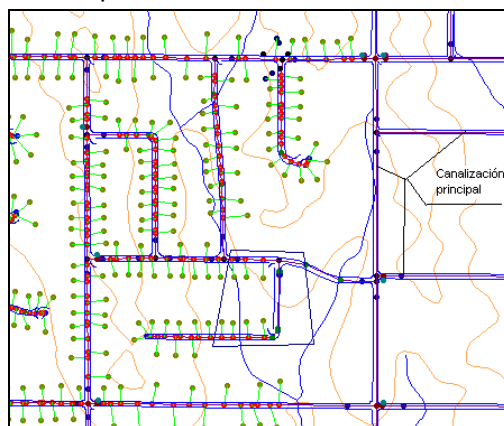















Figura 7.6. Clases de entidad de la canalización principal

Se explica en detalle en la [Tabla 7.7](#) las clases de entidad de la canalización principal. Las columnas tienen el mismo significado que la [Tabla 7.5](#).

CLASE DE ENTIDAD	CAMPO	INT	M.R.	GEO
CANALIZACION_PRINCIPAL <b>Canalización principal:</b> Geometría de línea. Es la canalización principal de aguas, a ella se unen las canalizaciones de servicios y de hidrantes. También hay elementos de unión entre la canalización principal como codos, acopladores, cruces, topes, conos, reparadores, bases y válvulas.	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
	"WMTType" Char(20)	-		
	"WMSize" Number	-		
	"Status" Char(8) Default Inuse	-		
	"Material" Char(10)	-		

<p>CODOS</p> <p><b>Codo:</b> Geometría de punto. Realiza la conexión entre dos canalizaciones principales que no vienen con la misma dirección (pueden venir con diversos ángulos). El modelo AFM controla que no se puedan unir dos canalizaciones de diferentes tamaños. La cardinalidad es de dos.</p>	"ID" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
	"FittingSize" Number Default 0	-		
<p>ACOPLADORES</p> <p><b>Acoplador:</b> Geometría de punto. Realiza la conexión entre dos canalizaciones principales (que vienen rectos). El modelo AFM controla que no se puedan unir dos canalizaciones de diferentes tamaños. La cardinalidad es de dos.</p>	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
	"FittingSize" Number Default 0	-		
<p>CRUCETAS</p> <p><b>Cruceta:</b> Geometría de punto. Realiza la conexión entre cuatro canalizaciones principales (que vienen en ángulos rectos). El modelo AFM controla que no se puedan unir varias canalizaciones de diferentes tamaños. La cardinalidad es de cuatro.</p>	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
<p>TOPES</p> <p><b>Tope:</b> Geometría de punto. Realiza el final de la canalización principal. El modelo AFM controla que el tamaño del tope sea el mismo que el de la canalización. La cardinalidad es de uno.</p>	"ID1" Number NOT NULL ,	PK		
	"Geometry1" Long,	-		
	"Geometry1_SK" Char(15),	-		
	"FittingSize" Number)	-		
<p>REDUCTORES</p> <p><b>Cono:</b> Geometría de punto. Realiza la conexión entre dos canalizaciones principales (que tienen diferentes tamaños). La cardinalidad es de dos.</p>	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
<p>REPARADORES</p> <p><b>Reparador:</b> Geometría de punto. Se conecta en mitad de la línea para repararla. La cardinalidad es de uno.</p>	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
<p>BASES</p> <p><b>Base:</b> Geometría de punto. Es el punto de enlace entre tres elementos de la canalización principal. La cardinalidad es de tres.</p>	"ID1" Number NOT NULL	-		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
<p>VALVULAS</p> <p><b>Válvula:</b> Geometría de punto Realiza la conexión entre dos canalizaciones. Una válvula puede tener el estado abierto o cerrado. Además puede pertenecer a una caja de válvulas. La cardinalidad es de dos.</p>	"ID1" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry1" Long	-		
	"Geometry1_SK" Char(15)	-		
	"ValveStatus" Char(10) Default Open	-		
	"ValveBoxID" Number NOT NULL	FK		

	"FittingSize" Number Default 0	-		
<b>CAJAS_VALVULAS</b> <b>Caja de válvulas:</b> Geometría de polígono. Las válvulas interiores a la caja deben estar asociadas con la caja. En el mundo real suele estar en una caseta.	"VB_ID" Number NOT NULL	PK		
	"Geometry_sk" Char(50)	-		
	"Geometry" Long	-		
<b>R_PRINC_CODOS</b> Relación n a m entre la canalización principal y los codos. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 2.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_ACOPLADOR</b> Relación n a m entre la canalización principal y los acopladores. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 2.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_CRUCETAS</b> Relación n a m entre las canalizaciones principales y la cruceta. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 4.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_TOPES</b> Relación n a m entre la canalización principal y los topes. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 1.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_REDUCTORES</b> Relación n a m entre la canalización principal y los conos reductores. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 2.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_REPARADORES</b> Relación n a m entre la canalización principal y sus reparaciones. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 1.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_BASES</b> Relación n a m entre las canalizaciones principales y una base. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 3.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_VALVULAS</b> Relación n a m entre las canalizaciones principales y las válvulas. A través de AFM se limitará esta multiplicidad a 2.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
	"VB_ID" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_BASES_HIDRANTE</b> Relación n a m entre las tuberías de hidrantes y la canalización principal.	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-
	"ID11" Number NOT NULL	PFK		
<b>R_PRINC_BASES_SERVICIO</b>	"ID1" Number NOT NULL	PFK	-	-

Relación n a m entre las líneas de servicio y la canalización principal.	"ID" Number NOT NULL	PFK		
--	----------------------	-----	--	--

Tabla 7.7. Clases de entidad de la canalización principal (Acrónimos: M.R=Mundo Real; INT=Integridad; GEO=Geometría)

#### 7.2.6.2.3 RESTRICCIONES EN LAS RELACIONES ENTRE CLASES DE ENTIDAD (AFM) [DEF:06\_02]

*Geomedia Public Works* permite establecer unas reglas entre clases de entidad como la multiplicidad en las conexiones (ver 7.2.6.2.1), qué clases de entidad pueden conectarse e incluso el tipo de conexión que se realizan entre ellas.

Este modelo entre las clases de entidad restringe las conexiones entre clases de entidad, por ejemplo, no permite que se conecte un contador a la canalización principal ya que no tiene sentido porque el contador debe ser el final de una línea de servicio. Además ese contador no puede conectarse en mitad de la línea de servicio sino sólo en un extremo y únicamente se puede poner un contador al final de una línea de servicio (multiplicidad). Estas restricciones sobre todas las clases de entidad acaban por definir una *red* en un sistema gestor de aguas. Si no se pudiese definir restricciones entre clases de entidad tendríamos muchas posibilidades de editar una *red* que no cumpliera con los requisitos necesarios para poder realizar análisis efectivos complicándose la elaboración y mantenimiento con un alto riesgo de dejar la red en un estado inconsistente.

En la [Tabla 7.8](#) se muestran las restricciones que a partir de ahora se llamarán AFM [def:06\_02] realizadas sobre el modelo de la base de datos en las clases de entidad de servicios.

Cada fila sin sombreado muestra una relación entre dos clases de entidad, la primera clase de entidad es la que está en mayúscula y se considera de origen y la segunda es la de la misma columna y se considera de destino.

La primera columna muestra la clase de entidad origen en letra negrita y en letra normal las clases de entidad destino de la relación.

En la segunda columna se muestra el tipo de restricción que puede ser:

- “Operación” que indica la operación que permite una clase de entidad sobre la otra, por ejemplo, “Insertar línea conectada”
- “Norma. Conexión” que indica el tipo de conexión que se establece en la relación, por ejemplo si se unen en los extremos o en mitad de la línea, una base irá en mitad e una línea y el resto de elementos al final.
- “Norma. Multiplicidad” que indica el número máximo de relaciones entre las dos clases de entidad en la relación, por ejemplo, “4” en la entidad cruceta indica que sólo puede haber cuatro conexiones con tuberías.
- “Norma. Atributos” que indica alguna restricción en cuanto a los atributos de las clases de entidad, por ejemplo, “Coincidencia en el diámetro de la cañería” para conectar dos tuberías a través de una válvula.

En la última fila se añade el valor del tipo de restricción elegido en la relación.

CLASE DE ENTIDAD / RELACIÓN	RESTRICCIÓN	VALOR
Línea de servicio	Operación	Insertar línea conectada
Contador	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
	Norma. Multiplicidad	1
Base servicio	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Base de servicio:	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Norma. Atributos.	Coincidencia en el diámetro de la cañería
	Norma. Conexión	Origen a mitad de línea
Línea de servicio	Norma. Atributos.	Coincidencia en el diámetro de la cañería



	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Contador:	Operación	Insertar puntos conectados
Línea de servicio	Norma. Multiplicidad	1
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen

Tabla 7.8. Restricciones del modelo AFM [def:06\_02] de las clases de entidad de servicios

En la [Tabla 7.9](#) se muestran las limitaciones AFM [def:06\_02] realizadas sobre el modelo de base de datos en las clases de entidad de hidrantes.

CLASE DE ENTIDAD / RELACIÓN	RESTRICCIÓN	VALOR
Tubería de hidrantes	Operación	Insertar línea conectada
	Norma. Multiplicidad	2
Base de hidrantes	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Hidrantes	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Válvula de hidrantes	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Base de hidrantes:	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Norma. Conexión	Origen a mitad de línea
Tubería de hidrantes	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Hidrante:	Operación	Insertar puntos conectados
Tubería de hidrantes	Norma. Multiplicidad	1
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Válvula de hidrantes:	Operación	Insertar puntos conectados
Tubería de hidrantes	Norma. Multiplicidad	2
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen

Tabla 7.9. Restricciones del modelo AFM [def:06\_02] de las clases de entidad de hidrantes

En la [Tabla 7.10](#) se muestran las limitaciones AFM [def:06\_02] realizadas sobre el modelo de base de datos en las clases de entidad de canalización principal.

CLASE DE ENTIDAD / RELACIÓN	RESTRICCIÓN	VALOR
Canalización principal:	Operación	Insertar línea conectada
	Multiplicidad de grupo	2
Codo	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Acoplador	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Cruceta	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Base hidrantes	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida

(relaciona con las entidades de hidrantes)	Norma. Conexión	Desde mitad de línea a origen de la otra
	Multiplicidad	[0..3]
Tope	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Atributos.	Coincidencia en el diámetro de la cañería
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Cono	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Reparador	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Desde mitad de línea a origen de la otra
	Multiplicidad	[0..9]
Base servicio (relaciona con las entidades de servicios)	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Desde mitad de línea a origen de la otra
	Multiplicidad	[0..19]
Base	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Válvula	Operación	Actualizar línea conectada cuando se divida
	Norma. Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
<b>Codo:</b>	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Atributos	Coincidencia en el diámetro de la cañería
	Multiplicidad	2
	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
<b>Acoplador:</b>	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Atributos	Coincidencia en el diámetro de la cañería
	Multiplicidad	2
	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
<b>Cruceta:</b>	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Multiplicidad	4
	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
<b>Tope:</b>	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Atributos	Coincidencia en el diámetro de la cañería
	Multiplicidad	1
	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
<b>Reductor:</b>	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Multiplicidad	2
	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
<b>Reparador:</b>	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
	Multiplicidad	1

Base:	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
	Multiplicidad	3
Válvula:	Operación	Insertar puntos conectados
Canalización principal	Atributos	Coincidencia en el diámetro de la cañería
	Multiplicidad	2
	Conexión	Conexión de extremos, punto final a origen
Caja de válvulas	Conexión	Interior (válvula dentro de caja)
	Multiplicidad	[0..1]
Caja de válvulas:	Operación	Insertar puntos conectados
Válvula	Conexión	Interior (válvula dentro de caja)
	Multiplicidad	[1..10]

Tabla 7.10. Restricciones del modelo AFM [def:06\_02] de las clases de entidad de la canalización principal

Después del diseño del modelo de datos se procede a introducir la información (esta labor se realiza por importación de los datos, ver 7.2.5).

Se ha conseguido construir el SIG de distribución de aguas y se pueden usar todas las funciones SIG disponibles en la plataforma de desarrollo *Geomedia Professional* y *Public Works*. Cualquier función extra que se desee se tendrá que realizar programando a través del API proporcionado por la plataforma de desarrollo.

### 7.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE AVERÍAS

Hasta este apartado se ha preparado la cartografía para poder realizar conexiones desde *Geomedia Professional* a *Oracle* [def:07\_01] (ver 7.2.2), se ha diseñado el modelo de la base de datos (ver 7.2.6.2) e incluso el modelo AFM [def:06\_02] (ver 7.2.6.2.3).

Se dispone de un SIG para un sistema de distribución de aguas donde se pueden realizar análisis, acotaciones e introducción de datos en la red de aguas (características propias de *Geomedia Public Works*, ver 6). El siguiente paso es realizar una aplicación externa que facilite la labor de realizar todas estas funciones e integrándolas con un sistema gestor de averías.

El objetivo es realizar un prototipo (ver 7) e implementarlo desde la plataforma de desarrollo *Geomedia Professional* y *Public Works* utilizando las APIs mediante un comando en *Visual Basic*.

#### 7.3.1 IMPLEMENTACIÓN DEL COMANDO EN VISUAL BASIC

Uno de los objetivos del proyecto es desarrollar un sistema de gestión de averías, para cumplirlo se implementa un comando en Visual Basic que explota el diseño del modelo de datos realizado.

##### 7.3.1.1 REQUERIMIENTOS

El comando será un comando no modal a partir del cual el usuario podrá ver una lista con las averías actuales. Podrá crear nuevas averías, cerrar sus válvulas (una vez reciba la notificación del técnico de aguas encargado de la reparación) y eliminar la avería volviéndose a abrir las válvulas cerradas anteriormente (el técnico ha notificado que la reparación ha sido realizada).

Todos estos pasos serán anotados en una tabla de operaciones en la base de datos con fechas y estados para poder hacer análisis de los informes que podrá realizar el jefe de operaciones y sus superiores para poder supervisar el tiempo de actuación sobre las reparaciones. La realización de los informes queda fuera del alcance del proyecto.

##### 7.3.1.1.1 ACTORES

El centro de control en el que se va a situar el sistema tiene los siguientes actores:

- *Operador*: Es el usuario que recibe la llamada de posible avería, notifica a los técnicos necesarios para solucionar la avería (con asesoramiento del jefe de coordinaciones) y realiza el seguimiento y cierre de las averías,
- *Jefe de operaciones*: Es el usuario de la aplicación que visualiza el estado de las averías recomendando como experto los técnicos y las prioridades en la atención de las averías.
- *Técnico de reparaciones*: Es el personal que no usa directamente el comando pero sí la infraestructura de telecomunicaciones del sistema para ponerse en contacto con el centro de control.

Los dos primeros actores se considerarán usuarios del programa (comando) y a partir de ahora cuando se use la palabra usuario se referirá a cualquiera de ellos dos.

#### 7.3.1.1.2 CASOS DE USO

Estos son los casos de uso detectados en el sistema:

- *Añadir avería*: El actor operador añade una avería al sistema gestor de averías y el sistema le contesta con un análisis de las válvulas más cercanas y con su estado en una lista (ver [Figura 7.8](#)).
- *Cerrar válvulas*: El actor operador confirma al sistema que las válvulas han sido cerradas por el técnico de reparaciones (ver [Figura 7.8](#)). El sistema cambia el estado de las válvulas de *abierto* a *cerrado* en la base de datos.
- *Eliminar avería*: El actor operador elimina la avería tras la confirmación del técnico de reparaciones (ver [Figura 7.8](#)). El sistema cambia el estado de las válvulas de *cerrado* a *abierto* en la base de datos.
- *Seleccionar avería*: El actor operador decide qué tarea maneja tras una notificación del técnico de reparaciones (ver [Figura 7.8](#)).
- *Notificar confirmación avería*: El actor *Técnico Reparaciones* que pertenece al sistema pero es ajeno al centro de control notifica al operador que ha llegado al lugar de la avería y la ha detectado. El operador le indica cuales son las válvulas que recomienda el sistema para su cierre (ver [Figura 7.8](#)).
- *Notificar cierre válvulas*: El actor *Técnico Reparaciones* que pertenece al sistema pero es ajeno al centro de control notifica al operador que se han cerrado las válvulas (ver [Figura 7.8](#)).
- *Notificar reparación*: El actor *Técnico Reparaciones* que pertenece al sistema pero es ajeno al centro de control notifica al operador que ha finalizado la reparación de la avería (ver [Figura 7.8](#)).
- *Supervisión*: El actor jefe de operaciones supervisa la operativa del sistema (ver [Figura 7.8](#)) asesorando a los operadores. También realiza informes como los tiempos de atención de averías o la detección de zonas especialmente afectadas por averías.

#### 7.3.1.1.3 DIAGRAMA CASOS DE USO

En la [Figura 7.8](#) se muestra el diagrama de casos de uso que muestra la interacción entre los diferentes actores y el Centro de Control. El Centro de Control además del sistema informático, creado para realizar la gestión de averías, engloba al sistema de comunicaciones entre los operadores y los técnicos de reparaciones. El sistema de comunicaciones empleado está fuera del alcance del proyecto.

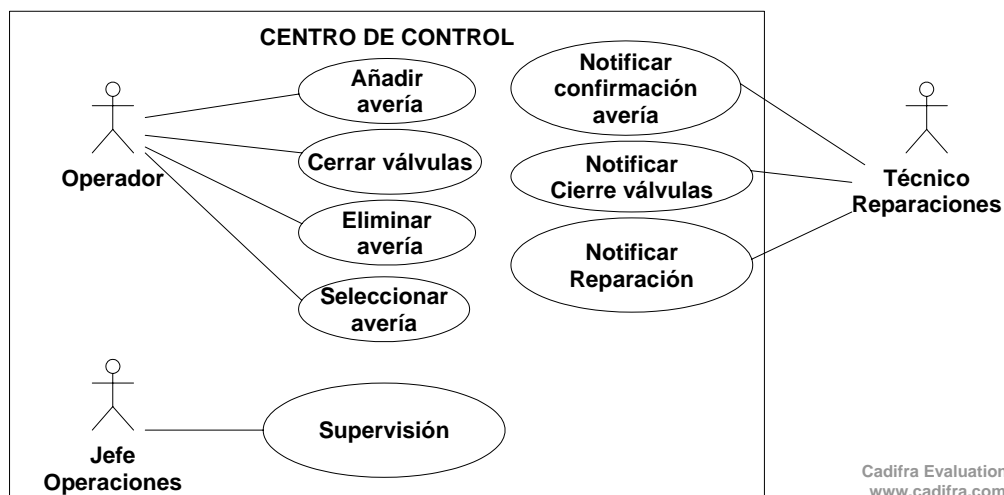


Figura 7.8. Diagrama de casos de usa para el sistema CENTRO DE CONTROL

### 7.3.1.2 DISEÑO

Se han tenido en cuenta una serie de aspectos de diseño como son:

- *Diseño gráfico:* Diseño de las pantallas e interacción con el usuario.
- *Utilización del modelo de datos:* Una de las clases de entidad (*REPARADORES*, ver [7.2.6.2.2](#)) que se diseñó en el modelo del sistema gestor de aguas (ver [7.2.6.2.2](#)) va a contener la reparación de las averías.
- *Registro de operaciones:* La tabla de operaciones es una tabla que se ha creado para guardar información de las actuaciones de los usuarios.

#### 7.3.1.2.1 DISEÑO GRÁFICO

Inicialmente el usuario ha de pulsar sobre el comando de averías mediante un submenú, un botón de una barra de herramientas o una tecla de acceso rápido.

La ventana inicial es modal y muestra la lista de averías, si no hay ninguna creada aparecerá en blanco (ver [Figura 7.9](#)).

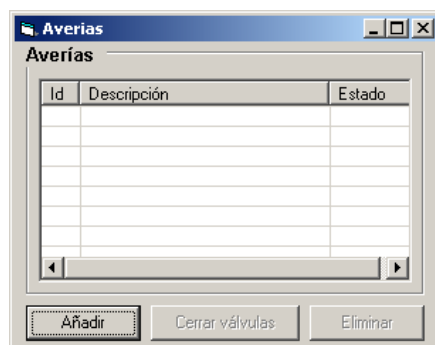


Figura 7.9. Ventana inicial del comando averías

Si se pulsa el botón añadir se muestra una ventana modal donde se elige las condiciones del análisis que se realizará (ver [Figura 7.10](#)). Esta ventana es del comando de seguimiento de *Geomedia Public Works* por eso aparece en inglés.

Las dos primeras listas del comando, seleccionan la conexión de la base de datos seleccionada y el nombre del seguimiento seleccionado.

El campo "Query name" y "Description" pueden editarse e introducir los valores que se desee. Con el nombre del "Query name" aparecerá en la entrada de la leyenda una vez realizado el seguimiento.

No es necesario cambiar ninguna opción de la ventana modal, si se pulsa a aceptar el sistema esperará que se pulse sobre el mapa para añadir la avería en su clase de entidad y realizar el análisis de seguimiento. Si no se desea introducir la avería se pulsa la tecla escape y se cancela el comando. La [Figura 7.10](#) muestra el proceso de selección de parámetros, la

selección en el mapa de la posición geográfica de la avería; finalmente se presenta el resultado del seguimiento realizado desde la avería hasta las válvulas más cercanas.

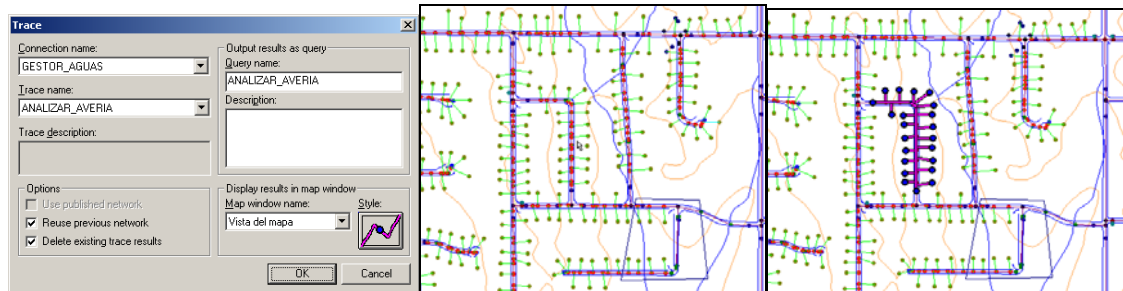


Figura 7.10. Proceso de avería añadida y analizada

El resultado global del análisis es, como se puede ver en la Figura 7.11, la presentación de tres ventanas del sistema:

- Una ventana de datos con la lista de todos los abonados (contadores en el modelo de datos, ver parte superior Figura 7.11).
- Una ventana de datos con la lista de las válvulas que se deberían de cerrar (ver parte central Figura 7.11).
- Una ventana del mapa con todo el seguimiento desde el punto de avería hasta que se llega a las válvulas más cercanas (ver parte inferior Figura 7.11).

Con esta información el usuario está en disposición de recomendar al técnico de averías las válvulas que tiene que cerrar, si dispone de una lista de abonados a los que se les puede llamar para avisar de la caída del servicio.

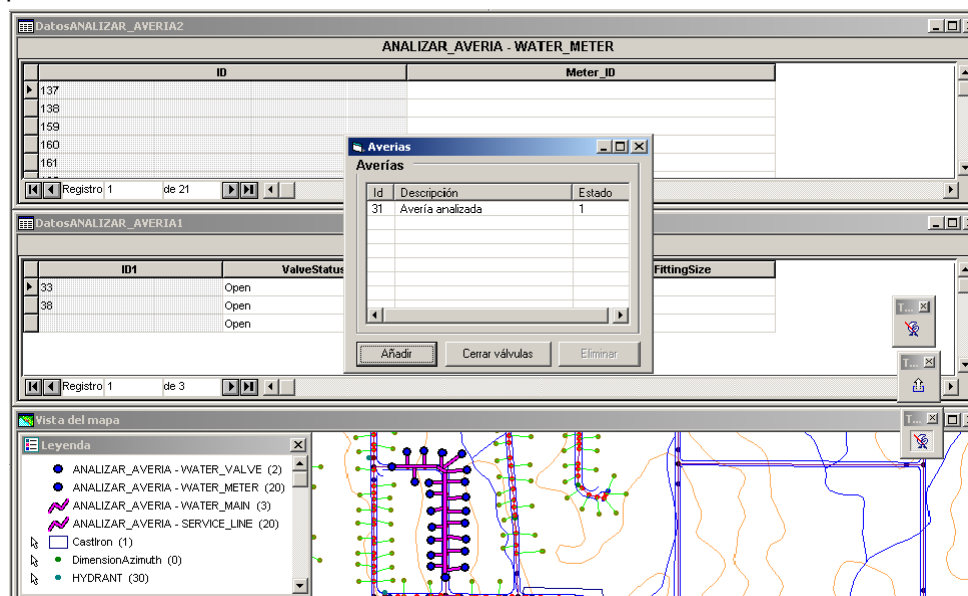


Figura 7.11. Proceso de avería añadida y analizada

Cuando el técnico confirma que se han cerrado las válvulas el usuario pulsa sobre el botón cerrar válvulas, apareciendo la misma imagen que en la Figura 7.11 pero las válvulas en lugar de abiertas deberán cambiar a cerradas (el valor del campo ValveStatus pasa de Open a Closed).

Cuando el técnico comunica que se ha solucionado la avería se pulsa sobre el botón eliminar y se vuelve al estado inicial de la Figura 7.9.

#### 7.3.1.2.2 UTILIZACIÓN DEL MODELO DE DATOS

Las averías mostradas en el anterior apartado se registran en la base de datos a través de la clase de entidad de averías (tabla REPARADORES, ver Figura 7.3) ya se explicada en el modelo de datos (ver 7.2.6.2.2). Esto permite tener asociada una avería a una posición geográfica y realizar el análisis SIG más conveniente.

### 7.3.1.2.3 REGISTRO DE OPERACIONES

Se registran todas las operaciones realizadas desde el sistema a través de una tabla creada para guardar información de las acciones de los usuarios (ver [Figura 7.3](#)). La estructura de la tabla se visualiza en la [Tabla 7.11](#).

Tabla operaciones	
Campos	Tipo de datos
<i>IdOperacion</i>	Autonumérico
<i>TipoOperacion</i>	Numérico
<i>IdAux</i>	Numérico
<i>Descripcion</i>	Varchar(100)
<i>Fecha</i>	DateTime

Tabla 7.11. Campos y sus tipos de datos de la tabla Operaciones

Gracias a esta tabla se registra múltiple información que va a permitir explotar los datos a través de una herramienta de informes (ver [7.3.1.3](#)).

### 7.3.1.3 AMPLIACIONES FUTURAS DEL COMANDO

Se recomiendan las siguientes ampliaciones sobre el comando:

- Ventana no modal durante todo el ciclo de vida del comando. Ahora es modal mientras se muestra el formulario y no modal cuando hay que actuar sobre el mapa.
- Modificación del modelo de datos para añadir un campo en la clase de entidad de averías (*REPARADORES*) que indique si la avería está abierta o cerrada.
- Realización de informes, especialmente para el jefe de operaciones. Se requiere la toma de datos del cliente para la correcta realización de los informes.
- Gestión de múltiples averías por operador.
- Ampliación del sistema para recibir mediante datos la posición GPS [[def:03\\_08](#)] del técnico reparador de averías y no tener que introducir manualmente la posición de la avería.
- Ampliación del sistema para poder abrir y cerrar válvulas de forma remota desde el centro de control a través de un protocolo de datos entre el centro de datos y las válvulas.
- El modelo de datos tenga en cuenta que un contador puede tener varios abonados y poder obtener un listado de los abonados reales que han sido afectados. Estos abonados deben tener asociado un teléfono. El sistema hace una llamada a cada uno de los abonados para avisarles que se quedarán sin suministro de agua.

## 7.4 SÍNTESIS DEL TRABAJO

A principio del capítulo (ver [7](#)) se expusieron una serie objetivos parciales. El análisis de los objetivos de forma individual es el siguiente:

- *Comprobación base teórica*: Probar los conocimientos teóricos adquiridos en fases anteriores a este capítulo. Se ha conseguido principalmente en el apartado [7.2.5 Traslación de la información del modelo de datos del sistema gestor de aguas](#) donde se han aplicado los conocimientos sobre sistemas de coordenadas de los datos (ver [3.2](#)) y la utilización de funciones avanzadas de *Geomedia Professional* (ver [5](#)) para la traslación de puntos en el espacio geográfico. Igualmente, en el apartado [7.3.1 Implementación del comando en Visual Basic](#) se han usado conocimientos avanzados de *Geomedia Public Works* (ver [6](#))
- *Diseño del modelo de datos geográfico*: Desarrollar un modelo de datos ampliable a nuevos requerimientos. El apartado [7.2.6.1 Elementos de un sistema gestor de aguas](#) diseña un modelo de datos que sirve para un amplio conjunto de necesidades de un sistema gestor de aguas.
- *Realización de prototipo*: Implementar un comando de *Geomedia Public Works* para verificar el modelo de datos. En el apartado [7.3.1 Implementación del comando en](#)

*Visual Basic* se implementa un comando sobre el modelo de datos consiguiendo lograr el objetivo de realizar un prototipo sobre el modelo de datos para realizar un sistema gestor de averías.

De las pruebas practicas realizadas se obtienen los siguientes resultados y consideraciones:

- *Utilización del sistema gestor de base de datos Oracle*: Se ha utilizado una instancia de *Oracle* [def:07\_01] como motor de la base de datos en el apartado *7.2.2 Conversión de la cartografía a Oracle* y *7.2.4 Preparar Oracle para el modelo AFM*. La elección de esta opción ha conllevado un riesgo en el proyecto que ha sido ejecutada sin mayores inconvenientes.
- *Geomedia Professional* hace un tratamiento casi idéntico independientemente del tipo de almacén usado. En el proyecto se han utilizado almacenes *Oracle* con resultados positivos en los dos casos. Se ha observado un tratamiento más coherente del uso de tablas de metadatos en *Oracle* [def:07\_01] ya que utiliza las mismas para todos los almacenes (usuarios) a diferencia de *Access* que mezcla datos y metadatos en el mismo fichero *mdb* y por lo tanto en el mismo almacén.
- En el apartado *7.3.1 Implementación del comando en Visual Basic* se ha trabajado con la librería de desarrollo de componentes con éxito y se han sacado las siguientes conclusiones:
  - o *Visual Basic* es un lenguaje de programación que no permite explotar totalmente la programación orientada a objetos. Esta limitación se ha notado en la implementación, cuando crecía el código cada vez era más difícil de mantener, era altamente sensible a las modificaciones.
  - o La herramienta de gestión de comandos es bastante amigable y permite la gestión de ventanas de una forma bastante simple aunque poco elegante.
  - o La librería de uso de *Geomedia Professional* y *Geomedia Public Works* es muy extensa y permite hacer casi todo. Sin embargo, muchos de los objetos están indocumentados y esto hace que sea difícil usarlos.
  - o Como resumen, gracias a la extensión de comandos se pueden personalizar muchas tareas que no permite directamente *Geomedia Professional* o *Geomedia Public Works* y esto tiene un valor añadido sobre el producto.



## 8 VALORACIÓN ECONÓMICA

---

Este apartado es necesario en la memoria de un proyecto ya que estudia el coste del mismo, y permite evaluar su viabilidad.

Se considera una empresa de gestión de aguas de tipo medio (p.e.: Sistema de Gestor de aguas para la ciudad de Mataró).

En primer lugar, se realiza una valoración económica teniendo en cuenta las inversiones iniciales (ver 8.1), es decir, licencias, equipos informáticos, etc...

Posteriormente, se valora económicamente el desarrollo del proyecto (ver 8.2), y se analiza el coste de una puesta en marcha (ver 8.3), que dependerá de las decisiones adoptadas para la explotación del sistema.

Finalmente, se estudian las necesidades de mantenimiento del sistema (ver 8.4).

### 8.1 INVERSIONES INICIALES

---

Se da por supuesto que existe el local del centro de control donde están físicamente los operadores (ver 7.3.1.1.1) que gestionan las averías detectadas en el sistema de gestión de averías.

Las inversiones que debe realizar el cliente se han realizado teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Hay dos operadores en el sistema de gestión de aguas como máximo al mismo tiempo; a la vez el jefe de coordinaciones también puede conectarse al sistema para ver el estado de las averías.
- Los posibles usuarios del *Sistema Gestor de Aguas* son siete; lógicamente sólo podrán estar a la vez tres usuarios simultáneos.

Para el análisis de la información se considera que no se va a necesitar material extraordinario para el desarrollo debido a que se utilizará el material del cliente final durante la fase de desarrollo.

Los datos anteriores son básicos para realizar las inversiones necesarias de *software* y *hardware*:

- *Licencias software*:
  - o 1 licencia *Oracle Database 9i Standard Edition One*. (hasta siete usuarios)
  - o 3 licencias *Geomedia Professional* (para los tres usuarios del sistema).
  - o 3 licencias *Geomedia Public Works* (para los tres usuarios del sistema).
- *Hardware*:
  - o 1 ordenador servidor DELL PowerEdge 2800.
  - o 2 ordenadores DELL GX620 para los operadores del *Centro de Control y Coordinación*.
  - o 1 ordenador DELL GX620 para el jefe de coordinaciones.

### 8.2 REALIZACIÓN DEL PROYECTO

---

Se necesitan dos perfiles, uno de gestor de proyecto y otro de programador, que realizarán las labores de toma de requisitos, análisis, diseño, codificación y pruebas y se calcula el presupuesto en función de las horas trabajadas:

- Especificación del modelo de datos y del prototipo. 10 horas.
- Análisis del modelo de datos, diseño y codificación del prototipo. 60 horas.
- Pruebas. 12 horas.
- Documentación. 175 horas.

Todas estas horas vienen detalladas en el apartado [1.3 Relación de actividades e hitos](#).

### 8.3 PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha requerirá un refuerzo de otra persona adicional que realizará la labor de formación y luego dará soporte a las diferentes requerimientos de los operadores durante un tiempo. Estas son las labores de esta persona:

- Curso formativo del programa. Curso de cuarenta horas con siete alumnos.
- Horas de estar *in situ* durante la puesta en explotación para dar soporte a los operadores. 80 horas de soporte.

### 8.4 MANTENIMIENTO

Además hay que tener en cuenta que el sistema ha de tener un mantenimiento, este consistirá en:

- La empresa *Dell* ofrece un mantenimiento anual de sus servidores. Se selecciona el servicio de mantenimiento oro que proporciona una actuación en menos de seis horas después de la avería. Además se ofrece como opcional un curso al administrador de sistemas por parte de *Dell* para que conozca en detalle el servidor a su cargo.
- Este mismo administrador u otro ha de tener conocimientos en *Oracle* [def:07\_01] y encargarse del mantenimiento de la base de datos. Es necesario realizar *un curso formativo* para explicar la base de datos que queda montada en el servidor. Además se estudiará de forma opcional la formación de administración (dba) en *Oracle* si no hay personal con conocimientos.

### 8.5 INFORME

En la [Tabla 8.1](#) se visualizan con datos de un informe realizado con los datos recogidos en los apartados anteriores y cruzados con datos del mercado actual.

COSTE TOTAL	PRECIO	UNIDADES	TOTAL
Licencia Oracle Database 9i Standard Edition One (7 Used Named Plus) [08_01]	149	7	1043
Oracle Software Upgrade License & Support [08_01]	32,78	7	229,46
Licencia Geomedia Professional [08_03]	6.000	3	18.000
Licencia Public Works [08_03]	12.000	3	36.000
Servidor DELL PowerEdge 2800 [08_02]	1.499	1	1.499
Ordenadores sobremesa DELL GX620 [08_02]	999	3	2997
Hora especialista recogida especificaciones (PJP)	50	10	500
Hora análisis, diseño y realización prototipo (PProg)	40	60	2.400
Hora realización de pruebas (PProg)	25	1	25
Hora documentación (PJP)	25	175	4.375
Hora curso de puesta en marcha (PJP)	70	40	2.800
Hora soporte durante explotación sistema (PJP)	25	80	2.000
Hora curso administrador ORACLE DBA (opcional)	45	75	3.375
Hora curso soporte a administrador sistemas (opcional)	70	10	700
			<b>75.943</b>

MANTENIMIENTO ANUAL	PRECIO	UNIDADES	TOTAL
---------------------	--------	----------	-------

Oracle Software Upgrade License & Support / año [08_01]	32,78	7	229,46
Contrato mantenimiento ORO servidor DELL / año [08_02]	400	1	400
			-

Tabla 8.1 Informe de la valoración económica del proyecto. PJP=Perfil Jefe Proyecto; Pprog=Perfil Programador

Los precios expresados en la [Tabla 8.1](#) no son el precio final cobrado al cliente sino el coste real del proyecto.

No han sido facilitados los precios de *Geomedia Public Works*, ni de *Geomedia Professional* por ello no se indican en el cuadro de la [Tabla 8.1](#).

Además del precio del coste total del proyecto, hay que tener en cuenta el coste de mantenimiento del mismo; así como el esfuerzo humano que genera el mantenimiento del nuevo sistema informático por parte del departamento de sistemas de la organización.

## 9 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

---

Este capítulo muestra los resultados obtenidos en el proyecto y las conclusiones a las que se ha llegado tras su elaboración.

Además, se ofrece un apartado donde se visionan posibles ampliaciones futuras del proyecto.

### 9.1 RESULTADOS

---

Consecución de los objetivos principales y de los objetivos parciales definidos en el capítulo del trabajo práctico (ver 7):

- Diseño e implementación de un *SIG distribuidor de aguas*.
- Creación de un *sistema de gestión de averías*.
- Diseño de un modelo de datos geográfico utilizando cartografía sobre la que se define el modelo de datos de los elementos del sistema distribuidor de aguas.
- Realización de un prototipo, implementando un comando sobre la plataforma *Geomedia Profesional - Public Works*, para verificar el modelo de datos geográficos. Este comando define el sistema de gestión de averías, que podrá ser ampliado con nuevos comandos por requerimientos futuros.

Estudio y conocimiento del programa *Geomedia Profesional* y sus limitaciones como sistema gestor de aguas (ver 5.7), las cuales se resuelven mediante la plataforma *Geomedia Profesional - Public Works*.

Construcción de un SIG gestor de aguas implementando un SIG gestor de aguas, y desarrollando un sistema de gestión de averías capaz de administrar, sobre el SIG de distribución implementado, el ciclo de vida de una avería (ver *Figura 7.1*).

### 9.2 CONCLUSIONES

---

La utilización del SIG comercial *Geomedia Profesional*, junto a otras herramientas, ha permitido obtener los objetivos definidos de forma satisfactoria, sin embargo, no se puede concluirse como la mejor opción, puesto que no se han realizado comparaciones con otros SIG comerciales.

- La plataforma *Geomedia Profesional - Public Works* permite construir un SIG distribuidor de aguas mediante el sistema gestor de bases de datos *Oracle*.
- La utilización del sistema gestor de base de datos *Oracle*, que en la planificación del proyecto se asumió como un riesgo, ha resultado posible y satisfactoria.
- La plataforma de desarrollo *Geomedia Profesional - Public Works* permite implementar funciones sobre un SIG de distribución de aguas, dicha función implementada, mediante *Visual Basic*, se definirá como el sistema gestor de averías.
- La programación en *Visual Basic* ha resultado limitada, no dispone de gestión de hilos, por tanto, no permite realizar tareas de fondo (*background*); como solución se han utilizado ventanas modales, que por otro lado han simplificado la gestión de los comandos.

Un SIG distribuidor de aguas aporta localización geográfica a un sistema gestor de averías, proporcionando una herramienta actual, flexible, ampliable y potente, que se define como *SIG gestor de aguas*.

### 9.3 AMPLIACIONES FUTURAS

---

Como futuras ampliaciones del sistema:

- Es posible optimizar el acceso al sistema gestor de bases de datos [*def:02\_06*], utilizando nuevos *tablespaces* y cuotas apropiadas para cada uno de los recursos creados en *Oracle* [*def:07\_01*]. De esta forma, el sistema podrá ampliarse de una forma más controlada.
- El SIG gestor de aguas podrá añadir a su sistema de gestión de averías nuevos comandos, por otro lado, el comando implementado podrá también ampliar sus características (ver 7.3.1.3).

## 10 GLOSARIO

[def:02\_01] **CAD *Computer Aided Design***. más conocido por las siglas inglesas **CAD** (*Computer Aided Design*), se trata básicamente de una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Permite diseñar en dos o tres dimensiones mediante geometría alámbrica, esto es, puntos, líneas, arcos, splines; superficies y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/CAD> Noviembre 2005]

[def:02\_02] **Cobertura** Diseño asistido por ordenador (en inglés).

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura> Noviembre 2005]

[def:02\_03] **Cartografía**. La cartografía es la ciencia que trata de la representación de la Tierra sobre un mapa. Al ser la Tierra esférica ha de valerse de un sistema de proyecciones para pasar de la esfera al plano.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Cartografía> Noviembre 2005]

[def:02\_04] **Raster**. El modelo de SIG *raster* se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Compartimenta el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. Cuanto mayores sean las dimensiones de las celdas (resolución) menor es la precisión o detalle en la representación del espacio geográfico.

[[http://es.wikipedia.org/wiki/SIG#Raster\\_y\\_Vectorial](http://es.wikipedia.org/wiki/SIG#Raster_y_Vectorial) Noviembre 2005]

[def:02\_05] **Vectorial**. En el modelo de SIG vectorial, el interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos sobre el espacio. Para modelizar digitalmente las entidades del mundo real se utilizan tres objetos espaciales: el punto, la línea y el polígono.

[[http://es.wikipedia.org/wiki/SIG#Raster\\_y\\_Vectorial](http://es.wikipedia.org/wiki/SIG#Raster_y_Vectorial) Noviembre 2005]

[def:02\_06] **Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD)**. Los Sistemas Gestores de Bases de Datos son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre las bases de datos y las aplicaciones que la utilizan. Se compone de un lenguaje de definición de datos, de un lenguaje de manipulación de datos y de un lenguaje de consulta.

[[http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Administrador\\_de\\_Bases\\_de\\_Datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Administrador_de_Bases_de_Datos) Noviembre 2005]

[def:03\_01] **Geodesia**. La Geodesia es una rama de las Geociencias y una Ingeniería, que trata del levantamiento y de la representación de la forma y de la superficie de la Tierra, global y parcial, con sus formas naturales y artificiales.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Geodesia> Noviembre 2005]

[def:03\_02] **Elipsoide**. Un elipsoide es una cuádrlica análoga a la elipse pero con una dimensión más.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Elipsoide> Noviembre 2005]

[def:03\_03] **Geoide de revolución**. Figura semejante a la del elipsoide de revolución, aunque difiere de él por su altitud. Es un esferoide irregular que considera las anomalías de la gravedad, el achatamiento de los polos y el abombamiento del ecuador. El geoide coincide con el nivel medio de los océanos prolongado hacia el interior de los continentes.

[<http://155.210.60.15/Geo/SIGweb/Glosariodef.htm#G> Noviembre 2005]

[def:03\_04] **Meridiano**. Círculo máximo que proporciona la longitud o distancia Este-Oeste de la Tierra.

[<http://155.210.60.15/Geo/SIGweb/Glosariodef.htm#M> Noviembre 2005]

[def:03\_05] **Paralelo**. Línea resultante de la intersección de un plano paralelo al del Ecuador y la superficie terrestre.

[<http://155.210.60.15/Geo/SIGweb/Glosariodef.htm#P> Noviembre 2005]

[def:03\_06] **Longitud**. Distancia angular horizontal, paralela al ecuador, entre el *Meridiano de Greenwich* en *Londres* y un determinado punto de la Tierra.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Longitud> Noviembre 2005]

[def:03\_07] **Latitud**. Distancia angular, medida sobre un meridiano, entre una localización terrestre (o de cualquier otro planeta) y el ecuador.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Latitud> Noviembre 2005]

[def:03\_08] **GPS**. Sistema de Posicionamiento Global originalmente llamado NAVSTAR, es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de una persona, (en todo su conjunto incluyendo sus extremidades de ahí que se denomine global) un vehículo o una nave, con una desviación de cuatro metros.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/GPS> Noviembre 2005]

[def:03\_09] **UTM, Universal Transversal Mercator**. Proyección cilíndrica conforme, por lo que conserva las relaciones angulares. Para reducir las deformaciones lineales dentro de cada huso de esta proyección, se hace que la proyección cilíndrica tangente sea secante con dos líneas automeclicas y semejantes a la tangente, con lo que no varía la conformidad ni la naturaleza de la proyección. A España le corresponden los husos 29, 30 y 31.

[<http://155.210.60.15/Geo/SIGweb/Glosariodef.htm#U> Noviembre 2005]

[def:03\_10] **UTM. Huso**. Representación sobre un plano de la parte de la superficie terrestre comprendida entre dos meridianos. Nota: En la proyección UTM cada uno de los 60 husos comprende una longitud de 6 grados entre los paralelos 84 grados de latitud norte y 80 grados de latitud sur.

[<http://www.hyparion.com/web/diccionari/dics/cartografia.htm> Noviembre 2005]

[def:03\_11] **UTM. Zona**. Cada uno de los 20 segmentos de 8 grados de latitud y 6 grados de longitud en los que se divide un huso de la red UTM.

[<http://www.hyparion.com/web/diccionari/dics/cartografia.htm> Noviembre 2005]

[def:03\_12] **Datum**. Elipsoide de referencia y su posición respecto a la Tierra. Usualmente se incluye el punto de origen, la orientación así como el radio y la excentricidad del elipsoide.

[<http://sgp.cna.gob.mx/Publico/Diccionarios/Glosario.htm> Noviembre 2005]

[def:03\_13] **Radio polar**. El semieje vertical de un elipsoide.

[<http://ftp.es.vim.org/~feli/pdf/glosario.pdf> Noviembre 2005]

[def:03\_14] **Radio ecuatorial**. El semieje horizontal de un elipsoide.

[<http://ftp.es.vim.org/~feli/pdf/glosario.pdf> Noviembre 2005]

[def:03\_15] **Factor de aplanamiento.**  $F = (a-b)/a$ . En donde  $a$  es el semi-eje mayor o ecuatorial y  $b$  el semi-eje menor o polar. El factor de aplanamiento (o achatamiento) se expresa normalmente como  $1/f$

[[http://www.icomvis.una.ac.cr/telesig/pdf/proyeccion\\_datum\\_teoría.pdf](http://www.icomvis.una.ac.cr/telesig/pdf/proyeccion_datum_teoría.pdf) Noviembre 2005]

[def:03\_16] **Desviación vertical (Eta).** Es una generalización de la coordenada vertical sigma, ideal para regiones de topografía muy abrupta. La coordenada sigma es una coordenada vertical independiente y adimensional, cuyo valor disminuye desde 1 en el suelo hasta 0 en el tope de la altura.

[<http://www.eumetcal.org.uk/euromet/demos/courses/spanish/nwp/n6300/n6300009.htm> Noviembre 2005]

[def:03\_17] **Desviación sobre el meridiano (Xi).** Base de los cálculos para el control horizontal de los levantamientos en los que se tomó en consideración la curvatura de la Tierra

[<http://64.233.183.104/search?q=cache:8v21PAYUB2kJ:www.inegi.gob.mx/lib/pte2.asp%3Fc%3D335%26md%3Dd%26s%3Dgeo+datum+horizontal+meridiano+sig&hl=es> Noviembre 2005]

[def:03\_18] **Proyecciones acimutales.** Se origina al proyectar el globo terráqueo sobre una superficie plana que puede tocarlo en cualquier punto.

[<http://usuarios.lycos.es/kinei/mapas.htm#aci> Noviembre 2005]

[def:03\_19] **Proyecciones acimutales. Ortográficas.** Un hemisferio aparece proyectado sobre un plano perpendicular y donde el centro de perspectiva se encuentra a una distancia infinita del globo. La escala se conserva sólo en el centro y la deformación aumenta rápidamente hacia el exterior

[<http://usuarios.lycos.es/kinei/mapas.htm#aci> Noviembre 2005]

[def:03\_20] **Proyecciones acimutales. Escenográficas.** Conservan la escala a lo largo de las líneas que irradian desde el centro de la proyección y que constituyen rumbos auténticos.

[<http://usuarios.lycos.es/kinei/mapas.htm#aci> Noviembre 2005]

[def:03\_21] **Proyecciones acimutales. Esterográficas.** Los meridianos y paralelos se proyectan sobre un plano tangente a un punto situado en el extremo opuesto del diámetro. De este modo, tanto los meridianos como los paralelos son círculos; es decir, todos los círculos del globo son círculos en la proyección.

[<http://usuarios.lycos.es/kinei/mapas.htm#aci> Noviembre 2005]

[def:03\_22] **Proyecciones acimutales. Gnomónicas.** Posee la propiedad única de que todos los arcos de los círculos máximos están representados como líneas rectas.

[<http://usuarios.lycos.es/kinei/mapas.htm#aci> Noviembre 2005]

[def:03\_23] **Proyecciones. Anamorfosis.** Deformación producida por la utilización de un determinado sistema de proyección cartográfica. Se mide en forma de coeficiente en el cual el valor 1 equivale a no deformación y la lejanía con respecto a este valor director implica mayor deformación.

[<http://ggyma.geo.ucm.es/docencia/documentos/informatica/tema8.pdf> Noviembre 2005]

[def:04\_01] **Píxel.** Es el acrónimo de la palabra inglesa "*pictorial element*" o "*picture element*". Un píxel es cada uno de los puntos que son asignables o direccionables en una pantalla de video

[<http://www.infovis.net/printRec.php?rec=glosario&lang=1> Noviembre 2005]

[def:04\_02] **Quadtree**. Estructura de datos jerárquica, en forma de árbol. Se suele usar en modelos de dos dimensiones.

<http://sgp.cna.gob.mx/Publico/Diccionarios/Glosario.htm> Noviembre 2005]

[def:04\_03] **Octree**. Subdivisión jerárquica del objeto en un árbol hasta encontrar nodos blancos o negros (como se explicó anteriormente). Se suele usar en modelos de tres dimensiones.

<http://sgp.cna.gob.mx/Publico/Diccionarios/Glosario.htm> Noviembre 2005]

[def:04\_04] **Run-length encoding**. La compresión *RLE* o *Run-length encoding* es una forma muy simple de compresión de datos en la que secuencias de datos con el mismo valor son almacenadas como un único valor más su recuento. Esto es más útil en datos que contienen muchas de estas "secuencias"; por ejemplo, gráficos sencillos con áreas de color plano, como iconos y logotipos.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Run-length\\_encoding](http://es.wikipedia.org/wiki/Run-length_encoding) Noviembre 2005]

[def:05\_01] **Geomedia Professional**. Suplementa todas las funcionalidades de *GeoMedia* y suma herramientas inteligentes de captura, edición espacial y mantenimiento de datos, entornos de desarrollo estándares de la industria para la automatización y mantenimiento de los datos, funciones para ejecutar análisis espaciales y producción de mapas.

<http://www.ambaoyasoc.com.ar/geoprofessional.php> Noviembre 2005]

[def:05\_02] **GeoWorkSpace**. Un *GeoWorkspace* es el entorno en el cual se lleva a cabo todo el trabajo realizado en *Geomedia Professional*. Dentro de su ámbito se encuentran las conexiones de los almacenes con sus datos, las ventanas de mapa y de datos, las ventanas de composición, las barras de herramientas, la información del sistema de coordenadas y las consultas que haya creado.

[Manual del usuario de GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2]

[def:05\_03] **Metadatos**. Se usan para guardar información de configuración necesaria para el sistema pero transparente al usuario. Por ejemplo, se guarda la tolerancia usada en la geometría de cada tabla.

[Manual del usuario de GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2]

[def:05\_04] **Conectividad**. Es una propiedad que proporciona *Geomedia Professional* sobre entidades que se tocan geográficamente y se establece una relación de conexión entre ellas.

[Manual del usuario de GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2]

[def:06\_01] **Geomedia Public Works**. Es un producto de *Geomedia* orientado a la gestión de redes de agua y saneamiento. Lo diferencia del *GeoMedia Professional*, su manejo de un Modelo Avanzado de Entidades (*AFM*)

[http://ebc.com.co/cg/geo\\_media\\_azul/td\\_public\\_works.htm](http://ebc.com.co/cg/geo_media_azul/td_public_works.htm) Noviembre 2005]

[def:06\_02] **Modelo de características avanzadas (AFM)**. Es un modelo que permite crear y manejar elementos con inteligencia asociada sobre sus relaciones con otros elementos. Permitiendo digitalización y edición basada en reglas de automatismo; análisis de conectividad; control de cardinalidad; validación de la red; polígono de corte; "trace", entre otras.

[http://ebc.com.co/cg/geo\\_media\\_azul/td\\_public\\_works.htm](http://ebc.com.co/cg/geo_media_azul/td_public_works.htm) Noviembre 2005]

[def:06\_03] **Clave primaria**. Atributo (simple o compuesto) que identifica, de forma unívoca, una entidad de datos.

<http://www.lpsi.eui.upm.es/MDes/TfcMetrica/glosario.htm> Noviembre 2005]



[def:06\_04] **Clave ajena.** Atributo (simple o compuesto) que aparece en una entidad y que es a su vez clave primaria en otra entidad.

[<http://www.lpsi.eui.upm.es/MDes/TfcMetrica/glosario.htm> Noviembre 2005]

[def:06\_05] **Query.** Consulta. Búsqueda en una base de datos.

[<http://www.educainformatica.com.ar/recursos/edu/glosario/page7.html> Noviembre 2005]

[def:06\_06] **Azimuth.** Dirección medida en grados, en el sentido de las agujas del reloj, respecto del Norte. Por ejemplo, el Sur tiene un acimut de 180°

[<http://155.210.60.15/Geo/SIGweb/Glosariodef.htm> Noviembre 2005]

[def:07\_01] **Oracle.** Es un sistema gestor de base de datos (o RDBMS por el acrónimo en inglés de Relational Data Base Management System), fabricado por Oracle Corporation.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Oracle> Noviembre 2005]

[def:07\_02] **Access.** Base de datos, puede administrar toda la información desde un único archivo de base de datos, los archivos son divididos en contenedores de almacenamiento denominados tablas..

[<http://www.angelfire.com/alt2/jorgesalas/glosariop.html> Noviembre 2005]

[def:07\_03] **SQL Server.** Es un sistema de administración de bases de datos relacionales cliente/servidor (RDBMS) que usa "TRANSACT-SQL" para enviar consultas entre un cliente y servidor SQL SERVER.

[<http://www.buscandohost.com/glosario.asp> Noviembre 2005]

## 11 REFERENCIAS

---

[01\_01] Tutorial SIG.

**Introducción a los Sistemas de Información Geográficos.**

[<http://encuentro-internet2.reuna.cl/programa/tutoriales/sig.htm> Noviembre 2005]

[02\_01] Centro de supercomputación de Galicia. Sistemas de Información Geográfica.

**Introducción a los SIG.**

[<http://www.cesga.es/ca/defaultC.html?Gis/Conf.html&2> Noviembre 2005]

[02\_02] Nosolosig.com. Portal sobre las tecnologías de la información geográfica.

**Comparativa entre programas SIG y programas CAD.**

[<http://www.nosolosig.com/Informes/compara23.html> Noviembre 2005]

[02\_03] IVER. Empresa de tecnologías de la información de Valencia.

**Diferencias entre SIG y sistemas CAD.**

[<http://www.iver.es/PDF/AP/ManualAplicCallejero.pdf> Noviembre 2005]

[02\_04] Aronoff, S. Ottawa, Ed. WDL. PUBLICATIONS, 1989.

**Geographic information systems: A management perspective.**

[02\_05] Peter A. Burrough and Rachael A. McDonnell, University Press, Oxford, 1998.

**Principles of Geographical Information Systems.**

[02\_06] **Wikipedia**. Enciclopedia mundial de acceso libre.

Definición de CAD. Diseño asistido por ordenador.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/CAD> Noviembre 2005]

[02\_07] **Wikipedia**. Enciclopedia mundial de acceso libre.

Definición de base de datos.

[[http://es.wikipedia.org/wiki/Base\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos) Noviembre 2005]

[03\_01] Universidad de Valladolid. Apuntes de Cartografía.

**Coordenadas geográficas.**

[<http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-geograficas.pdf> Noviembre 2005]

[03\_02] Departament de Geografia de la UAB

Alegre, P. **Apunts de sistemes de referència**. Bellaterra, Ed., 2003.

[03\_03] **Wikipedia**. Enciclopedia mundial de acceso libre.

Definición de meridiano. Meridiano de Greenwich.

[[http://es.wikipedia.org/wiki/Meridiano\\_de\\_Greenwich](http://es.wikipedia.org/wiki/Meridiano_de_Greenwich) Noviembre 2005]

[03\_04] Mendikat. Portal dedicado a escalada en Euskalerría.

**Curso de cartografía i orientación.**

[<http://www.mendikat.net/cursocartografia/formas.php> Noviembre 2005]

[03\_05] Nosolosig.com Manual de Cartografía, Topografía y Geodesia

**Cartografía.**

[<http://www.nosolosig.com/Aprediendo/nociones.html> Noviembre 2005]

[03\_06] Universidad de Valladolid. Apuntes de Cartografía.

**Proyección UTM.**

[<http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf> Noviembre 2005]

[03\_07] Universidad de Valladolid. Apuntes de Cartografía.

**Datum.**

[<http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-datum.pdf> Noviembre 2005]

[03\_08] Universitat Politècnica de Catalunya. Cartografía.

**Introducció a la Cartografía.**

[<http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/EC00203M.pdf> Noviembre 2005]

[03\_09] **Proyecciones.**

[<http://nivel.euitto.upm.es/~mab/tematica/htmls/proyecciones.html - cilindricas>

Noviembre 2005]

[03\_10] **Nociones de cartografía. Lo que todo el mundo debería saber sobre cartografía y sistemas de coordenadas.**

[<http://www.mundogps.com/cartografia/articulos.asp> Noviembre 2005]

[04\_01] SOPDE. Curso formativo sobre SIG.

**Concepto de formato raster y formato vectorial.**

[[http://gis.sopde.es/cursosgis/DHTML/que\\_2\\_2.html](http://gis.sopde.es/cursosgis/DHTML/que_2_2.html) Noviembre 2005]

[05\_01] Intergraph. Manual del usuario de GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2

**Fuente: Se instala con Geomedia Professional 5.2**

[<http://www.intergraph.es> Noviembre 2005]

[<http://www.intergraph.com> Noviembre 2005]

[06\_01] Intergraph. Manual del usuario de GEOMEDIA PUBLIC WORKS 5.2

**Fuente: Se instala con Geomedia Public Works 5.2**

[<http://www.intergraph.es> Noviembre 2005]

[<http://www.intergraph.com> Noviembre 2005]

[07\_01] Cartografía de Catalunya para Geomedia en Access. Series: 1:5.000, 1:50.000 y 1:250.000 en Mataró.

**Institut Cartogràfic de Catalunya.**

[<http://www.icc.es> Noviembre 2005]

[<http://ranger.icc.es/sid/iccplus/bin/Cat/index.plx> Noviembre 2005]

[07\_02] Modelo de datos del sistema gestor de aguas.

**[Directorio Instalación Geomedia Pro]\SampleData\GPW\_Water.mdb**

[<http://www.intergraph.es> Noviembre 2005]

[<http://www.intergraph.com> Noviembre 2005]

[07\_03] Script de creación del usuario GDOSYS.

**[Directorio Instalación Geomedia Pro]\Program\CreateGDOSYS.sql**

<http://www.intergraph.es> Noviembre 2005]

<http://www.intergraph.com> Noviembre 2005]

[07\_04] Script de creación del usuario GDOSYS.

**[Directorio Instalación Geomedia Pro]\Program\CreateGDOSYS.sql**

<http://www.intergraph.es> Noviembre 2005]

<http://www.intergraph.com> Noviembre 2005]

[07\_05] Monografías. Silva Lenio Andrés

**Purificación del agua**

<http://www.monografias.com/trabajos12/agua/agua.shtml> Noviembre 2005]

[08\_01] Precios obtenidos directamente de *Oracle*.

<http://www.oracle.com> Noviembre 2005]

[08\_02] Precios obtenidos directamente de *Dell España*.

<http://www.dell.es> Noviembre 2005]

<http://www.dell.com> Noviembre 2005]

[08\_03] Precios obtenidos directamente de *Intergraph*.

<http://www.intergraph.es> Noviembre 2005]

<http://www.intergraph.com> Noviembre 2005]

