#### Nota

Se ha enviado a cada alumno un correo con su licencia personal educacional -con una duración de un año- e instrucciones para la descarga e instalación del software usado en esta práctica, ArcGis Desktop 10.2 Education Version, con nivel de funcionalidad Advanced.

# Contenido

Nota	1
Objetivos	1
Documentación de la práctica	1
Introducción a los Sistemas de Información Geográfica	2
Funcionalidad básica del entorno de trabajo	4
Incorporación de clases de entidad al mapa	4
Manejo básico de la información tabular o alfanumérica	5
Propiedades básicas de un layer o capa	6
Introducción a las herramientas de análisis básicas (GeoProcesamiento / Geoprocesing)	9
Selección por atributos	9
Selección espacial	10
Otras herramientas de uso habitual	10

# **Objetivos**

En esta práctica se procederá a exponer los conceptos básicos así como experimentar con algunas de las funcionalidades básicas que proporcionan las herramientas y metodologías de los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS). Es importante destacar el carácter introductorio de esta práctica de laboratorio: tan sólo se pretende exponer brevemente un modelo de datos y un conjunto de herramientas ampliamente extendidos, y en el que se considera que el alumno de Ingeniería Civil deberá ampliar su formación.

# Documentación de la práctica.

Se trabajará con la actual base cartográfica a escala 1:5.000 de la Comunidad Autónoma de Cantabria, que como se puede constatar se ha generado directamente en formato SIG conforme al modelo de datos propuesto por el Consejo Superior Geográfico, denominado Base Topográfica Armonizada 5000 (BTA05).

Desde Enero del presente año, la Infraestructura de Datos Espacial –IDE- del Gobierno de Cantabria ha puesto a disposición de los usuarios una gran variedad de productos cartográficos -en los términos expuestos en la licencia de uso-, como se indica en la página <u>http://www.territoriodecantabria.es/Inicio</u>. Observar que, como se espera de una IDE, se proporcionan:

- Servicios de mapas, según los distintos estándares, para añadir -o descargar- información cartográfica de referencia a la herramienta del usuario, Civil3D o ArcGis, en nuestro caso: WMS – Web Map Server-, WMTS – Web Map Tiled Server-, WFS – Web Feature Server- y WCS –Web Coverage Server-.
- Un visor cartográfico en línea, accesible desde un navegador.
- Descarga de información cartográfica.



Ilustración 1.- Descarga de información geográfica desde la IDE del Gobierno de Cantabria.

En particular, se ha procedido a descargar la siguiente información, para la hoja 0033-0606 de la cuadrícula 1:5.000, que corresponde al entorno de la villa marinera de Comillas.

- 01\_modeloDatos\_BTA05. Modelo de datos de la BTA5, y especificaciones particulares para la BTA05 de Cantabria.
- 02\_formatoShape. Ficheros para la hoja de trabajo, en formato shape, estándar en GIS.
- 03\_formatoPersonalGeodatabase\_esri. Ficheros en formato propietario de Esri, optimizados.
- 04\_hojalmpresa\_pdf. Fichero en formato PDF, apto para ser impreso en una hoja de tamaño A1. Destacar que se entreg aun geoPdf, con capas espaciales.
- 05\_ortoFoto2007. Ortofoto de la misma hoja, correspondiente al vuelo fotogramétrico del año 2007.
- 06\_ortofoto2010. La ortofoto, del vuelo del año 2010, la última existente.
- 07\_cadFiles. La misma hoja en formatos CAD, para los entornos AutoCad y MicroStation.

## Introducción a los Sistemas de Información Geográfica

A continuación se presentan alguna de las definiciones de los SIG más habituales:

- "Un conjunto de procedimientos manuales o computerizados usado para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente". (Aronoff,1989).
- "Un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real". (Burrough,1986).
- "Una base de datos computerizada que tiene información espacial". (Cebrian, 1988).
- "Un sistema de ayuda a la decisión que integra datos referenciados espacialmente en un contexto de resolución de problemas". (Cowen, 1988).

- " Un sistema computerizado compuesto por hardware, software, datos y aplicaciones que es usado para registrar digitalmente, editar, modelizar y analizar datos espaciales, y presentarlos en forma alfanumérica y gráfica. (Hewlett Packard, 1993).
- " Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión". (NCGGIA,1990)
- " Una tecnología de la información que almacena, analiza y presenta datos espaciales y no espaciales". (Paker,1988).
- " Un sistema de base de datos en el cual la mayor parte de los datos están indexados espacialmente y que dispone de un conjunto de procedimentos para responder a cuestiones sobre las entidades espaciales de la base de datos". (Smith et alt, 1987).

Como se puede observar, todas las definiciones anteriores coinciden en que se emplean herramientas y metodologías que trabajan sobre datos geográficos, consultando y analizando información espacial. De hecho se podría considerar que suponen la lógica fusión de las bases cartográficas digitales (en formato cad, conocidas por el alumno) con bases de datos alfanuméricas, en tanto que la información que gestionan los SIG se puede considerar como auténticas bases de datos espaciales, denominadas en la actualidad como "GeoDataBases".

Si nos centramos en los modelos vectoriales de los SIG, que emplean geometrías parecidas a las que se han usado hasta el momento en cad (puntos, polilíneas, polígonos), cada entidad además de tener una definición geométrica (semejante a la que se emplea en cad) tiene vinculada a la misma información temática o alfanumérica, que puede ser utilizada con fines muy diversos: selección, simbología y análisis, fundamentalmente.



Ilustración 2.- Identificación de una entidad en una clase de entidad.

Es también característico en los SIG el establecimiento de relaciones espaciales entre las distintas entidades de un mapa, permitiendo efectuar análisis espaciales entre las mismas. Al establecimiento de estas relaciones espaciales se le denomina de forma genérica relaciones topológicas, y este es un carácter diferenciador y exclusivo de estas metodologías.

Las aplicaciones de los SIG son numerosas: inventarios territoriales, planificación y ordenación del territorio, análisis medioambientales, hidrología, ... Se deja para el alumno la búsqueda en internet de aplicaciones de este tipo de metodologías, de especial interés en la Ingeniería Civil.

Destacar únicamente que los nuevos modelos de bases cartográficas numéricas ya se generan en este tipo de formatos, obteniéndose las bases cartográficas en cad como un producto derivado de las mismas, mucho más simple

de gestionar y con total vigencia en el mundo de la ingeniería, en el que el carácter tridimensional de la información es esencial; como se ha podido comprobar en prácticas anteriores.

## Funcionalidad básica del entorno de trabajo

El componente básico de trabajo con ArcGis es ArcMap. En esta aplicación se efectúan todas las tareas relacionadas con el trabajo en los mapas: presentación, edición de los datos, consultas, análisis e impresión.

Los componentes básicos de ArcMap son los siguientes: barra de título, barra de menú, barras de herramientas, tabla de contenidos (TOC) y una ventana de trabajo, en la que se visualiza alternativamente la ventana de datos o la ventana de la salida impresa o layout, como se muestra a continuación.



Ilustración 3.- Entorno de trabajo de ArcMap.

## Incorporación de clases de entidad al mapa

Para añadir una clase de entidad SIG a un mapa se empleará la herramienta *Add Data>*, situada en la barra de herramientas *estándar>*, con el icono que se indica.



Ilustración 4.- Barra de herramientas Estándar.

Se añadirán las clases de entidad siguientes, que pertenecen a distintos temas en la BTA05: ediPobCons\_pol, ediPobCons\_pun, Hidrografía\_pol, RedViaria\_pol y RedViaria\_pun.

Como se observará se añaden la mismas en la tabla de contenidos (que se denominará TOC en lo sucesivo), incorporándose al mapa como un layer o capa. Es importante destacar las notables diferencias en el concepto de capa en el cad y en el SIG. En SIG un layer es una referencia a una clase de entidad en disco, que no se añade al mapa, y que permite establecer importantes ajustes para la misma: simbología, datos a los que se accede, etiquetas,...entre otras. Todas las layer comparten un conjunto de propiedades comunes, que se establecen en el Data Frame (marco de datos), como puede ser compartir un mismo sistema de referencia. El nombre por defecto para el data Frame es layers o capas.

Se puede considerar que la TOC es el gestor de contenidos espaciales en el mapa. El alumno puede comprobar cómo permite establecer su estado de visualización (on/off), así como fijar el orden de visualización para las distintas layers. El mapa se guarda común documento especial, con extensión \*.mxd, que realmente almacena exclusivamente la definición de las distintas capas.

A continuación se procederá a identificar las siguientes herramientas básicas, en las siguientes ventanas de herramientas:

Paleta estándar. Herramientas: Add Data, Scale



Ilustración 5.- Paleta de herramientas Estándar.

Paleta Herramientas. Herramientas de visualización, encuadre; medida de distancias, Identificar.

#### Ilustración 6.- Paleta Herramientas.

Con objeto de practicar con las herramientas <Identificar> e <Ir a>, así como con el modelo de datos, se procederá a identificar las siguientes entidades que se detalla a continuación por su posición espacial.

Coordenadas	Tema	ID_TIPO	Valores relevantes para los atributos de la entidad
395220, 4804225	EdiPobCons		
395530, 4803685	RedViaria		
396200, 4804200	ServInst		

Ilustración 7.- Identificación de atributos para distintas entidades.

## Manejo básico de la información tabular o alfanumérica.

Se accede a partir del menú contextual en cada layer, en la opción abrir tabla de atributos/open attribute table. Destacar las siguientes funcionalidades básicas, en la presente práctica:

• Consulta de los atributos de una entidad.

- Visualización ordenada de la tabla en base al Valor de un atributo.
- Visualización de datos para todos los registros o sólo para un su conjunto seleccionado

#### Propiedades básicas de un layer o capa.

Se definen en el menú contextual que se obtiene picando sobre la capa y pulsando el botón derecho, en la opción denominada propiedades, obteniéndose una ventana como la que se muestra continuación.

Propiedades de la	сара					? ×
Etiquetas	ĺ	Uniones &	Relaciones	Hora		HTML Emergente
General	Fuente	Selección	Visualización	Simbología	Campos	Definición de Consulta
Nombre de la Capa:	Cant05	_0033_66_EdiPobC	Cons_pol		Visible	
<u>D</u> escripción:						<u> </u>
						<b>v</b>

Ilustración 8.- Propiedades de una layer / Capa.

Con seguridad, el alumno se habrá sorprendido "desagradablemente" en dos cuestiones en las que estaba acostumbrado en el cad, que resultaban de gran ayuda a la hora de trabajar con información digital: la falta de una simbología que ayude a identificar visualmente los elementos y la inexistencia de textos.

En relación a estas cuestiones, destacar que los datos SIG efectivamente no poseen una simbología predeterminada que quede almacenada en los propios atributos, ya que las dos cuestiones enumeradas, esencialmente visuales, se concretarán y desarrollarán por cada usuario en función de sus propias necesidades, a partir de valores almacenados como atributos en las propias entidades.

En este apartado se van a presentar las características básicas de las pestañas denominadas simbología/symbology, etiquetas/labels y definición de consulta/Definition query de las propiedades de una capa.

- Pestaña definición de consulta. Permite efectuar un filtrado de las entidades de una clase de entidad, en base a los valores que toman los atributos de un campo. Es una opción a considerar si por ejemplo, en el tema de edificaciones se quiere trabajar solo con los registros que constituyen una edificación, que se identifican por el ID\_TIPO=0056. El código para utilizar estas consultas es el empleado las bases de datos, denominado SQL, que constituye un lenguaje con muy pocas sentencias pero muy potente. A continuación se muestran algunas de las cláusulas de selección más habituales, para ser utilizadas como modelos:
  - Igual a "casa" (="casa").
  - Es nulo (Is Null).
  - Como "pe??" (like "pe??").
  - Como "p\*" (like "p\*").
  - o < 1000
  - Como "[A-D]\*" (like "[A-D]\*")
  - Longitud([nombreCampo]) = Val(4)
  - Der([nombreCampo];2) = "pe"
  - Medio([nombreCampo];2;1) = "a"
  - Entre "A\*" Y "C\*"

El entorno de trabajo incorpora un constructor de consultas, que simplifica la construcción de las mismas y que se muestra a continuación.

onstructor de Consultas	? ×
"FID" "ID_FENOMEN" "ID_TIPO" "NUM_HOJA" "TIPO_0050"	
= <> Como > >= Y < <= 0 _ % () No	
Es Obtener valores únicos Ir a:	
"COMPONEN2D" = 'CGN'	Ā
Borrar Verificar <u>A</u> yuda Cargar Gu Aceptar Ca	iardar ncelar

Ilustración 9.- Creación de una query / consulta básica.

Para practicar el uso de esta opción, se efectuarán las siguientes consultas, filtrando entidades para visualizar y trabajar solo con las resultantes de las consultas que se proponen a continuación:

Tema	Condición	Consulta a efectuar
EdiPobCons	Mostar solo los edificios	
EdiPobCons	Mostrar solo los edificios singulares.	
ServInts	Mostrar los parques y las instalaciones	
	deportivas	
RedViaria	Mostar solo los caminos	

Ilustración 10.- Creación de consultas.

• Pestaña labels.

Permite etiquetar las entidades en base a valores de atributos existentes en uno o varios campos. Será preciso:

- 1. Seleccionar el campo origen de la etiqueta.
- 2. Definir la simbología de la etiqueta.
- 3. Activar la visualización

			5		
General Fuente	Selección	Visualización	Simbología	Campos	Definición de Consulta
Etiquetas Uniones & Relaciones Hora HTML Emergente					
▼ Etiquetar entidades en	esta capa				
Método: Defi	nir clases para las e	entidades y etiquetar (	cada clase de m 💌		
<u>C</u> lase: Default		<b>•</b>	Etiquetar entidade	s en esta clas	e
Añadir Eliminar Cambiar nombre Consulta SQL Obtener Clases de Símbolos					
⊂ Cadena de Texto					
Campo de Etiqueta:	D_FENOMEN		•	<u>E</u> xpresión	
Símbolo de Texto				_	
		🖉 Arial	- 8	<b>-</b>	
				_	

Ilustración 11.- Definición de labels / etiquetas.

Para practicar: se procederá a mostrar el nombre para todos los edificios singulares.

• Pestaña simbology.

La simbología en las clases de entidad SIG se establece en base a valores disponibles en uno o varios campos. Se tienen las siguientes opciones básicas:

- 1. Entidades. Todas las entidades toma la misma simbología.
- 2. Categorías. La simbología para todas las entidades se establece en base a los mismos valores para uno o varios campos. Es apropiada para atributos que toman valores discretos, y en un número finito y reducido. El mapa característico es el típico mapa de países.
- 3. Cantidades. Se establecen distintas simbologías en base a rangos que toman los atributos para uno o varios campos. Lógicamente, es apropiada para atributos que tomen valores continuos; el mapa característico es el mapa de densidad de población en un territorio.

Propiedades d	e la capa							? ×
Etique	etas	Ĩ	Uniones & Rel	laciones	Hora		HTML Em	ergente
General	Fuente	Sele	ección 📔 🕚	/isualización	Simbología	Campos	Definición	n de Consulta
Mostrar: Entidades		Represe	enta categor	ías usando v	valores únicos de	un campo.	Importar	]
Categorías Valores Ú Valores úr	nicos nicos, varios	Campo c	on <u>V</u> alores — )		Rampa de <u>C</u>	olor	•	]
Cantidadee	r con los sir	Símb	Valor		Etiqueta	Conta	ar 🔺	
Gráficos			<todos de<="" los="" td=""><td>más valores&gt;</td><td><all other="" values=""></all></td><td></td><td></td><td></td></todos>	más valores>	<all other="" values=""></all>			
Atributos M	últiples		<b>CEncabeza</b> 0056, SIN, U 0056, CGN, L	<b>miento&gt;</b> SO <mark><toc< mark=""> ISO:0056.CG</toc<></mark>	id_tipo, DISTI_0 los los demás valore: .0056. Edificación	D56, E! >ar ?		
			0057, ATN, A	(TN	0057, Edificación lig	era ?	<u> </u>	

Ilustración 12.- Definición de la simbología de una layer.

Se procederá a establecer la simbologías que se indican a continuación, eligiendo el tipo de categoría que se considere más adecuado.

Tema	Simbología deseada
RedViaria	Según el tipo de carretera, campo CAUTO_0027.
EdiPobCons	Según el tipo de elemento, para las edificaciones
	(0056): caso genérico o singular.
ServInts	Rotular de forma singular los siguientes tipos:
	instalación deportiva, centro educativo y centro
	sanitario. El resto de entidades adoptará la misma
	simbología
llustrac	ión 13 Asignación de simbologías a distintas entidades.

#### Introducción a las herramientas de análisis básicas (GeoProcesamiento / Geoprocesing)

Sin lugar a dudas, la potencia de los SIG está en su capacidad de análisis, bien en base a valores de atributos en los campos, bien en base a relaciones espaciales entre entidades o combinaciones de ambas situaciones. A continuación se presentan algunas de las herramientas básicas, de uso frecuente.

	Seleccionar por Atributos	? ×
Selección por atributos.	Capa: Ocant05_0033_66_RedViaria_pol	-
Permite seleccionar de una clase de entidad aquellos registros que toman determinados valores en alguno o algunos de sus campos. En las bases de datos, esta funcionalidad se denomina consulta de selección. Se accede a partir del menú principal, en la opción selección > selección por atributos, obteniéndose una ventana en la que se fija la cláusula de selección, como se ha expuesto anteriormente. Con los elementos seleccionados se puede actuar sobre los mismos, por ejemplo, crear una nueva clase de entidad en disco (en la layer, menú contextual, opción Data > Export Data; eligiendo un nombre a elección del alumno) Para practicar: seleccionar las carreteras (ID_TIPO='0029') autonómicas de primer orden (CAUTO_0027='APR').	Mélodo:       Crear una nueva selección         "CFUNC_0027"       "CAUTO_0027"         "CODIGOC"       "IDIOMA"         "NOMBRE"       =         =       <>       Como         >       >       Y         ATN'       'APR'         'ATN'       'ATR'         <	× × × × × × × × × ×

	Seleccionar por Localización ?
<ul> <li>Selección espacial.</li> <li>Con esta herramienta, se seleccionan entidades de una clase de entidad que cumplan una condición espacial (estén dentro, estén contenidas, estén a una distancia de) respecto a una segunda clase de entidad.</li> <li>Para trabajar: <ul> <li>Seleccionar aquellas entidades de la capa de EdiPobCons, de cualquier tipo, que están dentro de algún parque (tema de ServInts, ID_TIPO='0103').</li> <li>Selecciona edificios (ID_TIPO='0056') que estén a menos de 50 m. de carreteras autonómicas de primer o segundo orden (CAUTO_0027='APR' OR CAUTO_0027='ASC').</li> </ul> </li> </ul>	Seleccione entidades de una o más capas de destino en base a su ubicación en relación a las entidades en la capa fuente.         Método de gelección:         seleccionar entidades de         Capas de gestino:         Capas de gestino:         Cant05_0033_66_RedViaria_pol         Cant05_0033_66_Hidrografia_pol         Cant05_0033_66_EdiPobCons_pol         Cant05_0033_66_ServInst_pol         Cant05_0033_66_ServInst_pol         Cant05_0033_66_ServInst_pol         Mostrar sólo capas seleccionables en la lista         Capa fuente:         Cant05_0033_66_ServInst_pol         Utilizar entidades seleccionadas (0 de entidades seleccionadas)         Método de selección espagial:         Las entidades de las capas de destino están dentro de la entidad de la capa          Aplicar una distancia de búsqueda         S0.000000       Metros

Ilustración 14.- Introducción a las herramientas de análisis espacial básicas.

#### Otras herramientas de uso habitual.

- Buffer o zona de influencia. Crea una nueva clase de entidad a partir de otra existente, que equidistante una cierta cantidad.
- Clip o recorte. Involucra dos clases de entidad, como se puede observar a continuación en una figura suficientemente elocuente obtenida de la propia ayuda del programa.



Ilustración 15.- Herramienta Clip / Recorte.

• Dissolve o disolución. Combina distintas clases de entidad en base a que los atributos de las entidades tomen el mismo Valor en un campo