

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Curso PIB-M

Madrid, octubre de 2022

1. DEFINICIÓN DE SIG

Acrónimos: **SIG** = Sistema de Información Geográfica
GIS = *Geographic Information System*

Existen numerosas definiciones de SIG, dependiendo de qué aspecto de los SIG se considere más importante.

Para el propósito de este curso, una definición adecuada podría ser la siguiente: “**un SIG es una herramienta que permite visualizar, almacenar, comparar y analizar de forma eficiente información geográficamente referenciada de diferente naturaleza**”.

Información **geográficamente referenciada** = los datos incluyen su posición sobre la superficie terrestre, es decir, sus **coordenadas**.

Permite integrar y analizar información **de diferente naturaleza**:

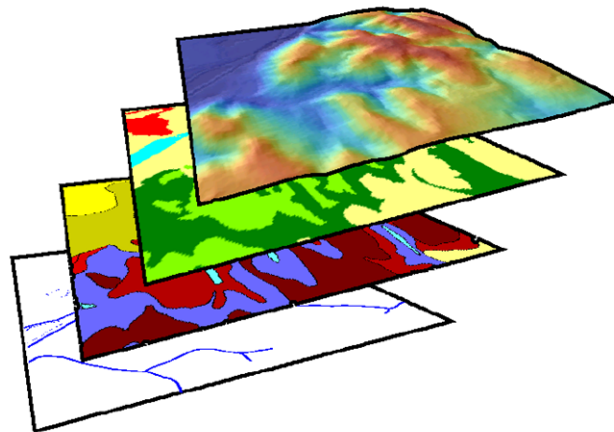
- **Geográfica**: altitud del terreno, pendiente del terreno, ríos, cuencas hidrográficas, ...
- **Administrativa**: límites de provincias y de municipios, ...
- **Ambiental**: datos climáticos y meteorológicos, caudales de ríos, cubierta vegetal, usos del suelo,...
- **Etc.**



Gran **versatilidad** y **potencia** para su uso en múltiples campos: cartografía geográfica y temática, evaluación de impactos ambientales, investigación científica, márketing, etc.

2. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN CAPAS

Un SIG trabaja con **capas**: cada capa es una **modelización** de una característica concreta de la realidad en la zona de estudio considerada.

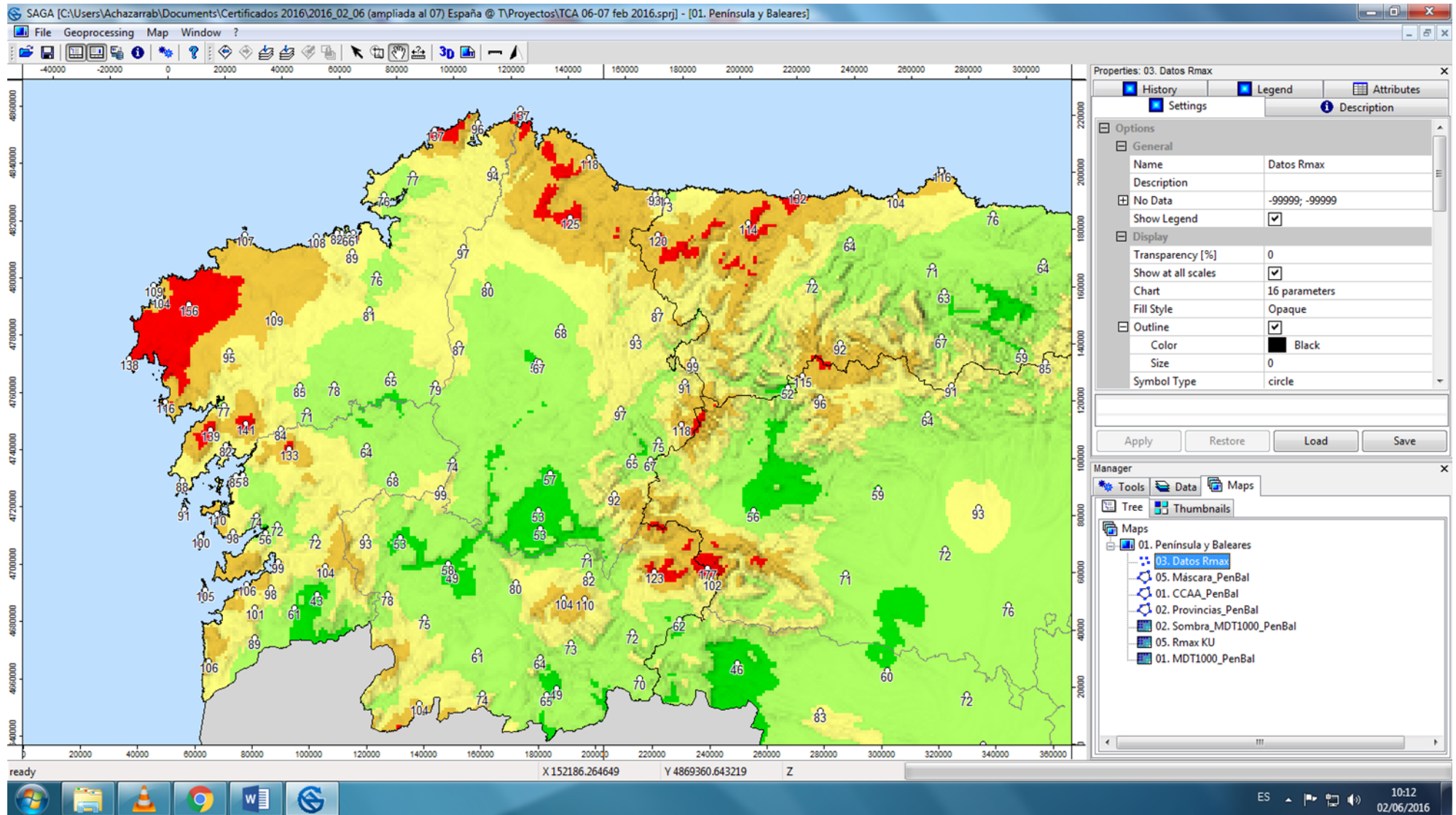


Elevación

Uso de suelo

Suelo

Hidrografía



Aspecto de la interfaz gráfica de usuario (GUI) de SAGA GIS

Los SIG son simplemente programas informáticos → **no incluyen normalmente las capas** de información necesarias para trabajar con ellos, siendo labor del usuario obtenerlas de organismos oficiales o de otras fuentes.

Una capa puede estar formada por **uno o**, más frecuentemente, **varios archivos** que contendrán información sobre:

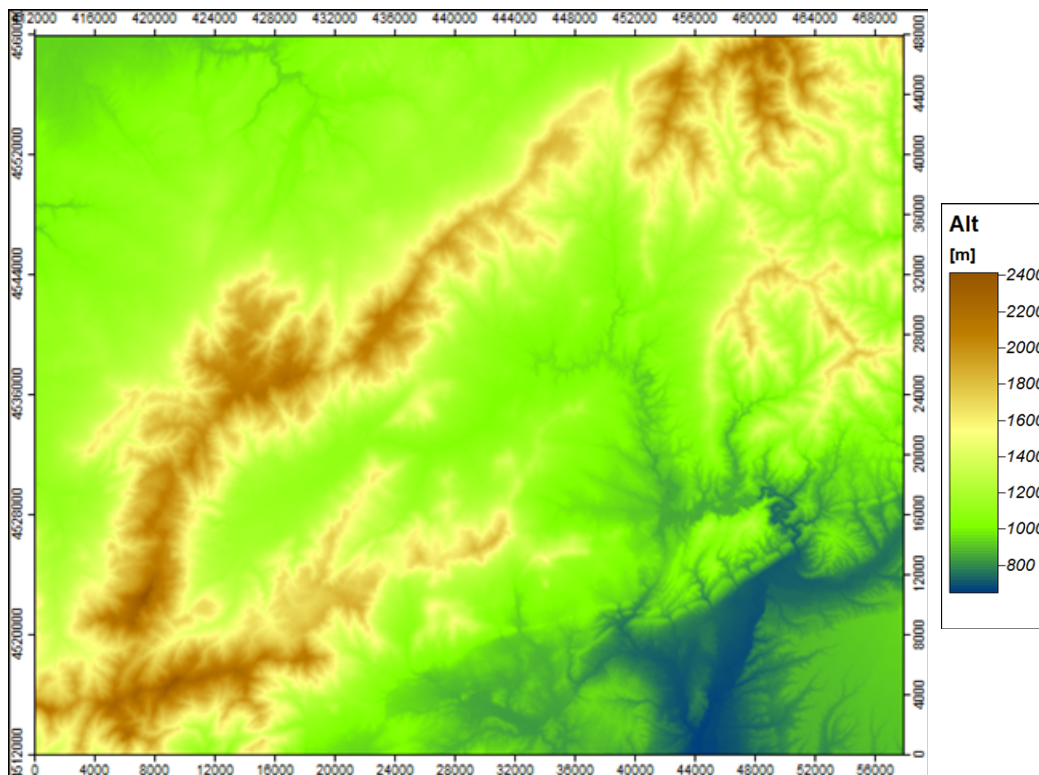
- las **coordenadas** de los elementos de la capa
- los **valores** de la variable modelizada
- su **representación gráfica**.

Existen **dos enfoques fundamentales** a la hora de modelizar una característica de la realidad para generar una capa: **ráster** y **vectorial**.

3. MODELO RÁSTER DE DATOS

Se divide la zona de estudio en una **mall**a de celdas regulares y se asigna a cada celda un **valor numérico** que representa la característica analizada.

Las capas ráster se representan gráficamente asignando una **escala de colores** a los valores de las celdas.

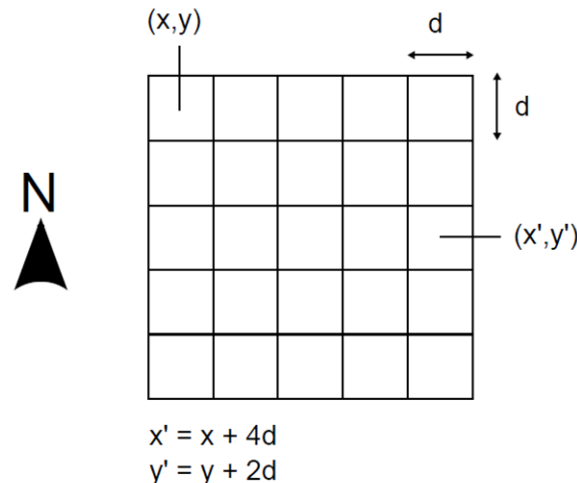


Ejemplo: Modelo digital de elevaciones (MDE)

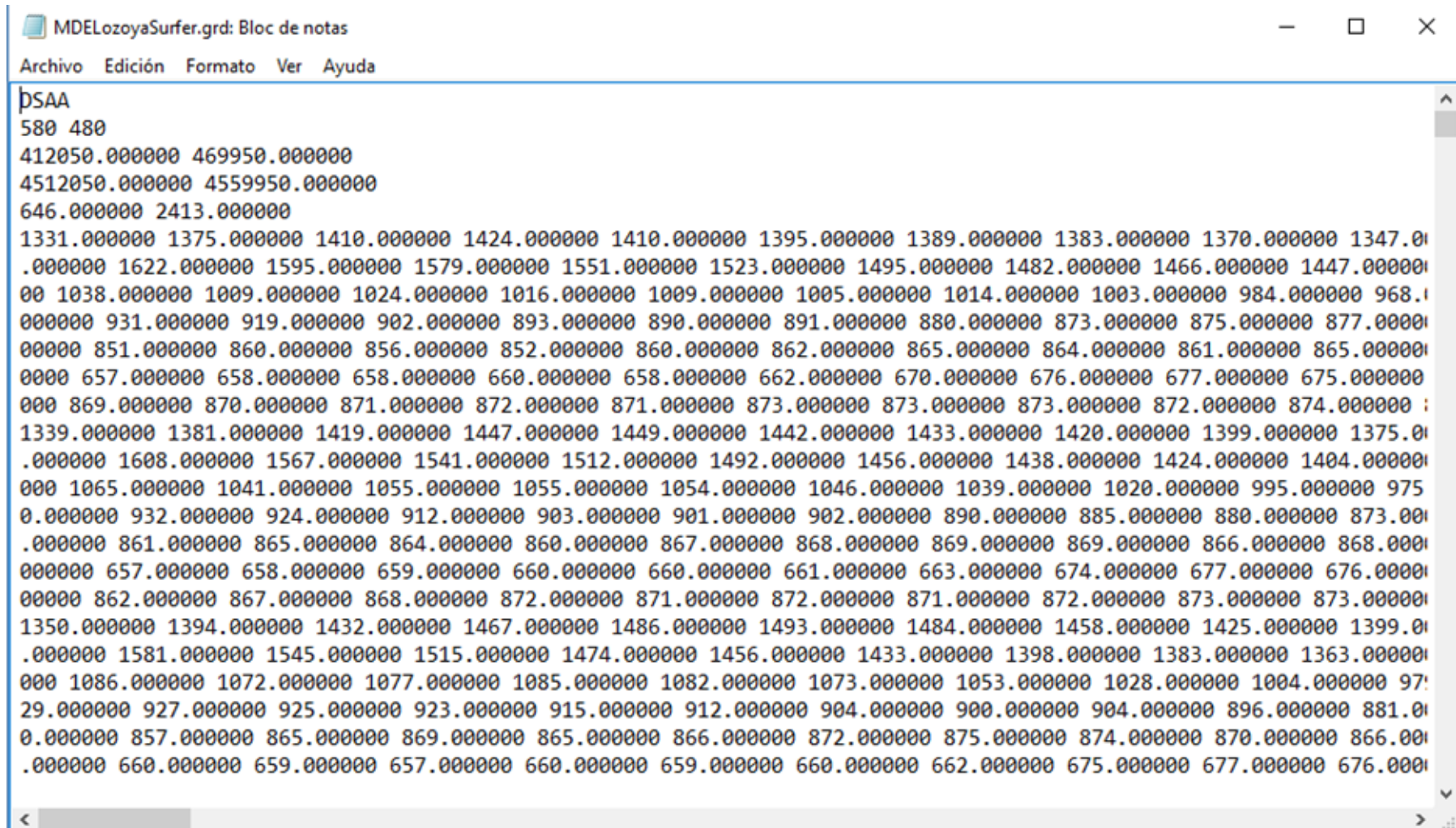
Al cubrir todo el espacio de la zona de estudio y tener una estructura regular, para conocer la posición espacial de las celdas **no es necesario especificar las coordenadas de cada una de ellas.**

Para situar la malla en el espacio incluyen una **cabecera** o un **archivo adicional** en los que se especifica:

- Las **coordenadas de una celda** (normalmente la celda superior izquierda o la inferior izquierda).
- El **número de celdas en los ejes X e Y.**
- El **tamaño de celda** (a veces llamado *paso de malla* o *resolución*, ya que proporciona información sobre el nivel de detalle de la de la capa).



A continuación de la cabecera, o en un archivo diferente, se incluyen los **valores** de cada una de las celdas siguiendo el orden específico establecido por el formato ráster en el que se esté trabajando



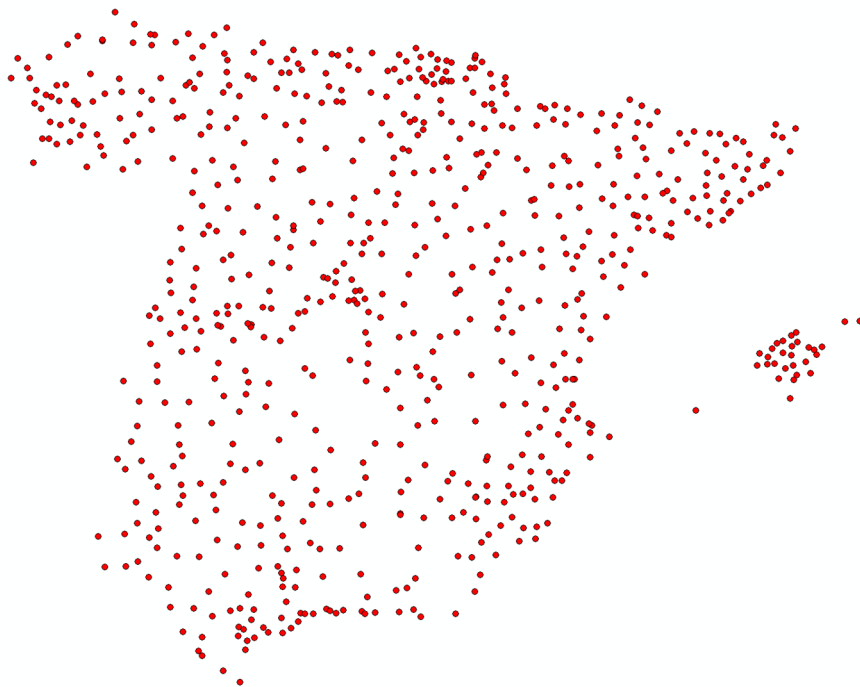
```
MDELozoyaSurfer.grd: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
pSAA
580 480
412050.000000 469950.000000
4512050.000000 4559950.000000
646.000000 2413.000000
1331.000000 1375.000000 1410.000000 1424.000000 1410.000000 1395.000000 1389.000000 1383.000000 1370.000000 1347.000000
.000000 1622.000000 1595.000000 1579.000000 1551.000000 1523.000000 1495.000000 1482.000000 1466.000000 1447.000000
00 1038.000000 1009.000000 1024.000000 1016.000000 1009.000000 1005.000000 1014.000000 1003.000000 984.000000 968.000000
000000 931.000000 919.000000 902.000000 893.000000 890.000000 891.000000 880.000000 873.000000 875.000000 877.000000
000000 851.000000 860.000000 856.000000 852.000000 860.000000 862.000000 865.000000 864.000000 861.000000 865.000000
0000 657.000000 658.000000 658.000000 660.000000 658.000000 662.000000 670.000000 676.000000 677.000000 675.000000
000 869.000000 870.000000 871.000000 872.000000 871.000000 873.000000 873.000000 873.000000 872.000000 874.000000 ;
1339.000000 1381.000000 1419.000000 1447.000000 1449.000000 1442.000000 1433.000000 1420.000000 1399.000000 1375.000000
.000000 1608.000000 1567.000000 1541.000000 1512.000000 1492.000000 1456.000000 1438.000000 1424.000000 1404.000000
000 1065.000000 1041.000000 1055.000000 1055.000000 1054.000000 1046.000000 1039.000000 1020.000000 995.000000 975
0.000000 932.000000 924.000000 912.000000 903.000000 901.000000 902.000000 890.000000 885.000000 880.000000 873.000000
.000000 861.000000 865.000000 864.000000 860.000000 867.000000 868.000000 869.000000 869.000000 866.000000 868.000000
000000 657.000000 658.000000 659.000000 660.000000 660.000000 661.000000 663.000000 674.000000 677.000000 676.000000
00000 862.000000 867.000000 868.000000 872.000000 871.000000 872.000000 871.000000 872.000000 873.000000 873.000000
1350.000000 1394.000000 1432.000000 1467.000000 1486.000000 1493.000000 1484.000000 1458.000000 1425.000000 1399.000000
.000000 1581.000000 1545.000000 1515.000000 1474.000000 1456.000000 1433.000000 1398.000000 1383.000000 1363.000000
000 1086.000000 1072.000000 1077.000000 1085.000000 1082.000000 1073.000000 1053.000000 1028.000000 1004.000000 97
29.000000 927.000000 925.000000 923.000000 915.000000 912.000000 904.000000 900.000000 904.000000 896.000000 881.000000
0.000000 857.000000 865.000000 869.000000 865.000000 866.000000 872.000000 875.000000 874.000000 870.000000 866.000000
.000000 660.000000 659.000000 657.000000 660.000000 659.000000 660.000000 662.000000 675.000000 677.000000 676.000000
```

- Existen muchos **formatos** de capas ráster: GeoTIFF, SGRD, GRD, Esri Grid, etc.
- El formato **GeoTIFF** es desde hace unos años un formato **estándar** para datos ráster en el ámbito de los SIG. Una capa GeoTIFF está formada por un **único archivo** de extensión **.tiff**
- Las **imágenes georreferenciadas** son un caso especial de capas ráster. Pueden estar formadas por **una o varias bandas** (por ejemplo, las tres bandas RGB de una fotografía en color), siendo en realidad cada banda una capa ráster.

4. MODELO VECTORIAL DE DATOS

Cada capa de información está formada por un **conjunto de elementos discretos homogéneos** de uno de estos tres tipos: **puntos, líneas o polígonos**.

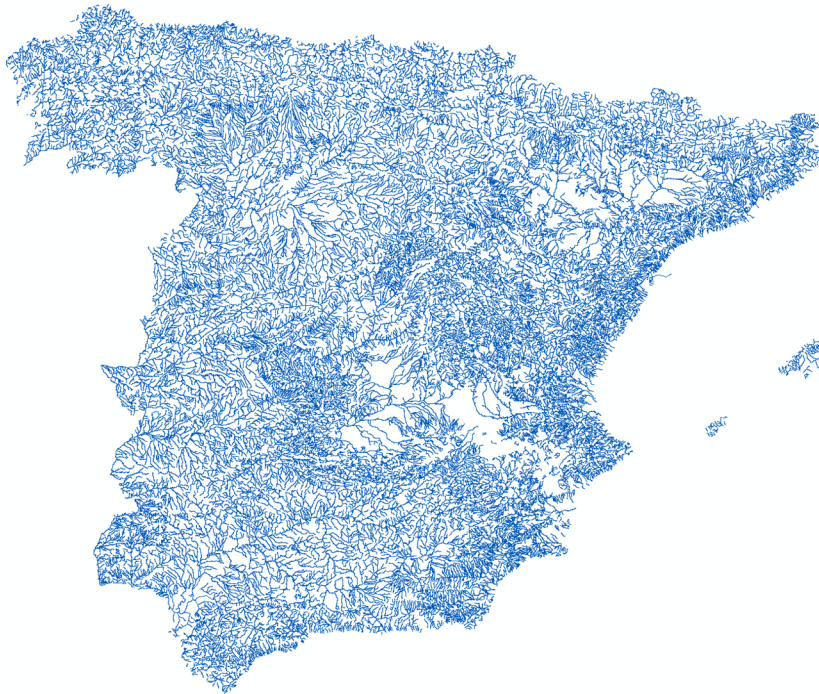
A cada elemento se le asigna una o varias propiedades alfanuméricas, denominadas **atributos**.



	ID	IND	NOMBRE	PROVINCIA	ALTITUD	COORD_X	COORD_Y	VARIABLES
1	1 0009X	ALFORJA	TARRAGONA	406	832278	4570083	hhVmtTMpP	
2	2 0016A	REUS/AEROPUERTO	TARRAGONA	71	850697	4563805	RheENvIHbVmtTMpP	
3	3 0034X	VALLS	TARRAGONA	229	856794	4580057	hhVmtTMpP	
4	4 0042Y	TARRAGONA, FAC. GEOGRAFIA	TARRAGONA	60	856736	4561222	hhVmtTMpP	
5	5 0061X	PONTONS	BARCELONA	630	877713	4594913	hhVmtTMpP	
6	6 0066C	VILAFRANCA DEL PENEDES 'INCAVI'	BARCELONA	174	891510	4586113	SEImtTMp	
7	7 0066X	VILAFRANCA DEL PENEDES	BARCELONA	174	891425	4585989	hhVmtTMpP	
8	8 0073X	SITGES-VALLCARCA	BARCELONA	54	906659	4577204	hhVmtTMpP	
9	9 0076	BARCELONA/AEROPUERTO	BARCELONA	4	924575	4583678	RheNVHbVmtTMpP	
10	10 0092X	BERGA, INSTITUTO	BARCELONA	690	901697	4672469	hhVmtTMpP	
11	11 0106X	BALSARENY	BARCELONA	352	904426	4646438	hhVmtTMpP	
12	12 0114X	PRATS DE LLUEANÓS	BARCELONA	700	916308	4662790	hhVmtTMpP	
13	13 0120X	MOI	BARCELONA	735	923273	4641622	hhVmtTMpP	
14	14 0149X	MANRESA	BARCELONA	291	902669	4630027	hhVmtTMpP	
15	15 0158X	MONTSERRAT	BARCELONA	735	903361	4616076	hhVmtTMpP	
16	16 0171C	IGUALADA (AJUNTAMENT)	BARCELONA	320	884995	4613335	heHvmtTMpP	
17	17 0194D	CORBERA, PIC D'AGULLES	BARCELONA	651	908331	4595589	hhVmtTMpP	
18	18 0201D	BARCELONA, CMT	BARCELONA	25	934813	4595184	UDdRHbVmtTMpP	
19	19 0201X	BARCELONA, DRASSANES	BARCELONA	37	932732	4593325	hhVmtTMpP	
20	20 0222X	CALDES DE MONTBUI	BARCELONA	175	930684	4619709	hhVmtTMpP	
21	21 0229I	SABADELL/AERODROMO	BARCELONA	146	925830	4609480	hhVmtTMpP	
22	22 0244X	VILASSAR DE DALT	BARCELONA	60	947616	4608728	hhVmtTMpP	
23	23 0252D	ARENYS DE MAR	BARCELONA	74	961848	4618830	hhVmtTMpP	
24	24 0255B	SANTA SUSANA	BARCELONA	40	974471	4626720	hhVmtTMpP	
25	25 0260X	FONTMARTINA	BARCELONA	929	951556	4637412	hhVmtTMpP	
26	26 0281Y	BLANES,JARDIN BOTANICO	GIRONA	45	983278	4630224	hhVmtTMpP	
27	27 0284X	CASTELL PLATJA D'ARO	GIRONA	14	1001064	4646055	hhVmtTMpP	
28	28 0312X	SANT PAU DE SEGURIES	GIRONA	863	942532	4692418	hhVmtTMpP	
29	29 0320I	PLANOLLES	GIRONA	1149	920549	4697598	hhVmtTMpP	
30	30 0324A	RIPELL	GIRONA	671	929096	4684118	hhVmtTMpP	

Estaciones automáticas de AEMET (puntos)

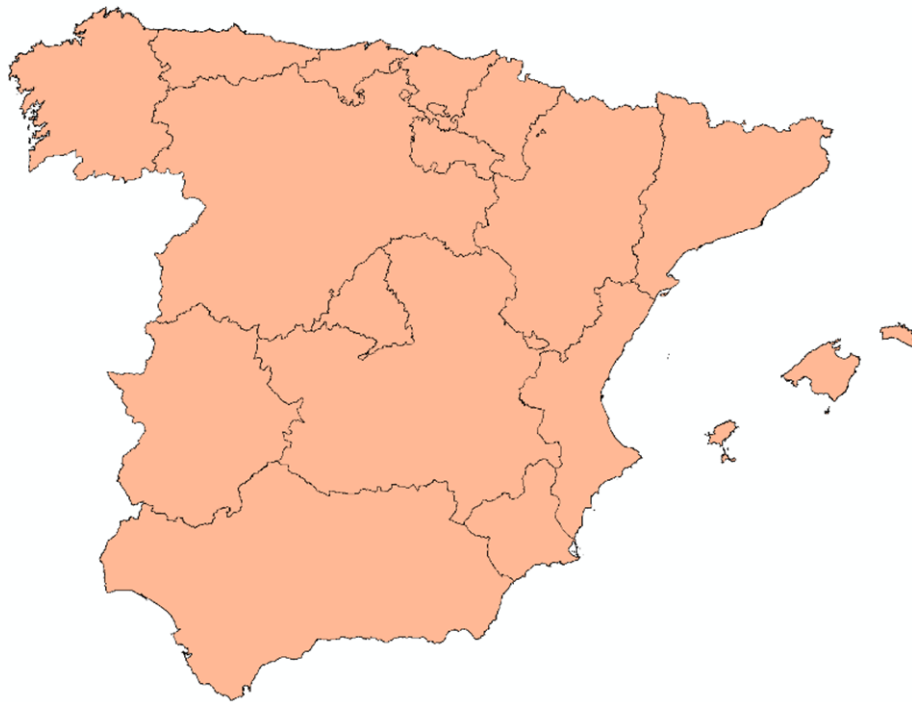
Ejemplo de capa vectorial de líneas: ríos de la Base Topográfica Nacional BTN100 del IGN, con la tabla de atributos asociada.



SAGA - [01. BTN100_0301L_RIO_PY8]

ID	ID_BD	ID_CODIGO	ID_MOD	FECHA_ALTA	CATEG_0301	COD_RIO	COMPO_0301	CURSO	REGIMEN	ETIQUETA
1	13517	0301L		20150617092012	04	E5050RIO5000005868	01	00	02	Barranco de la Cañada
2	19324	0301L		20150617092012	04	E5014RIO5000000129	01	00	01	Rego Cabeceiro
3	20779	0301L		20150617092012	04	E5050RIO5000003621	02	00	02	Arroyo de Santa María - Huelva
4	4411	0301L		20150617092012	04	E5080RIO5000000842	01	00	02	Barranc de la Bailesa
5	7973	0301L		20150617092012	04	E5091RIO5000014816	01	00	02	Val del Pino
6	19508	0301L		20150617092012	04	E5014RIO5000002295	02	00	02	Rego do Vilar
7	20362	0301L		20150617092012	04	E5064RIO5000000047	01	00	02	Arroyo de San Juan
8	26256	0301L		20150617092012	04	E5040RIO5000002668	01	00	02	Arroyo de Sierra Luenga
9	28792	0301L		20150617092012	04	E5010RIO5000001126	01	00	02	Regato Cerradas
10	20853	0301L		20150617091947	04	E5091RIO5000000130	01	00	01	Arroyo Calderón
11	14320	0301L		20150617092012	04	E5020RIO5000000129	01	00	02	Arroyo Botijas
12	22244	0301L		20150617092012	04	E5030RIO5000000302	01	00	01	Arroyo de Buitragullo
13	5008	0301L		20150617092012	04	E5040RIO5000001726	01	00	02	Arroyo de las Mayas
14	12949	0301L		20150617092012	04	E5020RIO5000002301	01	00	02	Arroyo de la Prádana o Arroyo del Chorro de Corcos
15	27540	0301L		20150617092012	04	E5050RIO5000002339	02	00	02	Arroyo de las Coronadas
16	21345	0301L		20150617092012	04	E5010RIO5000001129	01	00	02	Regato Cotareí ou do Seixal
17	15296	0301L		20150617092012	04	E5040RIO5000002947	01	00	02	Arroyo de Valsinsombra
18	31542	0301L		20150617091947	04	E5015RIO5000000012	02	00	02	Aiarza Erreka
19	23834	0301L		20150617092012	04	E5020RIO5000007923	01	00	02	Arroyo del Valle
20	23643	0301L		20150617092012	04	E5050RIO5000005094	01	00	02	Arroyo del Saladillo - Sevilla
21	21241	0301L		20150617092012	04	E5010RIO5000003762	01	00	02	Río de Montaña
22	23356	0301L		20150617092012	04	E5050RIO50000004215	01	00	01	Arroyo del Clocladero
23	20724	0301L		20150617091947	04	E5014RIO5000002959	01	00	01	Río de Traba
24	20340	0301L		20150617091947	04	E5014RIO5000002484	01	00	01	Rego Lourido
25	18692	0301L		20150617092012	04	E5020RIO50000006598	01	00	02	Arroyo del Caño
26	26028	0301L		20150617092012	04	E5050RIO5000002598	01	00	01	Arroyo de las Salinas
27	22940	0301L		20150617092012	04	E5014RIO5000002469	01	00	01	Rego Lagares
28	755	0301L		20150617091947	04	E5080RIO5000003823	02	00	02	Barranco de Rambletas
29	14847	0301L		20150617092012	04	E5014RIO5000002873	01	00	01	Río de Barcala
30	25776	0301L		20150617092012	04	E5040RIO50000001400	01	00	02	Arroyo de la Tejera

Ejemplo de capa vectorial de polígonos: límites de las CCAA de la Base Topográfica Nacional BTN100 del IGN, con la tabla de atributos asociada.



SAGA - [01. BTN100_0101S_UNI_ADMIN_CCAA_PYB]

ID	ID_BD	ID_CODIGO	ID_MOD	FECHA_ALTA	COD_0101	TIPO_0101	ETIQUETA
1	8343	0101S		20140617000000	01	02	Andalucía
2	8243	0101S		20141009120630	15	02	Comunidad Foral de Navarra
3	8241	0101S		20141009120548	09	02	Cataluña/Catalunya
4	8246	0101S		20141009120445	04	02	Illes Balears
5	8341	0101S		20141009120600	11	02	Extremadura
6	8251	0101S		20141009120621	14	02	Región de Murcia
7	8253	0101S		20141009120553	10	02	Comunitat Valenciana
8	8256	0101S		20141009120637	16	02	Pais Vasco/Euskadi
9	8245	0101S		20141009120513	06	02	Cantabria
10	8255	0101S		20141009120612	13	02	Comunidad de Madrid
11	8345	0101S		20141009120526	07	02	Castilla y León
12	8347	0101S		20141009120534	08	02	Castilla-La Mancha
13	8242	0101S		20141009120643	17	02	La Rioja
14	8250	0101S		20141009120607	12	02	Galicia
15	8244	0101S		20130206000000	03	02	Principado de Asturias
16	8249	0101S		20120314000000	02	02	Aragón

Una capa vectorial puede contener solamente **un único tipo de primitiva** → tendremos capas vectoriales de puntos, de líneas y de polígonos, pero no capas que contengan una combinación de ellos.

Aunque existen diversos **formatos** de capas vectoriales, la mayoría de los SIG utilizan actualmente el formato **shape** o **SHP**.

Una capa shape está formada por al menos **tres archivos**:

- *.shp → El propio archivo shape, almacena las entidades geométricas de los objetos.
- *.shx → Contiene el índice de las entidades geométricas, el cual permite buscar a través de ellas de forma rápida.
- *.dbf → Es la tabla de datos con los **atributos** de la capa.

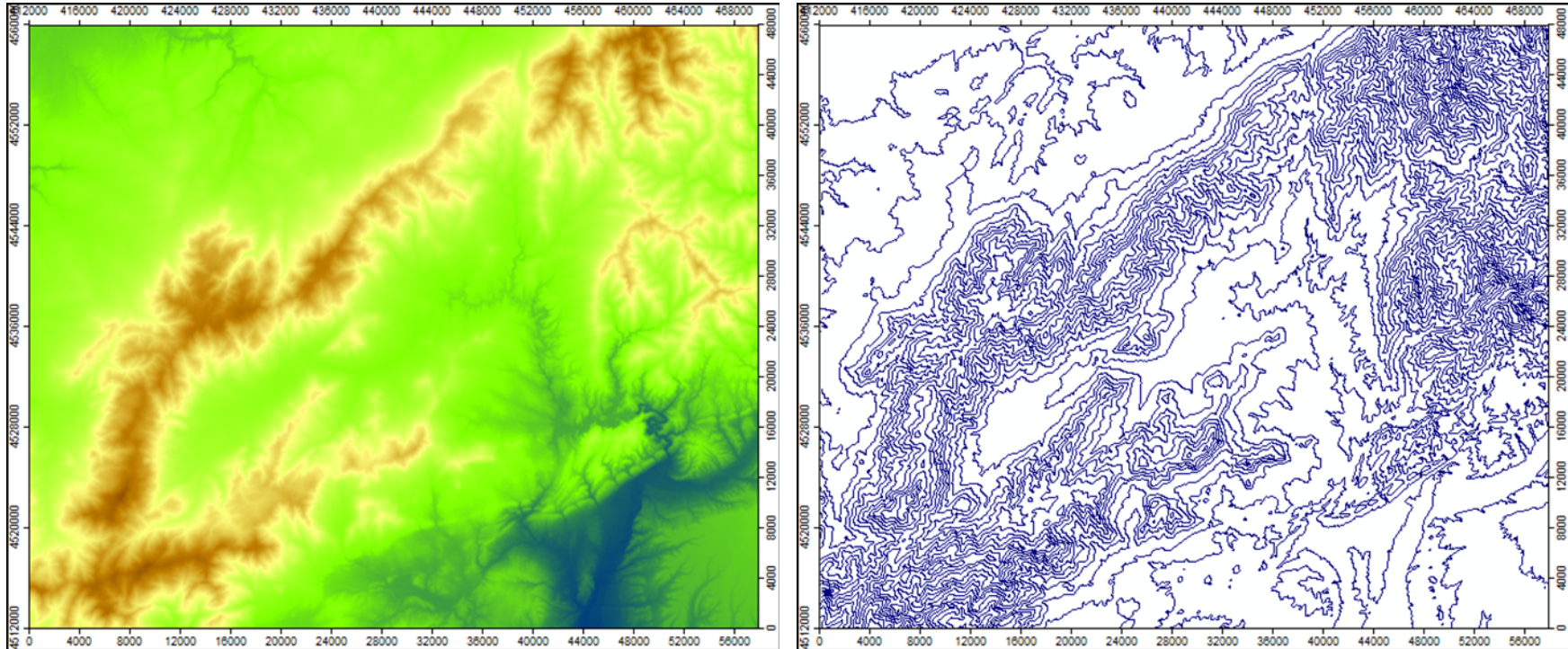
Puede contener además otros archivos **opcionales**, como un archivo *.prj con el sistema de referencia de coordenadas de la capa.

Un SIG maneja de forma conjunta todos los archivos que conforman una capa shape.

Pero al **copiar o mover** una capa shape desde el explorador de windows tendremos que tener cuidado de **seleccionar todos los archivos** que conforman la capa, no basta con copiar o mover el archivo de extensión .shp

5. MODELO RÁSTER VS MODELO VECTORIAL

En principio, cualquier característica de la realidad puede modelizarse como una capa vectorial o como una capa ráster.



Ejemplo de MDE en formato ráster y vectorial (líneas)

- El modelo **ráster** es más adecuado para representar **variables numéricas** que varían de forma **continua** en el espacio: altitud del terreno, temperatura del aire, precipitación, etc.
- El modelo **vectorial** es más adecuado para representar características asimilables a **figuras geométricas** u objetos: ríos, municipios, carreteras, etc.
- Capas **ráster** → ocupan en general **mucha más memoria** que capas vectoriales equivalentes, pero su estructura regular **facilita enormemente el análisis espacial**: realización de operaciones aritméticas o lógicas con capas, etc.
- Lo ideal es poder trabajar simultáneamente con ambos tipos de modelos, **ráster y vectorial**, en un mismo SIG, de forma que podamos representar cada variable en el modelo más adecuado.

6. CLASIFICACIÓN DE LOS SIG

6.1. Según el tipo de modelo de datos utilizado: SIG ráster, vectoriales e híbridos

Durante los primeros años de desarrollo de los SIG hubo una tendencia a separar los enfoques ráster y vectorial → los SIG primitivos manejaban los datos bien en modelo ráster o bien en modelo vectorial exclusivamente y se hablaba entonces de **SIG ráster** y **SIG vectoriales**.

Sin embargo, con el paso del tiempo, la separación ráster-vectorial se ha ido diluyendo.

Actualmente, prácticamente todos los SIG pueden trabajar con ambas modelizaciones (se les denomina a veces **SIG híbridos**) y poseen herramientas para transformar capas ráster en vectoriales y viceversa.

Algunos de los SIG híbridos actuales son el resultado de la evolución en el tiempo de SIG que **originariamente** fueron **de tipo ráster o vectorial** → aunque integren herramientas para trabajar con ambos tipos de modelos, suelen ser mucho más potentes trabajando con el modelo para el que fueron ideados originariamente.

Así mismo, la mayoría de los SIG de reciente creación suelen tener **predilección** por uno de los dos enfoques, siendo más potentes para aplicaciones ráster o vectoriales.

Ejemplos:

GRASS, SAGA GIS : especialmente potentes en aplicaciones ráster,
QGIS, gvSIG, ArcGis : destacan más en las aplicaciones vectoriales.

6.2. Según el interés económico de los desarrolladores: SIG libres y comerciales

SIG libres:

- Gratuitos
- Permiten en general acceder y modificar su código.

SIG comerciales:

- No gratuitos, respaldados por una casa comercial que exige un pago por su uso.
- No permiten normalmente acceder a su código ni modificarlo.

Hace años, la calidad de los SIG libres era inferior a la de los comerciales.

En la actualidad el panorama ha cambiado radicalmente, existiendo SIG libres de calidad comparable o incluso superior a la de los SIG comerciales.