



APUNTES SOBRE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Según la ICA (Asociación Cartográfica Internacional): "Un mapa temático es aquel que está diseñado para mostrar características o conceptos particulares. En el uso convencional de los mapas, este término excluye a los mapas topográficos".

Concepto de mapa topográfico y mapa temático

Un mapa topográfico o de propósito general es aquel que representa gráficamente los principales elementos que conforman la superficie de la Tierra, tales como las vías de comunicación, entidades de población, la hidrografía y el relieve, definiendo una precisión adecuada a la escala y estableciendo unas características de localización que permiten articular la cartografía de considerables extensiones de terreno. En la figura 1 se observa un ejemplo de un mapa general.

Figura 1. Sección del mapa topográfico 1:200.000 de la provincia de Granada



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

En cartografía temática el mapa topográfico o de propósito general, se muestra simplificado y pasa a denominarse mapa base, permite la contextualización geográfica de la información temática. En la figura 2 se observa un ejemplo de un mapa temático:

Figura 2. Rutas de migración desde México hacia Estados Unidos.

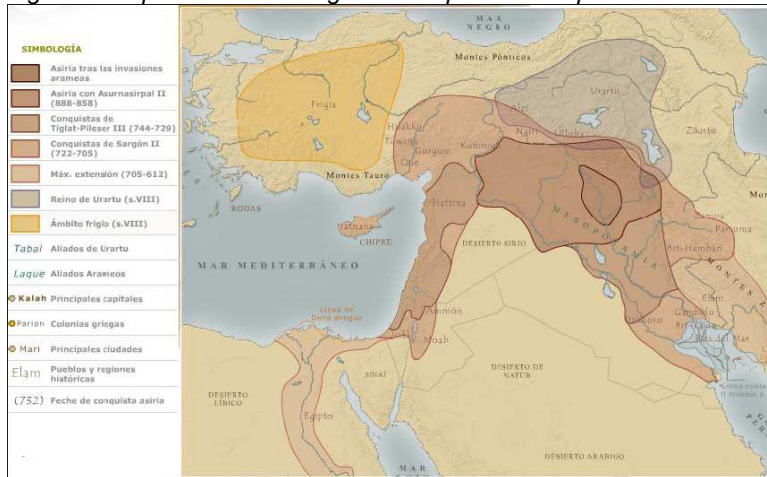


Fuente: www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC.

En este segundo mapa, la línea negra corresponde a la frontera entre Estados Unidos y México, y las flechas de color verde indican la población que emigra de Piedras Negras a Arizona, Colorado, Illinois y Texas. Este es un mapa temático porque informa de un fenómeno particular como es la inmigración hacia Estados Unidos, y lo contextualiza geográficamente.

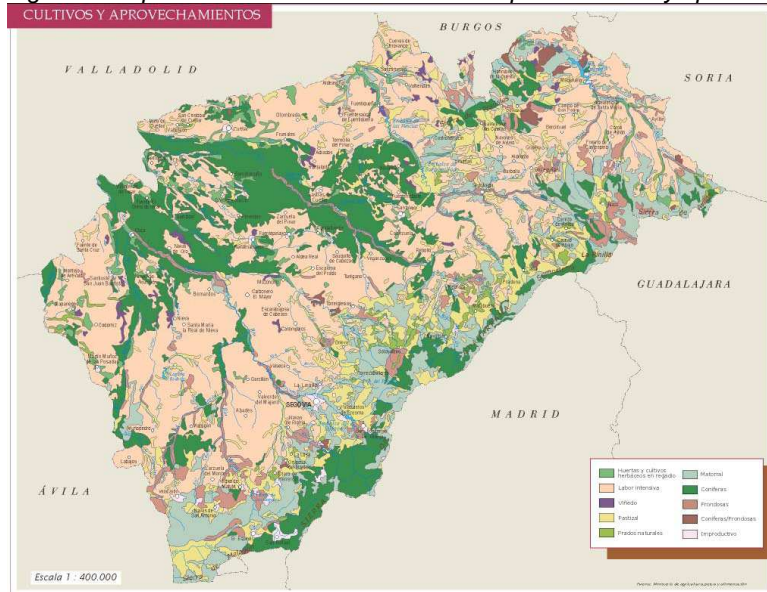
Otros ejemplos de mapas temáticos son los siguientes:

Figura 3. Mapa Histórico: Los grandes imperios de la primera mitad del primer milenio A.C.



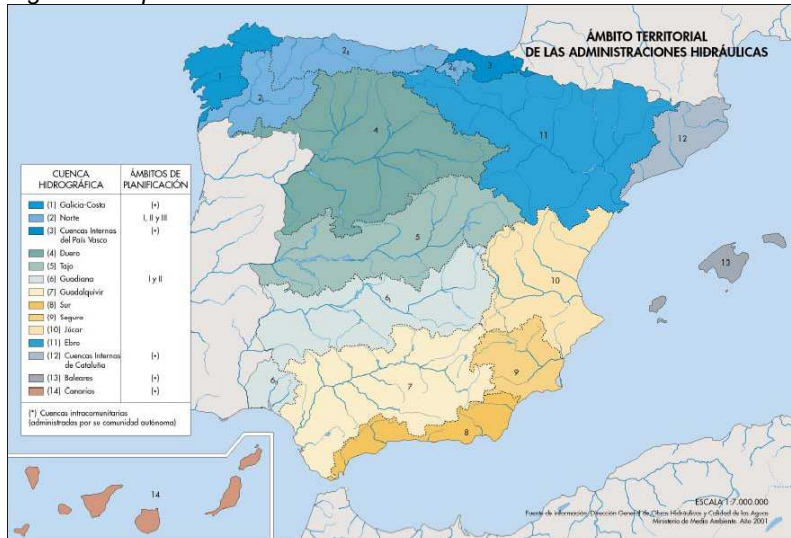
Fuente: Universidad Politécnica de Madrid. 2002

Figura 4. Mapa de actividades económicas: Mapa de cultivos y aprovechamientos



Fuente: Atlas temático de la provincia de Segovia. 2002

Figura 5. Mapa Político Administrativo: Sectorización de las cuencas hidrográficas en España



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN. 2006

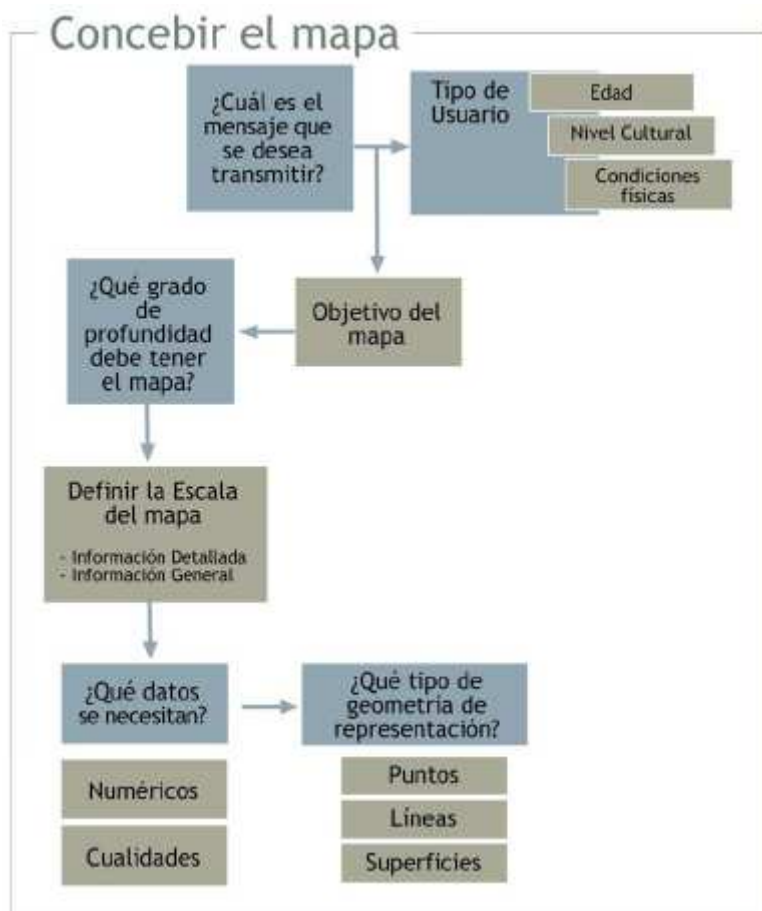
Todos estos mapas, localizan características o fenómenos particulares, por tanto reciben el nombre de MAPAS TEMÁTICOS. Pero no son los únicos modelos. Volvamos al Programa de la Cátedra. Allí podrán observar las amplias categorizaciones que posee la Cartografía Temática. Recordemos:

- Mapas coropléticos con sus propiedades, técnicas y usos;
- Mapas Isopléticos, también con sus propiedades, técnica y usos.
- Mapas punteados y de símbolos proporcionales;
- Cartodiagramas.
- Anamorfosis geográficas.
- Mapas analíticos y de síntesis (ver definiciones en Joly: página 76).

Antes de entrar en detalle con cada uno de ellos (salvo los analíticos y de síntesis tratados en el libro de Fernad Joly “Cartografía”), nos detendremos en algunos aspectos relevantes sobre los procedimientos para elaborar mapas temáticos. Veamos.

Procedimiento de elaboración de un mapa temático

La elaboración de un mapa conlleva dos etapas: La conceptualización de la temática que se va a representar (pensar el mapa) y la edición o proceso gráfico del mapa (diseñar o hacer el mapa). A continuación, se muestra un esquema o ruta a seguir para la elaboración de un mapa temático.



Concebir el mapa

a) La funcionalidad del mapa. ¿Cuál es el mensaje que se quiere transmitir? ¿Quiénes serán los usuarios del mapa? El autor debe tener claro el mensaje que quiere transmitir, por lo que es necesario definir el objetivo del mapa y el nivel de referencia de los usuarios.

Cuando se elabora un mapa, cada etapa debe ser contrastada con el objetivo y el tipo de usuarios a quienes va dirigido, ya que sólo así se garantizará el objetivo final: comunicar información espacial.

Hay que tener en cuenta que el mecanismo de percepción de la información varía con la edad, el nivel cultural y las condiciones físicas de la persona. Por ejemplo si se diseña un mapa de sectores de interés ecológico, pese a que la información que se debe plasmar es la misma, los elementos de edición gráfica no serán iguales. Mientras que para los niños se deben utilizar colores vivos y dibujos y figuras de la fauna llamativas, para los adultos podrían utilizarse algunos fragmentos de paisajes o colores más sobrios. Igualmente el diseño del mapa será diferente si va dirigido a turistas o a profesionales en ecología con conocimientos en zonas protegidas.

b) El nivel de detalle o grado de profundidad de la información a representar. Este es el factor que determina la escala del mapa. Además, los cambios de escala pueden representar cambios en la dimensión espacial de un elemento o fenómeno. Por ejemplo si a escala 1:10.000 se representa una

provincia mediante un polígono, a escala 1:100.000 es posible que esta se represente como un punto.

c) ¿Qué datos se necesitan? Gran parte de la cartografía temática resulta del procesamiento de un conjunto de datos estadísticos. El conocimiento del tema permitirá al autor realizar un tratamiento adecuado de los datos y definir una dimensión espacial coherente con los mismos.

d) ¿Qué tipo de geometría tiene la representación de la información? En un mapa, todos los elementos o fenómenos sobre la superficie de la tierra se representan de tres formas desde el punto de vista geométrico, según la naturaleza del fenómeno: mediante puntos, líneas o superficies. Por ejemplo, una estación meteorológica o un pozo profundo, pueden ser representados por un punto; las vías, corrientes de agua o redes de acueducto se representan con líneas; y las unidades de suelos, de vegetación y las político-administrativas por medio de superficies o polígonos.

Hacer el mapa

En la etapa de edición la información se lleva al contexto espacial, resultando así el mapa temático conformado por los siguientes elementos:

a) Título del mapa: Debe hacer referencia al objetivo del mapa y lógicamente al tema representado. Es conveniente que determine una ubicación (por ejemplo la comunidad autónoma, la provincia, etc.).

b) Formato: Corresponde al espacio gráfico del mapa en el cual se consigna la información a representar. Para la cartografía topográfica, el formato varía de acuerdo a la normativa de representación cartográfica de la zona o país. Algunos formatos son de 50x70 cm, otros de 60x40 cm. Para la cartografía temática pese a que no hay obligatoriedad de definir los mismos formatos que se utilizan para la cartografía básica nacional, a menudo se acostumbra utilizarlos, dada la facilidad de anexar el mapa base en la cartografía temática. No obstante, lo anterior depende de cada caso.

c) Leyenda: Es la clave de todo mapa, explica el fenómeno que se está representando. De la leyenda depende el éxito del mensaje que se desea comunicar. La construcción de la leyenda es un proceso que antecede a la edición del mapa porque implica un conocimiento del fenómeno y una claridad en el objetivo del mapa. La edición de la leyenda se refiere a la inserción de algunos signos convencionales explicatorios del mapa base y las categorizaciones resultantes del tratamiento estadístico de los datos.

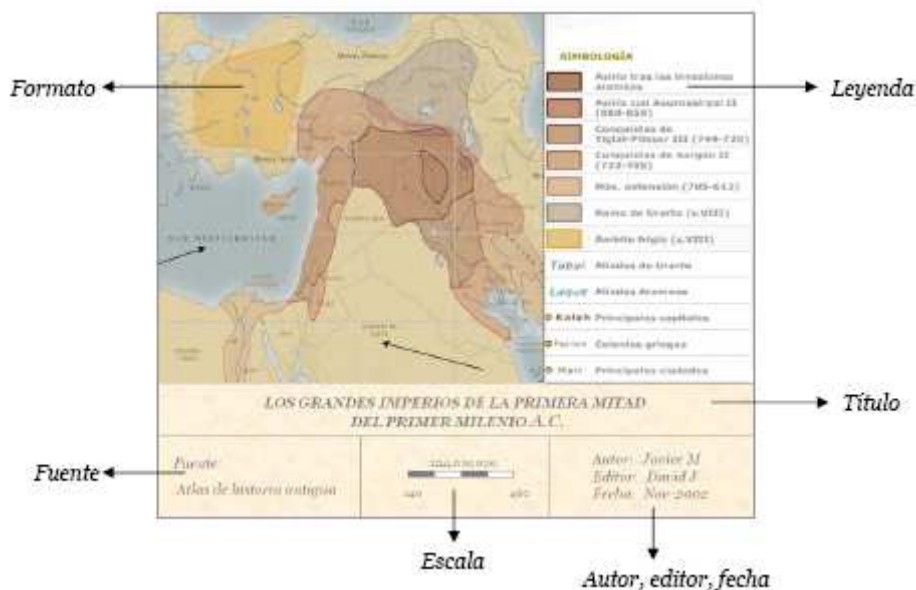
d) Escala del Mapa: Igualmente, la escala se define al inicio del proyecto, porque del objetivo del mapa depende del detalle con el que se desea mostrar la información, y este factor es el que determina la escala final del mapa. La escala debe estar siempre representada en el mapa, sea en forma gráfica, numérica o en ambas.

e) Fuentes cartográficas: Se debe hacer constar siempre la procedencia de los datos empleados para elaborar el mapa, así como su fecha de adquisición.

f) Autoría: Identificación tanto de la persona o entidad que procesó la información como de quien la editó. Fecha de edición.

Veamos un ejemplo:

Resultado final de la edición gráfica de un mapa temático.

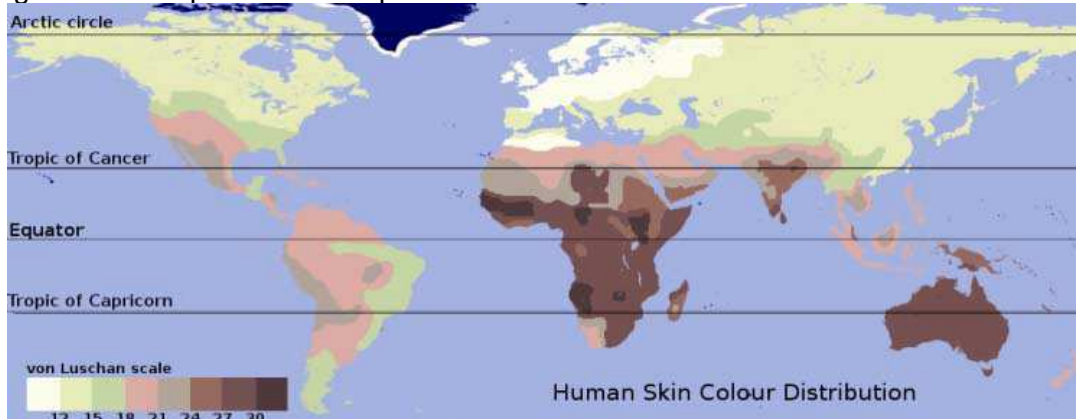


Tipos de Mapas Temáticos

Las dos grandes divisiones de clasificación de la cartografía temática corresponden a los Mapas Cualitativos y los Mapas Cuantitativos. Los cualitativos representan condiciones, cualidades o

características, en tanto que los cuantitativos establecen relaciones de cantidad. Se pueden elaborar mapas con datos que expresen tanto cualidades como cantidades.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de la población según color de piel; en la parte inferior del mapa se observa una escala de colores, en la cual el color púrpura corresponde a la población de piel más oscura y el blanco a la población de piel blanca. Y se concluye entre otras, que la población de piel más oscura se encuentra distribuida entre África, Australia y el Sureste Asiático; igualmente la población con piel más blanca se encuentra ubicada al norte de Europa.

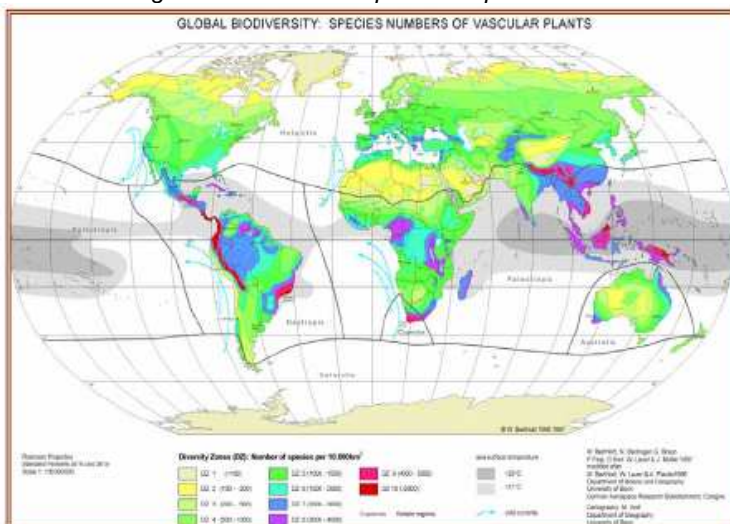


Fuente: http://es.wikipedia.org/imagen:Map_of_skin_hue_equi.png

La variable que se cartografía en este último caso es de naturaleza cualitativa porque no se está expresando ningún valor numérico. Los mapas construidos con este tipo de variables se llaman MAPAS CUALITATIVOS.

¿Cómo pueden expresarse cantidades en un mapa? A continuación se muestra un ejemplo:

Biodiversidad global: número de especies de plantas vasculares.



Fuente: Departamento de Botánica y Geografía, Universidad de Bonn. 1997

En el mapa se aprecia la distribución de la biodiversidad global, expresada en número de especies de plantas vasculares (plantas con tallo) por cada 10.000 kilómetros cuadrados. El criterio es que a mayor número de especies mayor será la biodiversidad.

En la leyenda se ha establecido un código de identificación de las áreas de acuerdo a su grado de biodiversidad: DZ1, para las áreas con un número de especies de plantas vasculares menor a 100 por cada 10.000 kilómetros cuadrados, hasta DZ10 para áreas con 5000 o más especies por cada 10.000 kilómetros cuadrados.



Leyenda del mapa de biodiversidad del mundo

Mediante la lectura del mapa se puede determinar que las áreas con mayor biodiversidad están ubicadas en parte del Pacífico (países como Panamá, Colombia, Ecuador y Perú), y el Sudeste

Asiático. Las de menor biodiversidad están ubicadas en las zonas de altas latitudes como Groenlandia y la Antártica.

En el mapa de distribución de la población según el color de la piel, las comparaciones entre las diferentes áreas eran meramente cualitativas (tipo de piel), mientras que en el mapa de biodiversidad, las comparaciones implican cantidades (áreas con menos de 100 especies por 10.000 km² frente a áreas con más de 5.000 especies). También hay una comparación en términos de orden: DZ10 ocupa el primer lugar en biodiversidad y DZ1 ocupa el último lugar, o se diría también el décimo puesto.

Cuando las diferencias que se establecen en un mapa están determinadas por valores numéricos, se puede decir que los mapas son de tipo CUANTITATIVO.

Mapas cualitativos

Los mapas cualitativos pueden ser de puntos, líneas o de superficies.

Mapas cualitativos de puntos

Siempre representan distribución de datos, diferenciación y naturaleza de la información. La representación de puntos se hace mediante símbolos geométricos o pictóricos. Cuando el símbolo es geométrico se determina un punto central que expresa la localización exacta. Se expresan como puntos los yacimientos minerales, pozos de agua o las estaciones climatológicas.

Mapa de arqueología Hispano-visigoda Aragón en la antigüedad.



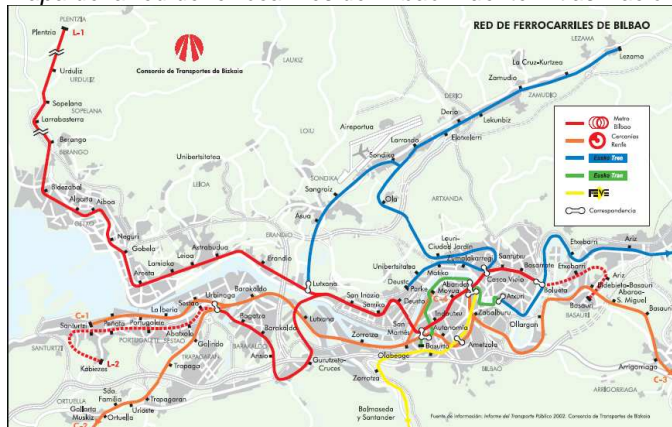
Fuente: Universidad Politécnica de Madrid. 2002

El mapa muestra los diferentes tipos de hallazgos arqueológicos en la región de Aragón (España).

Mapas cualitativos lineales

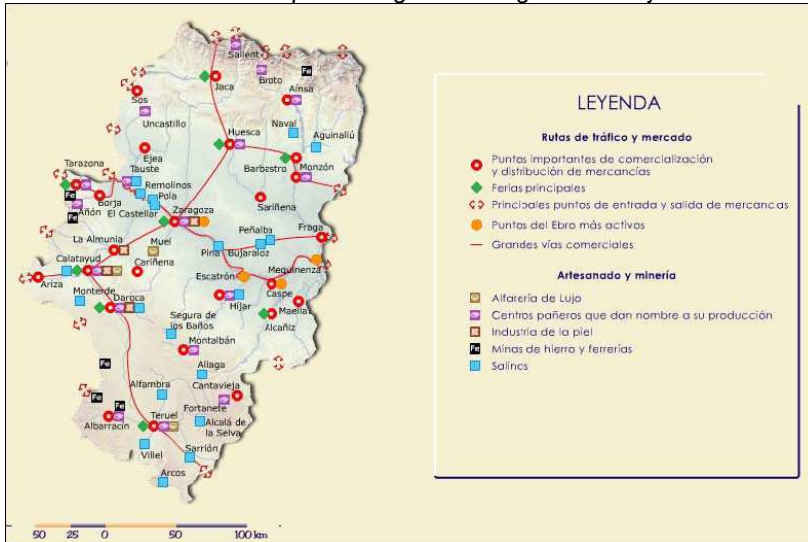
Los mapas que expresan elementos o fenómenos lineales estableciendo diferencias basadas en cualidades se denominan MAPAS CUALITATIVOS LINEALES. Determinan la distribución de elementos de tipo lineal, tales como ríos, redes de comunicación, fronteras, líneas de conducción eléctrica y redes de servicios públicos.

Mapa de la red de ferrocarriles de Bilbao. Fuente: Atlas Nacional de España, IGN.2006



El mapa anterior ubica las líneas de ferrocarril según la empresa administradora que tiene la ciudad de Bilbao.

Rutas de comercialización para la región de Aragón en la baja Edad Media



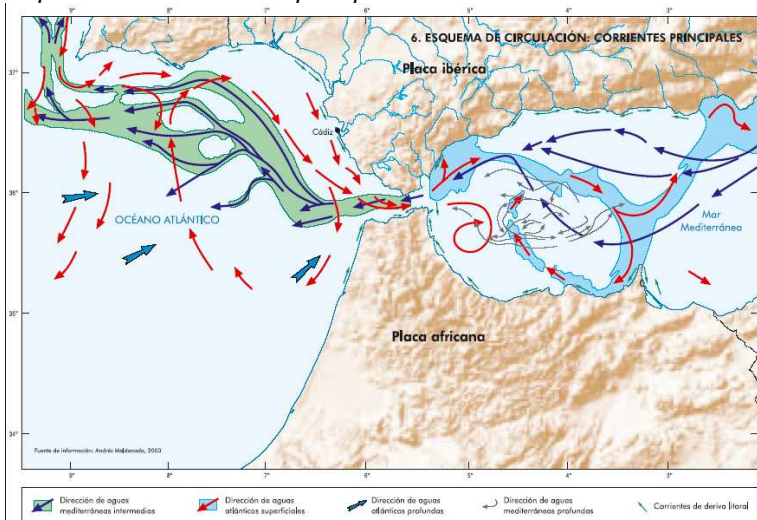
Fuente: Universidad Politécnica de Madrid. 2002

El mapa delimita las grandes vías de comunicación que hacían posible la comercialización de productos en la Baja Edad Media.

En estos mapas no hay sólo elementos lineales, aparecen otros elementos del mapa topográfico del área de estudio (mapa base) de tipo puntual como la localización de las entidades de población y algunos lineales como los ríos.

Otros ejemplos de mapas cualitativos lineales son los mapas de flujo. Por ejemplo el siguiente.

Mapa de circulación de las principales corrientes marinas



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN. 2006

Las flechas representan la dirección y sentido de las corrientes marinas. Por ejemplo, las flechas azules más delgadas representan la dirección de las aguas mediterráneas intermedias y las flechas rojas referencian la dirección de las aguas atlánticas superficiales.

Mapas cualitativos superficiales

Dan información respecto a las características cualitativas que ocupan una determinada área. Se tiene como resultado final un mapa de zonas diferenciadas por colores o tramas. Son ejemplos de mapas cualitativos superficiales los mapas de división político-administrativa.

Mapa de clasificación de lagos y humedales por su origen



Fuente: Atlas Nacional de España. IGN.2006

En este mapa, se observan los lagos y humedales de España clasificados de acuerdo a su origen geomorfológico.

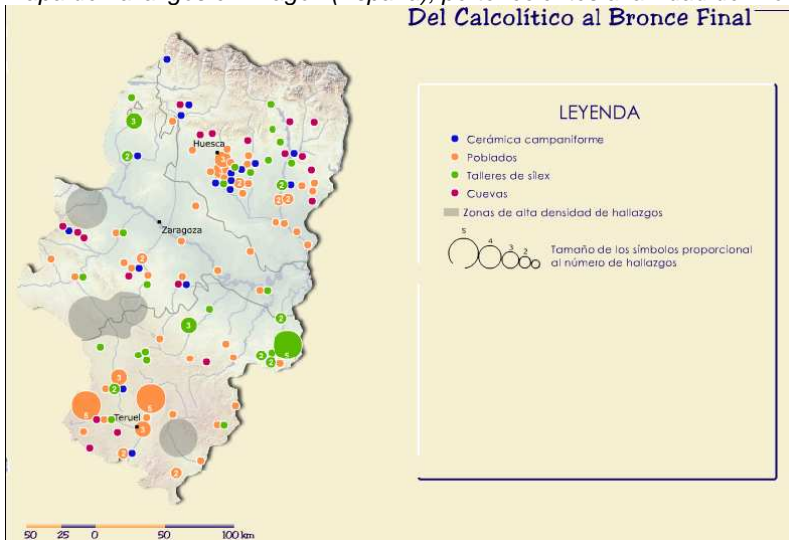
Mapas cuantitativos

Los mapas cuantitativos informan sobre los cambios de una variable atendiendo a criterios de cantidad. Son muy utilizados para representar temas que impliquen el uso de información estadística referida a un contexto espacial y son una excelente herramienta como instrumento de apoyo a las decisiones de planeamiento y control de territorio.

Al igual que la cartografía cualitativa, la cartografía cuantitativa puede clasificarse según el tipo de geometría de la representación.

Mapas cuantitativos puntuales

Mapa de hallazgos en Aragón (España), pertenecientes a la Edad de Bronce Del Calcolítico al Bronce Final



Fuente: Universidad Politécnica de Madrid. 2002

El mapa ubica los sitios en los cuales se han hallado elementos de la edad de bronce. Los puntos que determinan la ubicación de dichos hallazgos varían de color según el tipo de hallazgo (cerámica, poblado, cueva).

Pero ahora, además del color los puntos varían en tamaño de acuerdo a la cantidad de hallazgos; los círculos más grandes corresponden a sitios en los cuales hay un número aproximado de 5 hallazgos, y los más pequeños corresponden a un solo hallazgo. En este mapa hay por tanto dos niveles de información: Cualitativa, (tipo de hallazgo) y cuantitativa (número de hallazgos).

Mapas cuantitativos lineales

Principales flujos diarios interprovinciales de vehículos pesados. 2000

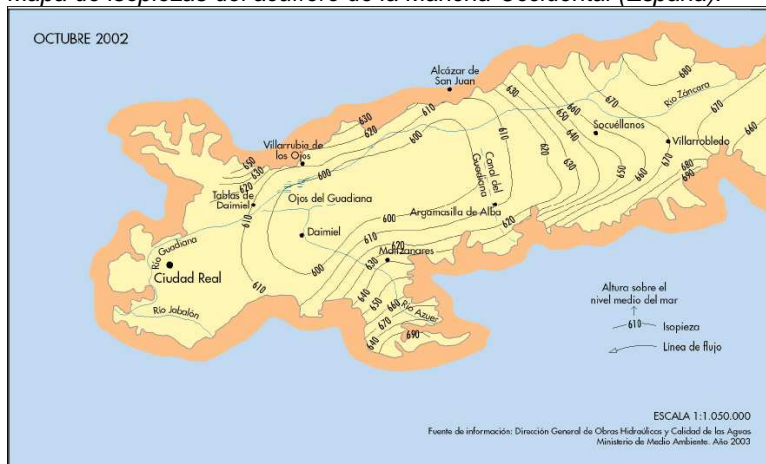


Fuente: Atlas Nacional de España, IGN. 2006

Las líneas indican las rutas de movilización de vehículos pesados entre provincias; el ancho de la línea determina la cantidad de vehículos que se movilizan entre provincias. La leyenda del mapa determina tres categorías de flujo: 500 vehículos, 1.000 y 1.500, fijando para cada flujo un ancho de línea.

Otro tipo de mapas lineales cuantitativos son los llamados de ISOLÍNEAS (en páginas posteriores se entrara en detalles sobre este tipo de mapas); definidos como aquellos que determinan sobre un espacio líneas con valores iguales para una variable. La figura muestra un ejemplo de isolíneas.

Mapa de isopiezas del acuífero de la Mancha Occidental (España).



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN. 2006

El mapa de isopiezas es un mapa de líneas en el que cada una tiene asignado un valor que representa la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea.

Para realizar este mapa, inicialmente se debe tener una nube de puntos bien distribuidos en el área a estudiar, los cuales corresponden a mediciones que determinan para cada punto el dato de profundidad del agua. Posteriormente mediante métodos estadísticos se realiza una interpolación para obtener el trazado de las líneas de igual valor de profundidad.

Antes de proseguir, hagamos algunas aclaraciones. Si los datos iniciales son puntos, ¿por qué no representar el fenómeno con un mapa de puntos?

Con puntos sólo se representan fenómenos que tienen un comportamiento puntual o discreto, con isolíneas se representan los fenómenos que tienen un comportamiento continuo.

Se dice que una variable es continua cuando tiene presencia en todo el territorio y puede tomar infinitos valores intermedios entre dos valores consecutivos, por ejemplo: el peso, la temperatura, la precipitación, la profundidad de los acuíferos. Las variables discretas serán aquellas en las cuales entre dos valores consecutivos de la variable no puede haber ningún otro. Por ejemplo, el número total de habitantes de un centro poblado.

En el ejemplo del mapa de isopiezas, la profundidad de un acuífero (capa o estrato inferior del suelo saturado de agua) se considera una variable continua porque es una característica de un estrato del interior del suelo. Por tanto, en cualquier posición puede encontrarse un valor de profundidad; es por esta razón que entre líneas de igual profundidad pueden trazarse infinitas líneas.

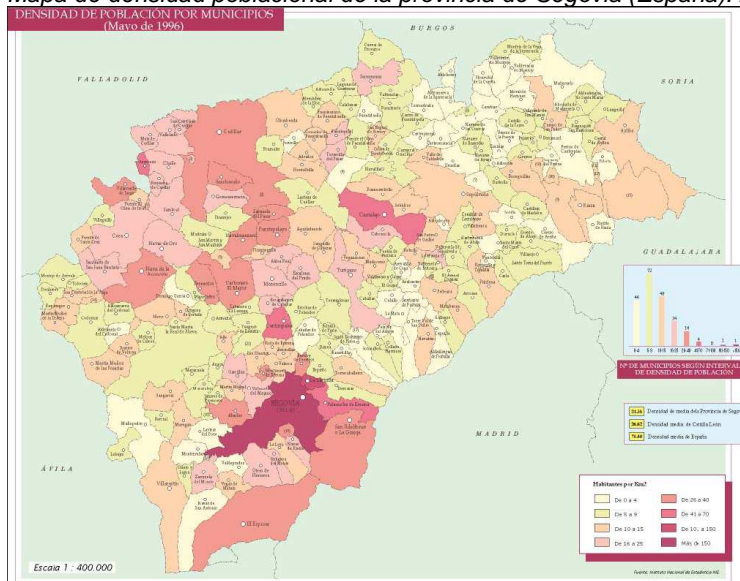
Mapas de isolíneas se realizan para datos de temperatura, precipitación o altura del terreno, entre otros.

Mapas cuantitativos superficiales

Permiten representar datos cuantitativos asociados a áreas, en los cuales se establece una relación entre el dato y la unidad geográfica analizada, de esta manera se da homogeneidad al interior de cada unidad geográfica y se puede determinar la variación entre las mismas. Visualmente esto se logra mediante la utilización de símbolos superficiales.

Son ampliamente utilizados en geografía humana para representación de densidad poblacional, índices de escolaridad, analfabetismo, mortalidad, etc; y en otros campos como la agricultura, para indicar la productividad y rendimiento agrícola o porcentajes de afectación fitopatológica entre otros.

Mapa de densidad poblacional de la provincia de Segovia (España). 2000



Fuente: Atlas temático de la provincia de Segovia. 2002

La densidad de población permite determinar la concentración de la población en diferentes unidades administrativas. Se observa que el municipio en que se encuentra más concentrada la población es Segovia, con 150 habitantes por kilómetro cuadrado y la menor concentración se encuentra en municipios como Lastras del Pozo ó Monterrubio, con 0 y 4 habitantes por kilómetro cuadrado.

Es importante tener en cuenta que la densidad poblacional al igual que otros datos como índices de escolaridad, de salud, de productividad etc. son datos que relacionan el valor numérico con otra variable como puede ser la superficie total, a la cual se aplica el dato o un valor total para determinar valores relativos.

Los Atlas Nacionales

Son colecciones de mapas temáticos, en formato analógico o digital, en que se representan diversos aspectos de un país, procurando homogeneidad en el formato de presentación y en la escala.

Los mapas que conforman un atlas se estructuran por afinidades temáticas: aspectos físicos del territorio, población, servicios sociales, organización administrativa, geografía económica, etc.

El tipo de proyección cartográfica y la escala de presentación de los atlas es muy variada, cada país define estos requerimientos de acuerdo a su configuración: tamaño, forma y situación sobre el globo terrestre. Los países muy pequeños podrán utilizar escalas más grandes que las utilizadas por países con superficies muy extensas. Por ejemplo, los Países Bajos y Luxemburgo pueden emplear para la presentación de su atlas una escala 1:200.000, mientras Estados Unidos debe utilizar escalas menores a 1:8.000.000.

Realizados estas primeras precisiones teóricas, volvamos nuevamente al Programa de la Cátedra. Los tipos de mapas que allí se especifican son:

- Mapas coropléticos con sus propiedades, técnicas y usos;
- Mapas Isopléticos, también con sus propiedades, técnica y usos.
- Mapas punteados y de símbolos proporcionales;
- Cartodiagramas.
- Anamorfosis geográficas.
- Mapas analíticos y de síntesis (ver Joly página 76).

Vamos a su tratamiento.

Mapas de coropletas. Definiciones y ejemplos

La técnica de coropletas se utiliza para representar datos cuantitativos asociados a áreas (normalmente administrativas) utilizando tramas o colores de relleno diferentes. Estos colores se eligen siguiendo el criterio de “cuanta más cantidad, más oscuro”.

Realizar un mapa de este tipo sólo requiere la captura de datos por unidad administrativa (corograma) y su posterior clasificación en intervalos de clase. La simbología superficial se asocia a cada clase (una clase, un color) y se aplica a cada área según la que le corresponda. Este sistema se adapta bien a la representación de variables diferentes y proporciona mapas sencillos y fáciles de comprender.

En estos mapas se muestran dos ejemplos de mapas de coropletas: el de la izquierda muestra al candidato ganador y su ventaja sobre el segundo más votado en cada uno de los estados de los Estados Unidos, expresado en tanto por ciento; el de la derecha representa el porcentaje de población que habla alemán en cada región de Suiza.



Fuente: United States Census Bureau, 1990



Fuente: Atlas de Suiza, 1990

Los datos

Datos correspondientes a distribuciones discretas

Esta técnica se emplea para la representación de datos de naturaleza discreta asociados a unidades perfectamente delimitadas, normalmente administrativas. Un fenómeno continuo no puede ser descrito adecuadamente por este sistema, ya que estas distribuciones no están controladas por divisiones de este tipo. De ahí que no tenga sentido representar las temperaturas o las presiones atmosféricas por medio de esta técnica.

En las imágenes escaneadas que se presentan a continuación se podrán observar y leer mayores precisiones al respecto:

Figura 3. Los corogramas son las unidades básicas de estos mapas. El valor en cada corograma puede representarse mediante su altura, con lo que se obtiene un esquema similar al de la figura, denominado superficie estadística escalonada o discontinua.

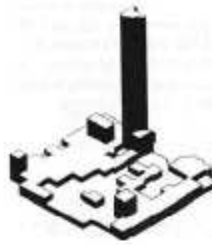
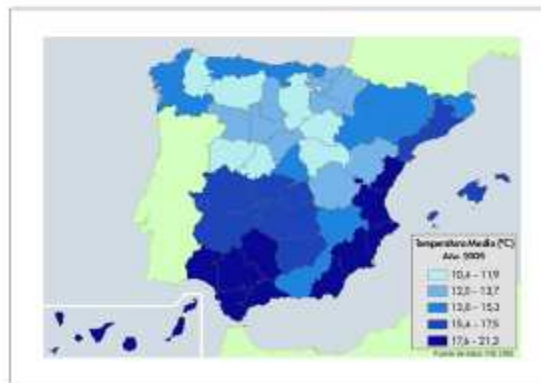


Figura 4. Este mapa de coropletas representa el producto interior bruto (PIB) per cápita por provincias. El fenómeno representado es de naturaleza discreta y por tanto apto para su representación por medio de un mapa de este tipo.

Figura 5. Representación de la temperatura mediante coropletas. No es una representación correcta pues se trata de un fenómeno continuo y no discreto. Para mostrar este tipo de distribución es más indicado emplear isolíneas.



Datos en escalas de medida cuantitativas

La técnica de coropletas cartografía cantidades, por lo que los datos han de estar en escalas cuantitativas de medida. Ejemplos de este tipo son los datos de población por número de habitantes, las precipitaciones por milímetros de lluvia recogida, o los ríos según su caudal medio.

Todos los datos cuantitativos precisan para su representación símbolos que lleven al lector a establecer de manera intuitiva, sin consultar la leyenda, una jerarquía entre los mismos. Además, debe ser posible realizar comparaciones de cantidad entre las categorías.

Para ello pueden emplearse las variables visuales de tamaño y valor. Aunque el tamaño es la mejor opción, lo habitual es reservarlo para la representación de datos cuantitativos absolutos (número de habitantes, por ejemplo) y emplear el valor para los datos que estén transformados en porcentajes, proporciones o densidades, como es el caso que nos ocupa.

Datos cuantitativos relativos

Se dice que los datos cuantitativos están en forma relativa o transformada cuando en sí mismos relacionan dos o más variables. Un ejemplo son las proporciones o los porcentajes. Es el caso del número de habitantes entre 0 y 15 años respecto al total de habitantes en cada municipio, o los kilos de residuos en una provincia por sus habitantes. En ambos casos, las variables originales en forma absoluta (habitantes entre 0 y 15 años y los kilos de residuos) han sido relacionadas con nuevas variables (en este caso el total de habitantes) con el fin de extraer nuevas informaciones.

Un caso especial de datos relativos es el de la densidad, que implica una transformación de los datos según una superficie de referencia; como sucede con la densidad de población, que establece el número de habitantes por cada kilómetro cuadrado. Esta transformación aporta una descripción diferente de la distribución de la población a la realizada por el mero uso de la cifra absoluta. Otro tipo de densidades útiles en cartografía son las que expresan relaciones de superficies específicas (superficie agrícola utilizada, superficie de suelo urbano) con respecto a la superficie total de cada región.

Un condicionante para la utilización de la técnica de coropletas es que sólo se aceptan datos que estén en forma transformada o relativa. Es decir, se debe representar la densidad de población y no la población, la tasa de paro y no el número de parados.

Esto es debido a que la diferencia de tamaño de las unidades administrativas (denominadas corogramas en esta técnica de representación) altera la impresión de la distribución mostrada por el mapa en el caso de emplear datos en forma absoluta.

Veamos las siguientes imágenes.



Figura 6. Aquí se representa un dato en forma absoluta, sin transformar: la superficie agrícola utilizada en cada comunidad autónoma. Observa cómo las más grandes emplean, lógicamente, más hectáreas.

Figura 7. Este mapa muestra los mismos datos relativizados: se ha tomado el porcentaje de superficie agrícola utilizada respecto de la superficie total de cada comunidad autónoma. Esta transformación permite una lectura más objetiva del mapa.



En el hipotético caso de que los corogramas tuvieran una superficie exactamente igual no sería necesario relativizar los datos, pero no es habitual encontrarse con casos de estas características.

Simbolización: el valor (vv, variable visual)

La simbología superficial que se utiliza consiste en la variación en términos de claro-oscuro de un color o, dicho de otro modo, la variable visual más adecuada es el valor. Esto es debido a que el valor permite establecer un orden visual entre los símbolos a los que es aplicado.

La variable visual valor lleva a nuestra percepción a establecer un orden entre los diferentes grafismos a los que se aplica, por eso es la indicada para realizar mapas de coropletas.



El valor ordena los símbolos pero no permite cuantificarlos

Cuando se emplea la variable visual tamaño para representar datos cuantitativos, el usuario de forma espontánea, realiza una comparación de cantidades. Intuitivamente se tiende a interpretar que una barra dos veces más alta que otra representa el doble de cantidad. Sin embargo, con la variable visual valor no es posible una percepción similar, ya que las diferencias cuantitativas no se ven por sí mismas y es necesario recurrir a la leyenda.



En estas dos imágenes, ¿sabrías decir si un valor de gris es el doble de oscuro que el otro? No es fácil responder a preguntas de este tipo al no poseer el valor la propiedad perceptiva cuantitativa. En cambio, sí posee la propiedad perceptiva del orden.

Combinar variaciones del valor (vv) con variaciones del tono

Valor+Tono: para diferenciar mejor las categorías en el mapa

Combinaciones adecuadas de más de un tono permiten mostrar más clases en el mapa. Asimismo, la introducción de cambios graduales de tono permite reforzar las diferencias entre colores, lo que es interesante incluso en mapas con pocas clases.

Valor+Tono: para mostrar datos divergentes

A menudo existen dos tendencias en los datos que hay que representar, lo cual también debe indicarse por medio del tono. Por ejemplo, en un mapa en el que quiera mostrarse el crecimiento de la población es importante diferenciar claramente las zonas de pérdida de población y las de ganancia. Esta divergencia puede mostrarse utilizando dos tonos como el rojo y el verde, por ejemplo. La expresión del “cuánto” se realizará con variaciones en la intensidad en cada uno de estos colores.

La gama de color no permite saber si el crecimiento vegetativo es negativo o positivo en cada provincia y hay que acudir a la leyenda para saber en qué intervalo se encuentra cada provincia.



En este mapa el crecimiento vegetativo nulo (0%) tiene color neutro. Los valores positivos se representan por medio de tonalidades azules y los negativos por rojos, más saturados en los extremos. Sin duda, leer este mapa es más fácil que en el caso anterior.

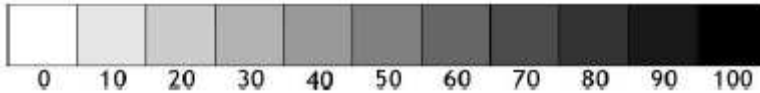


Percepción del valor

Diversos estudios demuestran que la percepción de los valores de gris no es lineal (Munsell y Williams) y que diferencias discriminables en los colores claros y medios son imperceptibles en los oscuros. Por lo tanto, la elección de diferentes grises no puede realizarse dividiendo el espacio entre el blanco y el negro (de 0 a 100 por ejemplo) entre el número de clases.

En la selección de los colores es necesario compensar de algún modo la percepción no equitativa de los niveles de gris. Por eso deben elegirse los grises buscando una mayor separación en la zona oscura aunque ello conlleve elegir grises más parecidos en la zona clara.

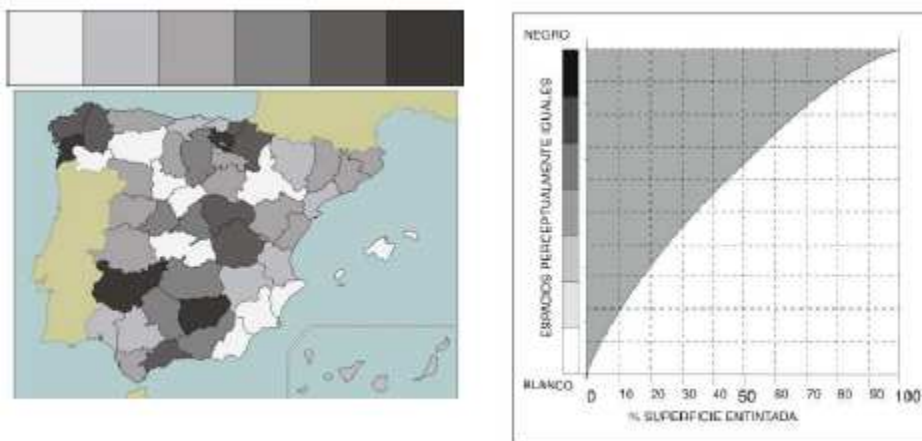
Gama de grises con variación constante de valor (expresado en porcentaje de superficie entintada) en intervalos de 10: el 0% es el blanco y el 100% el negro (todo el papel queda cubierto de tinta). Es más fácil distinguir los grises con menor valor que los de mayor valor.



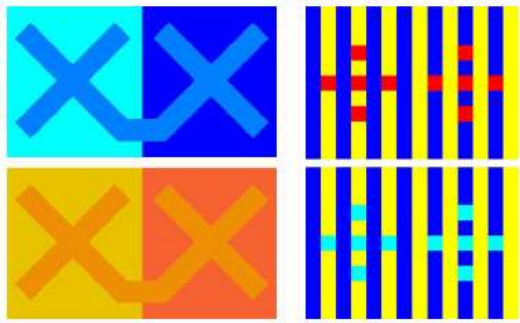
Si se varía el valor de manera constante (en este caso 10, 26, 42, 58, 74 y 90) obtenemos un resultado en el que es difícil comparar los grises. En algunos casos es posible que se produzcan equivocaciones (¿Cádiz está en el mismo intervalo que Córdoba? ¿Y Badajoz y Cuenca, o Barcelona y Cáceres?). Ver nombres provincias de España.



Responder a las preguntas anteriores es más fácil con este mapa en el que cuenta el comportamiento de nuestra visión los grises se han seleccionado teniendo en (curva de Munsell, figura junto al mapa). La curva de Munsell indica que la percepción de los grises no es lineal sino logarítmica, formando una curva como la de la imagen.



La percepción de los colores se modifica muy considerablemente según su contexto. En los mapas de coropletas se hace especialmente patente el fenómeno de la interacción del color: un color se percibe de forma diferente según sean los colores que lo rodean. Observa con detenimiento las siguientes imágenes.



(Ejemplos de interacción del color (modificación perceptiva de un color según de los que se rodea). Tener presente lo visto en la clase teórica del lunes. En la figura de la izquierda, si se cubre la parte que une las dos cruces, parece que los colores de las equis son distintos. En la de la derecha, aparentemente las dos cruces centrales tampoco tienen el mismo tono porque tienden a asumir el matiz del color complementario de su vecino.

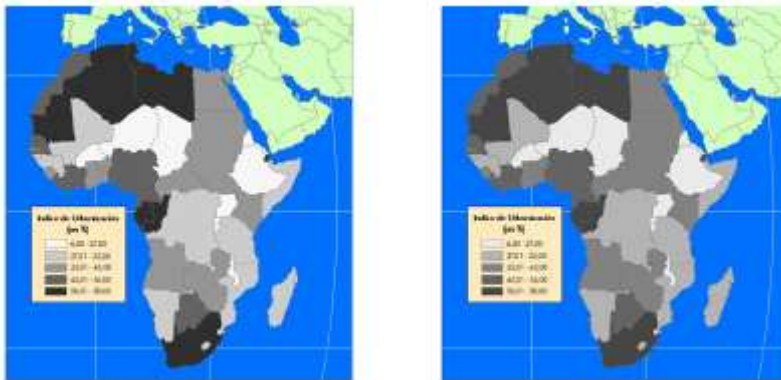
Por ello es importante procurar que los colores elegidos se diferencien bien a simple vista, reforzando al máximo las diferencias visuales entre los colores.

En este sentido es aconsejable realizar la selección del color atendiendo a la distribución real, fijándose en el mapa, y no limitarse a comparar las muestras de color en la leyenda, pues en ella los colores aparecen de forma consecutiva y se perciben diferencias que serán inapreciables en la imagen final.

En el mapa la distribución de los colores no sigue el orden de distribución de la leyenda.

Por eso es ahí donde se verá con toda claridad si es posible o no diferenciar bien los colores.

Hay que tener en cuenta lo anterior a la hora de diseñar la gama de color del mapa; se debe observar si los tonos son los apropiados antes de escoger la leyenda definitiva.

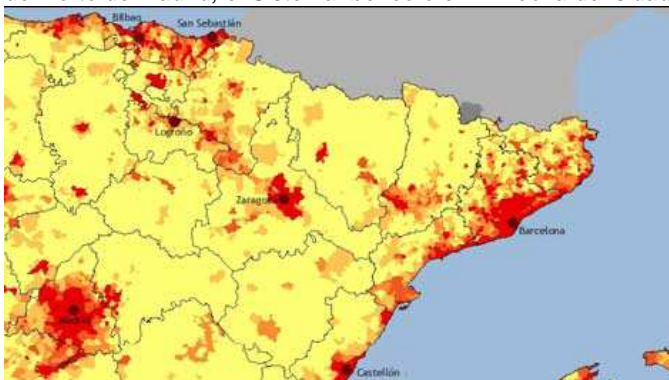


Las dos figuras representan el índice de urbanización de África, ambas con cinco intervalos, pero existe una diferencia importante entre las dos: en el mapa de la izquierda se escogió una gama correcta de valores de gris y en el de la derecha no. Esto impide que en el último se diferencien bien las clases; en el primero, sin embargo es fácil saber a qué clase pertenece cada país a simple vista.

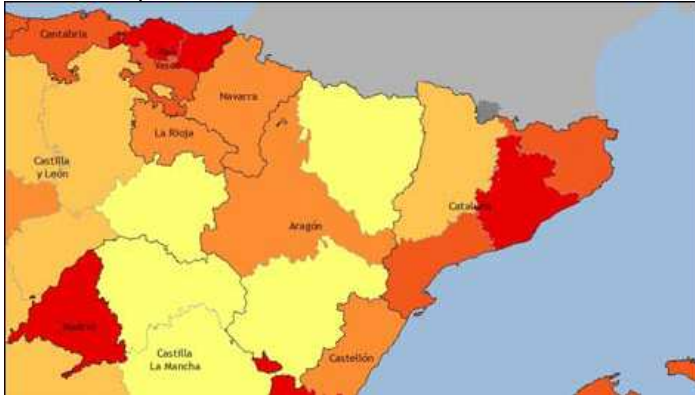
Los corogramas

Las unidades de enumeración en los mapas de coropletas se denominan corogramas. Para una misma escala, el tamaño y el número de las unidades están relacionados entre sí, pues a más corogramas menor ha de ser necesariamente su tamaño. La representación del comportamiento espacial del fenómeno depende del tamaño elegido para el corograma, pues cuanto menor sea mejor se muestra su variabilidad.

En este mapa se representa la densidad de población por municipios en el cuadrante nordeste de una Península. Observa cómo las zonas más densamente pobladas corresponden a las grandes ciudades y la costa, mientras que en los municipios del norte de Madrid, el Sistema Ibérico o el Pirineo la densidad es mucho más baja.



En este caso la densidad de población se representa por provincias. Es fácil comprobar cómo unos pocos municipios con alta densidad influyen decisivamente en la totalidad del valor asignado a su provincia: Madrid y Zaragoza son los ejemplos más claros. Compara con el mapa anterior: al aumentar el tamaño del corograma se describe peor la variabilidad del fenómeno representado.



Por último, se muestra el mismo fenómeno por comunidades autónomas. Unas pocas localidades (Barcelona y su entorno) hacen que la densidad de población en Cataluña sea elevada; sin embargo, si se observa el primer mapa se verá que la mayor parte de su territorio es de densidad media o baja.



Esto se debe a que en esta técnica es necesario emplear valores medios y otros valores representativos de la totalidad del área por heterogénea que ésta sea. De este modo, si el área tomada como unidad es grande, la variación interna del dato queda sin descripción gráfica. Esto puede resolverse empleando corogramas menores, es decir, datos más desagregados (municipios en vez de provincias, por ejemplo) que permitan mostrar esta información.

Aparte del tamaño de los corogramas en sí, también es importante la variabilidad de sus áreas, ya que si los corogramas son de tamaños muy diferentes la generalización de la variación espacial del dato difiere de una zona a otra dentro del mismo mapa. Ésta, que es la situación menos deseable (ya que siempre se espera tener una precisión y un detalle homogéneo para un mismo mapa) es la habitual, pues es consecuencia de tomar como unidad básica de la representación las divisiones administrativas, normalmente de tamaños no homogéneos. Trabajar con áreas de tamaños muy diferentes no es lo ideal si lo que se pretende es obtener una representación gráfica con un grado de generalización del contenido temático uniforme en todo el mapa.

Clasificación de los datos

Los mapas de coropletas permiten extraer del mapa una información general de forma sencilla, entre otras cosas porque lo que muestran es una imagen generalizada de la realidad. No representan directamente todas las diferencias existentes entre los datos, sino una simplificación realizada por el cartógrafo que los clasifica en un número limitado de clases, agrupando idealmente valores similares. De esta manera, con unos pocos colores se describe de forma sencilla una distribución más o menos compleja.

Es sabido, que realizada una clasificación cualquiera se pierde cierta cantidad de información y que es incluso posible distorsionar la distribución original en el mapa por medio de clasificaciones que no se adapten al conjunto de datos. Por eso es necesario cuidar al máximo este aspecto y no dejar fuera de control del diseñador esta fase, que es crucial en la elaboración de un mapa de coropletas.

El número de intervalos, su tamaño y los límites de clase deben ser elegidos con cuidado, procurando que el mapa final represente lo más fielmente posible la distribución real.

Siempre es posible dar una impresión falsa de una distribución con clasificaciones poco adecuadas respecto al conjunto de datos de que se trate. Es importante estudiar cada sistema de clasificación

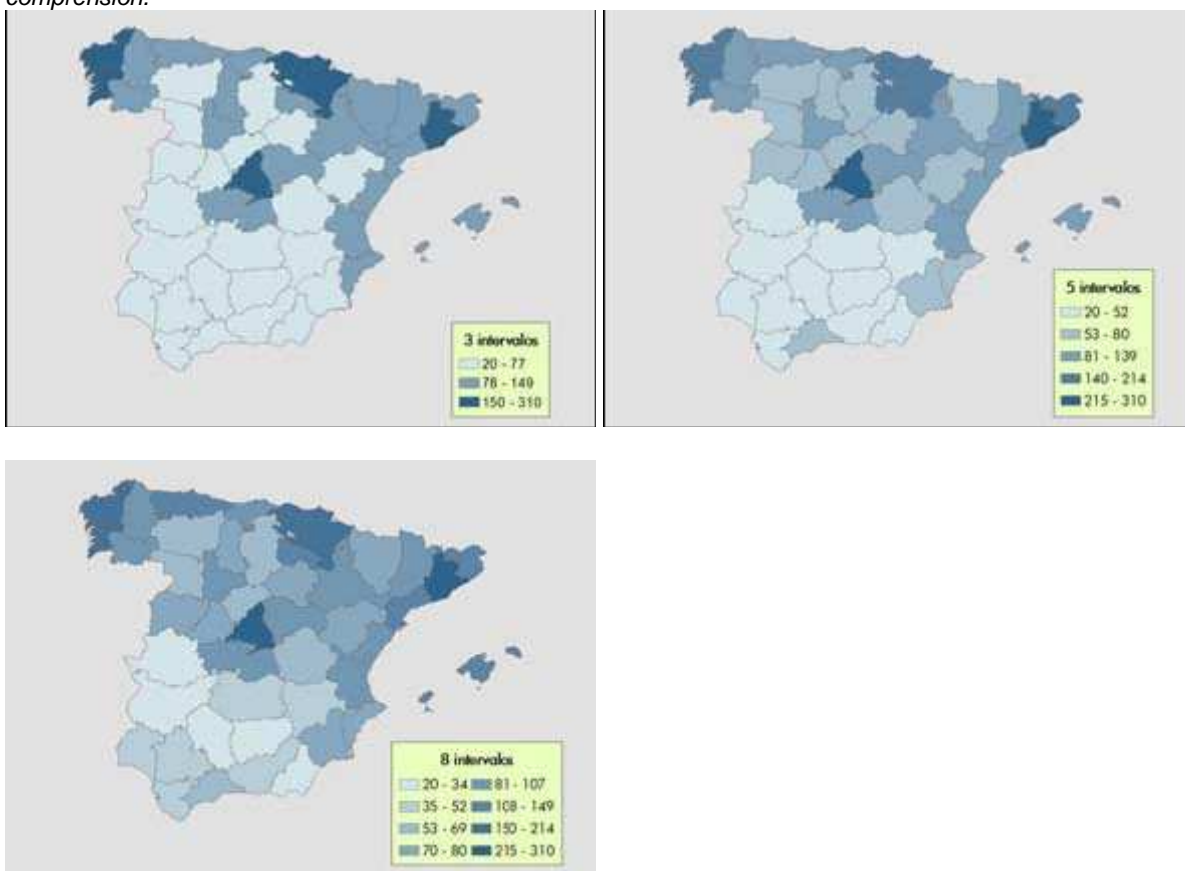
aplicado a cada caso y procurar dar una impresión realista de su distribución en el mapa. Es necesario ensayar con distintos sistemas de clasificación y elegir aquél que mejor se adapte a la distribución original.

Clasificación de los datos: número de clases

Al clasificar los datos deben considerarse dos aspectos: la elección del número de clases y los límites de cada una de ellas.

En cuanto a su número, cuantas más clases se elijan, más detalles ofrecerá el mapa realizado y más información aportará. Por otro lado, una elección pobre en el número de clases podría dar una imagen demasiado simplificada de la realidad. Esto no significa que cuantas más clases haya mejor: todo tiene un límite y un número excesivo proporciona una imagen difícil y confusa de la distribución. Hay que determinar cuál es el grado de detalle que se necesita para cada caso. Por ejemplo, en un mapa de densidad de población diseñado para un atlas escolar pueden bastar cuatro intervalos. Si el mapa es para otros fines quizá sean necesarios más. Se debe tener en cuenta que en la lectura del mapa no se podrán diferenciar claramente más de ocho o nueve clases.

En estos mapas se muestra una misma serie de datos agrupados en tres, cinco y ocho intervalos; el primero de ellos simplifica en exceso la distribución y el último es difícil de interpretar porque no se diferencian bien los intervalos. En este caso es preferible escoger cinco intervalos porque se proporciona una información suficiente y el mapa resulta de fácil comprensión.



Como a menudo sucede en cartografía, al clasificar datos es necesario buscar un equilibrio entre la legibilidad del mapa y la complejidad de la distribución. No obstante, como norma general se recomienda no superar los siete u ocho intervalos e imponer el límite de nueve.

De nuevo es conveniente subrayar la importancia de la percepción del color, especialmente de los valores de gris. Antes se vieron algunos ejemplos de clasificación lineal y su comparación con datos en escala logarítmica (recuerda la curva de Munsell).

Clasificación de los datos: límites de clase

Elegido el número de clases hay que determinar sus límites. Esta decisión es importante porque determina qué diferencias entre los datos son las que se muestran y cuáles se ignoran en el mapa final.

Son métodos de clasificación habituales los siguientes:

- Intervalos iguales: los datos se clasifican en intervalos de igual amplitud.
- Cuantiles: todos los intervalos contienen el mismo número de datos.

- c) Intervalos Naturales o Método de Jenks: los intervalos se crean según los puntos de ruptura naturales existentes en la serie de datos.
- d) Intervalos basados en la media y la desviación típica.
- e) Progresión aritmética: los intervalos crecen progresivamente según un incremento o suma.
- f) Progresión geométrica: los intervalos crecen más rápidamente aún según una razón o multiplicación.

a) Intervalos iguales

Considera un tamaño de intervalo constante. Para calcular dicho tamaño divide la amplitud máxima de los datos (rango), entre el número de clases que se haya elegido.

Tamaño del Intervalo (I) = Rango / número de clases

Los límites de los intervalos se obtienen sumando esta cantidad I al mínimo valor, y a los sucesivos resultados.

Esta es la manera más sencilla de clasificar los datos y proporciona un mapa fácil de leer, pero puede producir clases muy desequilibradas, con muchas observaciones unas, y otras con muy pocas o ninguna.

b) Cuantiles

Este método de clasificación sirve tanto para datos cuantitativos como para datos ordenados y tiene la ventaja de no dejar clases vacías. Simplemente se divide el número de observaciones en partes iguales al número de clases deseadas. Son habituales los cuartiles, los quintiles, los septiles y los deciles, con cuatro, cinco, siete y diez clases respectivamente. Así por ejemplo, para obtener cuartiles se ordenan los datos y se dividen en cuatro.

Aunque la naturaleza del método equilibra las clases en su número de observaciones, si las unidades (provincias, comunidades, etc.) son muy diferentes en tamaño, no es recomendable seleccionar este método.

c) Intervalos naturales

Este método de clasificación persigue la doble condición de agrupar los datos en clases de gran homogeneidad interna y de maximizar las diferencias entre clases para un número de intervalos especificado. Para ello se observan los datos originales y se buscan los puntos de ruptura naturales existentes (cambios bruscos en la tendencia de los datos) para fijarlos como límite de clase.

Este método estadístico realiza la clasificación basándose en la prueba de la bondad del ajuste (Goodness of Variance Fit ó GVF), indicador que toma diferentes valores según los agrupamientos que se hagan de un mismo conjunto de datos. Se trata de un proceso iterativo que calcula la media de cada clase con las respectivas varianzas, y traslada observaciones entre clases hasta obtener el valor máximo del GVF.

Este sistema sólo es interesante cuando los límites son claros y están bien definidos en la distribución. De lo contrario es preferible elegir intervalos de clase sistemáticos que son más sencillos de leer e interpretar.

d) Intervalos basados en la media y la desviación típica

En muchos mapas interesa mostrar la situación de la media y organizar las clases según su distancia a ella. Es el caso de un mapa de Europa que muestre el nivel de ingresos, el gasto en salud o investigación, y donde puede interesar mostrar las diferencias entre países partiendo de los valores medios.

En estos casos conviene utilizar la media como límite de clase y fijar como intervalo distancias a la misma relacionadas con la desviación estándar (σ , Sigma) de la serie de datos.

Sigma (o múltiplos -k- de Sigma) puede ser sumada y restada desde la media (μ) para definir así los límites de los intervalos, que son de igual tamaño. Cuanto más normal sea la distribución de los datos, mejores resultados se obtendrán de la aplicación de este método.

En caso de emplear esta clasificación, conviene elegir gamas de color divergentes para la representación de los datos.

e) Progresión aritmética

Una diferencia que en términos absolutos es pequeña puede tener un valor significativo en los valores bajos: una diferencia de 5.000 habitantes es significativa al establecer diferencias entre poblaciones rurales, pero carece de importancia al comparar grandes ciudades. Debido a razones de este tipo, en ocasiones interesa detallar la distribución en los valores bajos y hacer que el intervalo aumente progresivamente según crecen los valores.

Una forma de conseguir esto es hacer que el crecimiento se realice siguiendo una progresión aritmética. Para aplicarla al caso de n clases:

1. Calcula en rango $R = \text{Máx} - \text{Mín}$
2. Cálculo del incremento x
 $x = R / [(n + (n-1) + \dots + 3 + 2 + 1)]$
3. Cálculo del tamaño de los intervalos
 Intervalo 1: x
 Intervalo 2: $2x$
 Intervalo 3: $3x$
 Intervalo 4: $4x$
 ...
 Intervalo n: nx

4. Cálculo de los límites de clase sumando los intervalos

a -----(x)----- $a+x$
 $a+x$ -----($2x$)----- $a+3x$
 $a+3x$ ---($3x$)---- $a+6x$
 $a+6x$ ----($4x$)---- $a+10x$
 (...)

f) Progresión geométrica

Cuando los datos crecen muy lentamente en los valores bajos y de forma brusca en los altos, puede emplearse una progresión geométrica. Se trata del mismo caso que el anterior pero con un crecimiento mucho más rápido del tamaño del intervalo.

Una manera sencilla de aplicar este tipo de progresión es hacer que los límites estén en progresión geométrica. De este modo el límite superior de cada clase es r veces el inferior. Por ejemplo para una razón r (índice de la progresión) igual a 10 cuatro clases podrían tenerse límites del tipo 1, 10, 100, 1000 y 10000.

Para calcular una progresión de este tipo basta con definir el número de intervalos n , calcular la razón de la progresión r y multiplicar por este valor el mínimo y los sucesivos resultados de la multiplicación hasta alcanzar el máximo.

$$\begin{array}{l}
 A \\
 Ar \\
 Ar^2 \\
 Ar^3 \\
 \dots \\
 Ar^{n-1} \\
 Ar^n = B
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 r^n = B/A \\
 r = \sqrt[n]{B/A} \\
 n \log r = \log B - \log A \\
 A \neq 0
 \end{array}$$

Es claro que conviene probar más de una forma de clasificar los datos antes de decidirse por un método definitivo. Cada caso concreto requiere su propio análisis de manera que se combinen el fiel reflejo de la distribución, el interés del cartógrafo (qué desea que sea relevante) y la facilidad de lectura del mapa resultante.

Diseño de la leyenda

Las leyendas de este tipo de mapas son sobradamente conocidas ya que basta con colocar al lado de cada muestra de la simbología elegida el intervalo de clase al que corresponde en forma de filas o, más habitualmente, en columnas.

Ejemplos de leyendas de distintos mapas de coropletas.



Es necesario evitar la aparición de solapes entre los intervalos, cerrándolos incluso cuando no exista necesidad por los datos originales que hay que representar. También se pueden incluir otros elementos que ayuden a interpretar la representación, como por ejemplo un histograma de frecuencias en el cual, además, se integre la simbología utilizada y los límites de clase que se hayan

establecido, la mediana de cada intervalo, etc. Se aporta así una información adicional sobre los datos de partida a la vez que se muestra el modo en que se realizaron los intervalos.

A menudo se incluyen en la leyenda datos que en realidad no existen para la clase que identifican. De este modo, una clase en la que los valores oscilan entre el 0 y el 72 puede aparecer, por ejemplo, con la denominación de 0 a 100, o aquella que agrupa poblaciones que van desde los 7.900 habitantes hasta los 17.800 puede denominarse como entre 5.000 y 25.000 habitantes.

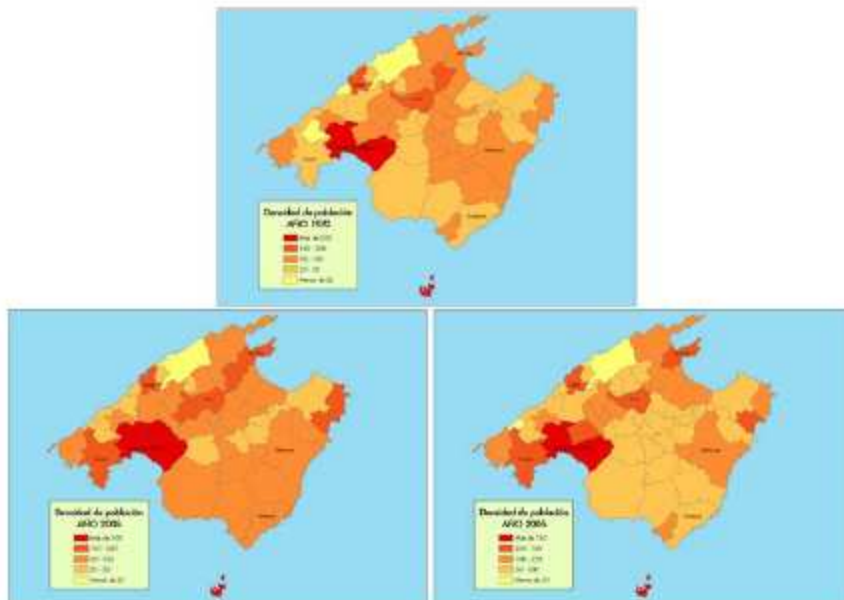
En principio no existe razón alguna que lleve a ampliar el rango de cada clase, ya que con ello no se hace más que aumentar el error en la lectura del mapa. Cuando los intervalos queden claramente definidos y lejos de límites redondos puede ser preferible “compactarlos” a llevar a cabo un aumento del intervalo sin necesidad. Si embargo, puede estar justificado cuando no existan saltos bruscos entre datos o éstos no sean significativos.

Es comprensible que los intervalos se “estiren” en la leyenda, ya que al darles un carácter de continuidad el mapa resulta de más fácil interpretación aunque adolezca del consecuente aumento en el error de su lectura. Una vez más es necesario evaluar su conveniencia.

Comparación de mapas

Un uso importante de estos mapas, como en casi todos los temáticos, es comparar la distribución de un mapa con otro, ya sea en el espacio o en el tiempo.

Para facilitar las comparaciones es importante que el sistema de clasificación y la simbología de los datos sean los mismos para todo el conjunto, aunque no sean los ideales para cada uno de los mapas considerados de forma individual. Se trata de facilitar gráficamente las comparaciones y, por tanto, sus interpretaciones.



Mapas de densidad de población de los municipios de Mallorca en fechas distintas: en la parte superior se indica la densidad en 1970; abajo a la izquierda en 2005 con la misma clasificación y abajo a la derecha con una clasificación creada para este caso de forma individual. El primero ayuda a comprobar el crecimiento de la población y el segundo a conocer la variación de la distribución de la población en la isla.

Mapas de isopletas. Definiciones y ejemplos

Esta técnica es la única que se adapta a la representación de los fenómenos continuos, es decir, aquellos que tienen presencia en todos los puntos del territorio y cuyos valores entre cada par de puntos varían de forma suave y progresiva.

El magnetismo terrestre, la presión atmosférica o la humedad relativa del aire son ejemplos de fenómenos continuos y para todos ellos es apropiado este tipo de representación, pues al ser estos fenómenos semejantes a la altitud sobre el nivel del mar, resulta adecuado utilizar la misma técnica de las curvas de nivel para su representación.

La simbología utilizada es lineal: isolíneas. Las isolíneas (del griego isos, «igual», «equivalente») son las curvas o líneas que pasan en un mapa por puntos con iguales valores para el índice cuantitativo que caracteriza un fenómeno de manifestación continua espacial. El ejemplo clásico de las isolíneas son las curvas de nivel o isohipsas, líneas que unen puntos de igual altura en la superficie terrestre. Otros ejemplos de isolíneas son:

ISÓGONAS
 ISOSISTAS
 ISOCRONAS
 ISOBARAS
 ISOHELIAS
 ISOTERMAS
 ISOHIPSAS
 ISOYETAS
 ISOTACAS
 ISOGAMAS
 ISOBATAS
 ISOCASMAS

Declinación magnética
 Intensidad de un sismo
 Fecha de un acontecimiento
 Presión atmosférica
 Horas de sol
 Temperatura
 Altitudes
 Precipitación
 Velocidad del viento
 Intensidad magnética
 Profundidad oceánica
 Visibilidad de auroras

Los datos deben ser cuantitativos y normalmente en forma absoluta, como la temperatura o la precipitación, aunque también pueden ser datos cuantitativos transformados que relacionen dos variables como, por ejemplo, la concentración de sal por volumen de agua marina o la de monóxido de carbono en el aire.

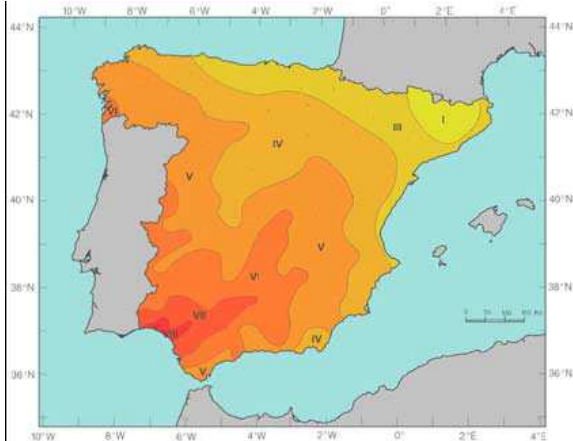
El dato debe existir en todos los puntos del espacio de forma continua pero solo se mide en unos pocos intervalos de clase y las unidades en las que están las medidas.

Si el intervalo es único podría optarse por la solución empleada en los mapas topográficos, donde la sentencia “equidistancia de 20 metros” es suficiente.

En los demás casos deben mostrarse explícitamente los valores de todos los límites y, si además se emplean colores, en la leyenda deben aparecer estos de manera ordenada, indicando entre cada par el valor del límite de clase que corresponda.

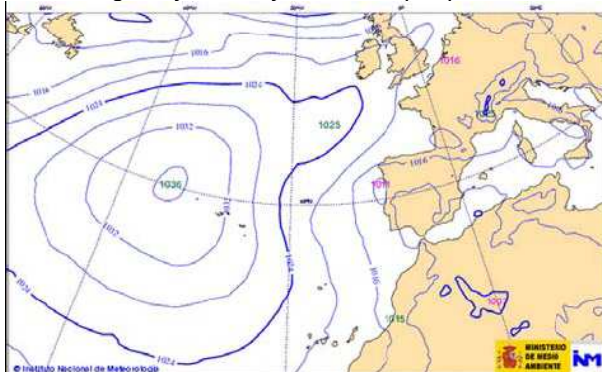
Algunos ejemplos de mapas de isolíneas:

Mapa de Isosistas: las líneas indican puntos de igual intensidad de un sismo. En este caso, indican la intensidad del terremoto de Lisboa del 1 de noviembre de 1755 en España.



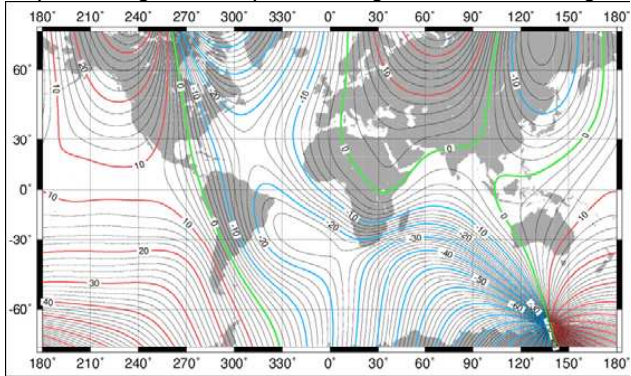
Fuente: Protección Civil, 1999

Mapa de Isobaras: las isolíneas indican puntos de igual presión atmosférica. Son muy útiles a la hora de hacer previsiones meteorológicas y son muy conocidos porque se utilizan en los medios de comunicación.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Mapa de Isógonas: los puntos de igual declinación magnética se unen mediante curvas.



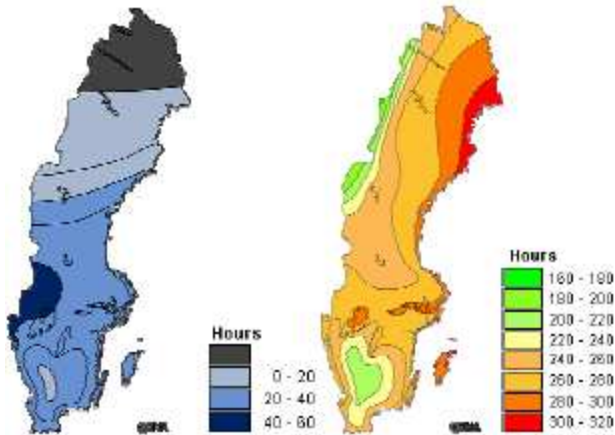
Fuente: NOAA – National Geophysical

Mapa de Isotermas: las líneas están formadas por puntos de igual temperatura. Generalmente expresan temperaturas medias, como en este caso. Este es el tipo de mapa que vas a realizar en la práctica, utilizando datos de la España peninsular.



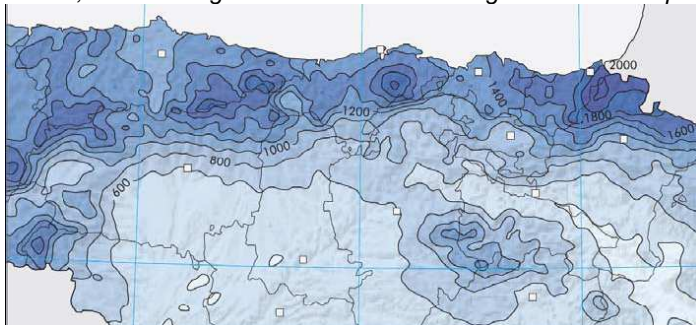
Fuente: Atlas Nacional de España, IGN.2004

Mapa de Isohelias: las isólineas unen puntos con las mismas horas de sol. Son muy utilizados los totales anuales pero estas imágenes se corresponden con las medias de diciembre y junio en Suecia. Es interesante observar las diferencias entre ambos y el hecho de que no haya ninguna hora en la franja norte en diciembre.



Fuente: Atlas de Suecia

Mapa de Isoyetas (fragmento): las líneas indican lugares de igual precipitación. La imagen muestra los índices de precipitación anual en el norte de la península. También se emplean los mapas de precipitación según la estación o los meses, dado lo irregular de las lluvias a lo largo del año en España.



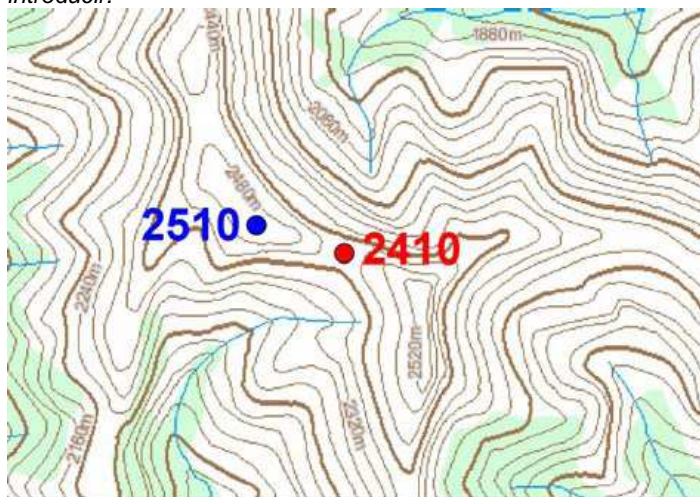
Fuente: Atlas Nacional de España, IGN

Mapa de isólinas fechadas que muestra la fecha media de la caída de la hoja de la vid. Este tipo de datos son muy útiles porque son indicadores del clima; otros ejemplos son la fecha de floración del almendro o la del canto del cuco.



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN

Fragmento de mapa topográfico en el que se muestran curvas de nivel con equidistancia de 40 metros. En este tipo de mapas hay puntos excepcionales, como picos (en la imagen marcado en azul) y collados (en rojo) que es conveniente introducir.



Fuente: Atlas de Canadá, 2007

Los pasos en la construcción de un mapa de isólinas son:

- I) Localización en el mapa de los puntos donde se han realizado las medidas (observaciones)
- II) Construcción del modelo o superficie estadística a. Definir el tipo de interpolación que hay que realizar b. Asignar un valor a cada punto del territorio partiendo de los valores observados
- III) Selección de una equidistancia o intervalo de clase de curvas
- IV) Diseño final del mapa

Selección de colores, líneas y rótulos

Las líneas

Debe elegirse un grosor y color adecuado para las líneas y además debe considerarse la posibilidad de introducir en el mapa rótulos con los valores de las líneas.

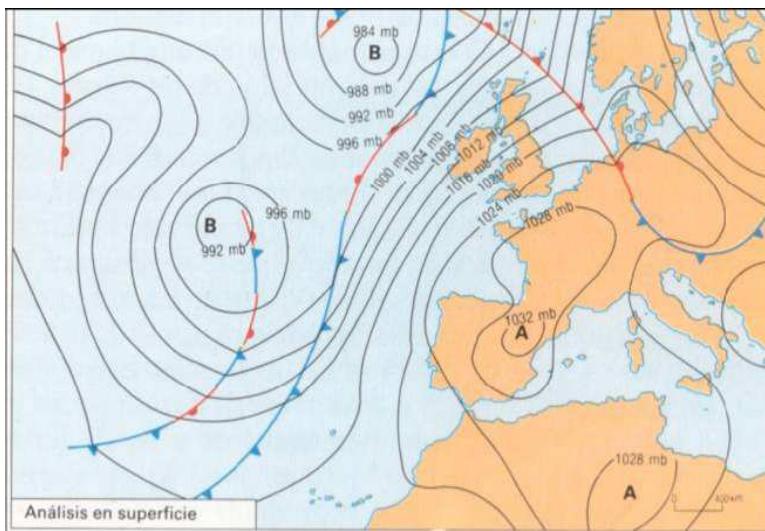
La misión del color en estos mapas es únicamente facilitar su lectura, puesto que la información se halla en los propios símbolos lineales y en la configuración espacial que adoptan.

En el caso de utilizar colores, conviene evocar el tema que se quiere representar (calor-frío por ejemplo). En general puede afirmarse que el principio de «a más cantidad más oscuro» funcionará en la lectura del mapa.

En caso de no colorear los espacios interlineales debe procurarse que las líneas destaquen visualmente sobre el resto de los elementos gráficos, por lo que deben ser de grosor suficiente.

La rotulación

Para concretar la información cuantitativa conviene introducir los valores de las líneas trazadas, aunque evitando saturar la hoja. Se recomiendan tamaños no demasiado grandes, aunque suficientes para una cómoda lectura.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Asimismo es aconsejable evitar aquellas posiciones que obliguen al rótulo a estar bocaabajo.

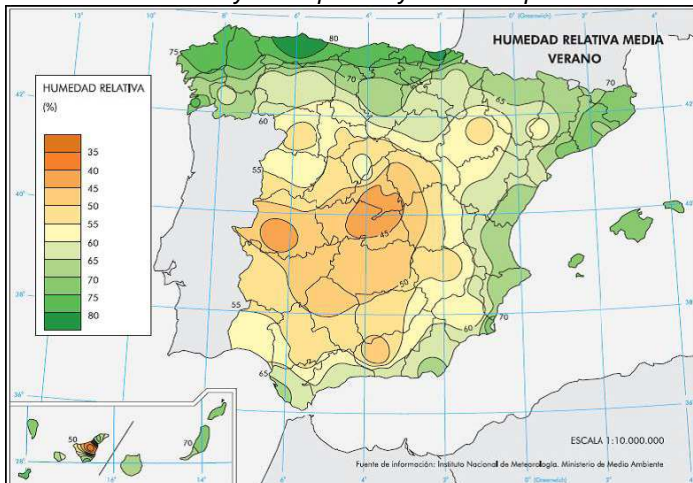
Uso del color

Como ya se ha explicado la utilización de colores en estos mapas pretende únicamente facilitar su lectura y es importante recordar que el dato se representa por elementos lineales (isolíneas) y no por medio del color.

En el caso de la utilización de colores se opta por gamas de valor creciente con el dato (a más cantidad, más oscuro) que refuercen gráficamente las características particulares de la distribución. Estas gamas pueden ser de un tono único (rojo) o de más de uno (amarillo-verde-marrón), para ampliar así el número de intervalos coloreados.

También cabe destacar la utilización de gamas divergentes (creciente y decreciente) con el fin de mostrar diferencias cualitativas en la distribución (temperaturas cálidas y frías) o neutralizar visualmente algún valor intermedio y mostrar así las desviaciones respecto a la media de la serie de datos.

Un ejemplo de utilización de gama divergente: en este mapa de humedad relativa media se emplean tonos verdes para las zonas más húmedas y tonos pardos y marrones para las más secas.

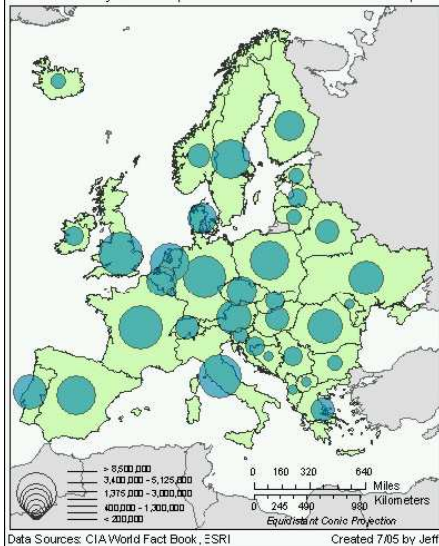


Atlas Nacional de España, IGN

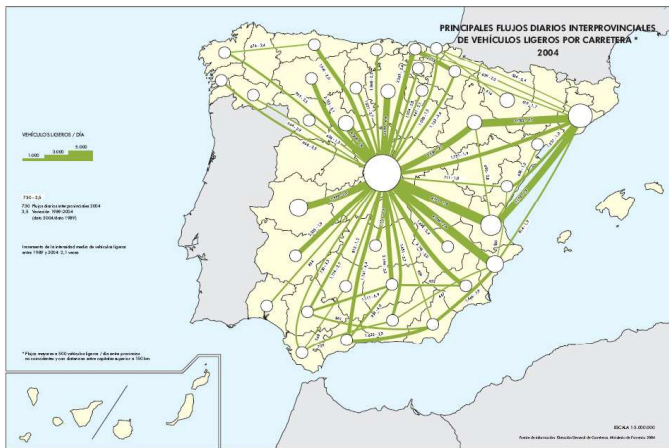
Mapas punteados y de símbolos proporcionales:

Los mapas de símbolos proporcionales son muy utilizados en cartografía temática cuantitativa, pues son fáciles de elaborar e interpretar ya que la asociación de cantidades a tamaños resulta universalmente intuitiva. Esta técnica emplea precisamente este principio; se representan cantidades utilizando una forma fija cuyo tamaño varía en proporción al dato a representar.

Ejemplo de mapa de símbolos proporcionales. Fuente: CIA World Fact Book, ESRI, 2005.
 Graduated Symbol Map of Internet Users in 2004 Europe



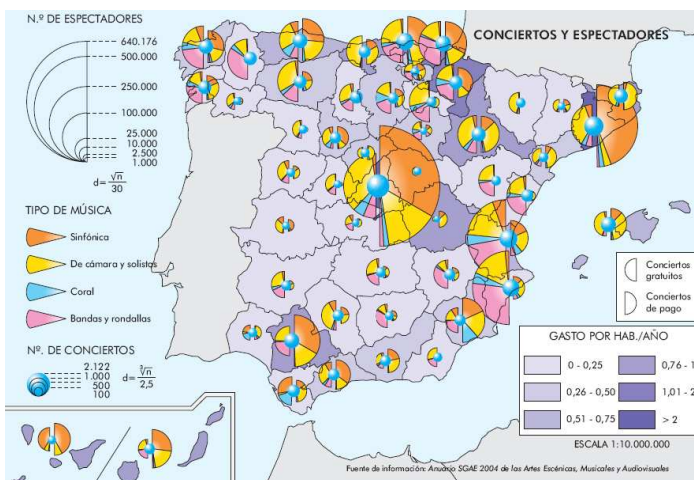
En este primer mapa se representa el número de usuarios de Internet en Europa en 2004. Los símbolos se utilizan para representar cantidades que normalmente se asocian a superficies (países) como en este caso, o a puntos (ciudades).



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN

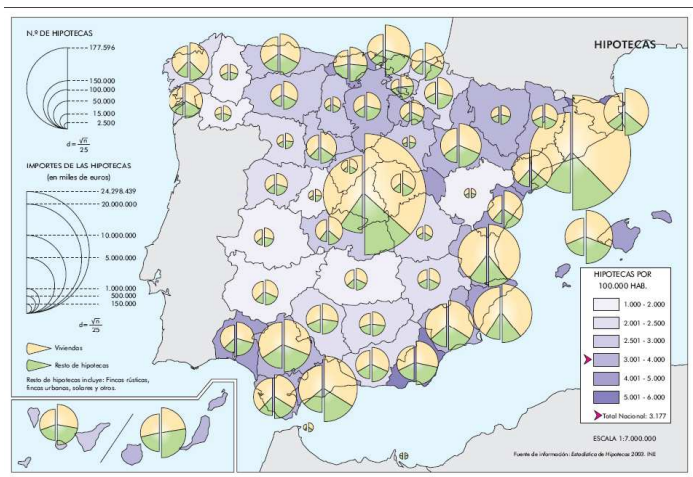
Ocasionalmente los símbolos proporcionales cuantifican elementos lineales, aunque para ese fin es mejor emplear mapas de flujo. En este ejemplo se combinan ambas representaciones.

Históricamente los símbolos proporcionales se han utilizado para representar datos socioeconómicos, pero en la práctica éste es un método válido para representar cualquier dato cuantitativo en formas diversas, incluyendo valores totales, proporciones y razones, excepto densidades, para las que es mejor utilizar simbología superficial (coropletas).



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN

Combinación de tres símbolos proporcionales; el semicírculo izquierdo expresa el número de espectadores que asisten a conciertos gratuitos, el derecho los asistentes a los de pago, y un tercer símbolo volumétrico representa el número de conciertos en cada provincia

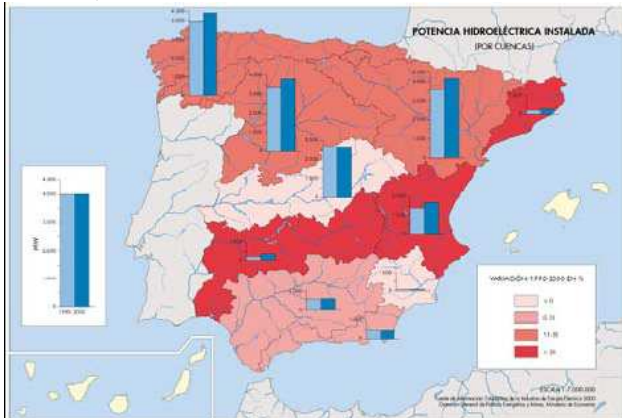


Fuente: Atlas Nacional de España, IGN

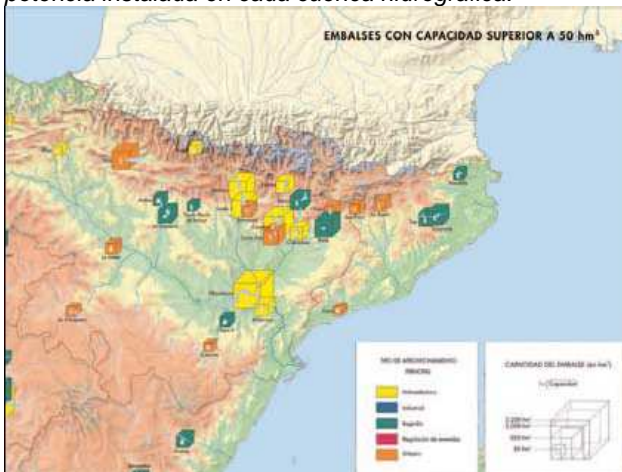
Combinación de dos símbolos proporcionales, para el número de hipotecas por provincia y el importe de las mismas. Además los sectores indican si son destinadas a la adquisición de viviendas u otros inmuebles.

Forma del símbolo

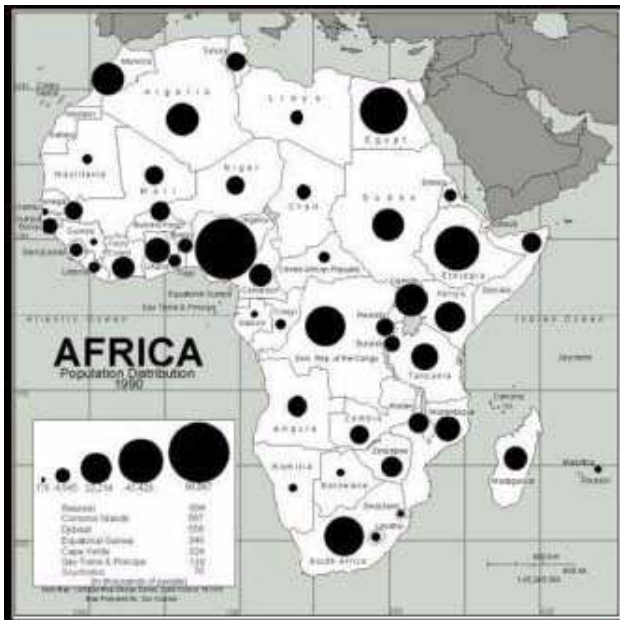
En estos mapas la forma del símbolo es invariable. La clásica es la circular, posiblemente por ser compacta y fácil de construir manualmente. Además el cálculo del tamaño se simplifica al emplear figuras geométricas, pues resulta más fácil realizar cálculos para círculos y cuadrados que para figuras más irregulares. No obstante, las necesidades de diseño pueden aconsejar utilizar otras formas, como las volumétricas o las lineales como las barras.



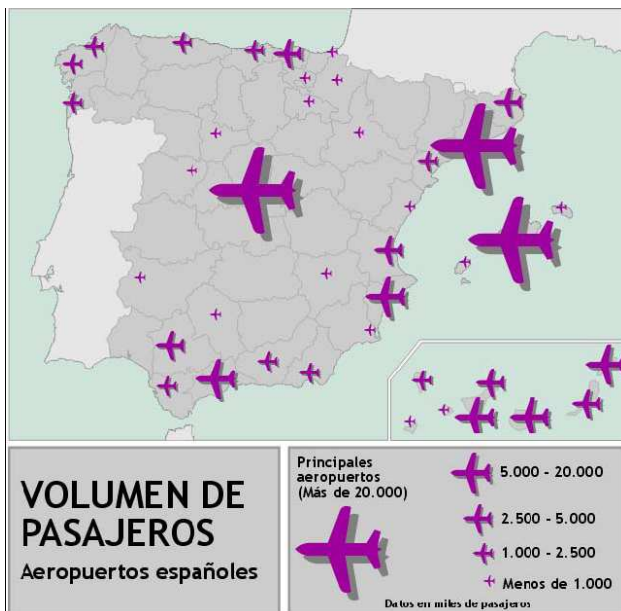
Fuente: Atlas Nacional de España, IGN. Utilización de barras como símbolo proporcional; su longitud es proporcional a la potencia instalada en cada cuenca hidrográfica.



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN. Utilización de volúmenes; el volumen encerrado en cada cubo es proporcional a la capacidad del embalse.



Utilización de círculos como símbolo proporcional; su área es proporcional a la población de cada país africano.



Utilización de una forma pictórica como símbolos de proporcionalidad aproximada.

También pueden verse mapas de símbolos proporcionales en los que la forma básica utilizada es de tipo pictórico intentando evocar el tema del mapa. En este sentido es conveniente ser prudente, porque además de complicarse el cálculo de la proporcionalidad, el aspecto del mapa puede resultar poco conveniente según el contexto.

Escala de medida de los datos

Según la información que se posea acerca de una variable se definen tres niveles o escalas de medida de los datos que en orden de precisión creciente son la escala de medida nominal, la ordinal y la cuantitativa. Para elaborar cartografía temática cuantitativa se requiere disponer de datos en esta última escala de medida.

Ocasionalmente también podrá disponerse de datos en escalas de medida ordenadas. Se dice que la escala de medida es cuantitativa cuando entre los datos se establece una jerarquía que es posible definir cuantitativamente. Es el caso de tener una serie de poblaciones ordenadas por su número de habitantes o un conjunto de países por su producto interior bruto.

Cuando entre los datos es posible establecer algún orden objetivo pero no pueden expresarse las diferencias mediante cantidades por ser desconocidas, entonces se dice que los datos están en una escala de medida ordenada.

La variable visual Tamaño

Todos los datos cuantitativos precisan para su representación símbolos que lleven al lector a establecer de manera espontánea un orden entre los elementos representados.

Pero además debe ser posible deducir sin muchas consultas de la leyenda, cuál es la proporción existente entre los distintos datos así como extraer conclusiones del tipo: *'esta ciudad parece más poblada que esta otra, y se diría que lo es en cuatro veces'*.

Esta respuesta perceptiva la provoca una única variable visual; **el tamaño**.

Siempre que se desee mostrar cantidades se debe pensar como primera opción en esta variable visual, especialmente si los datos vienen en forma absoluta. Al utilizar el tamaño como vehículo de información es posible mostrar todos y cada uno de los datos en el mapa, ya que a cada dato le corresponde su propio tamaño. Si son cincuenta las unidades administrativas, cada una con su dato específico, no hay problema para que en el mapa aparezcan cincuenta símbolos de diferentes tamaños para su representación.

4. Escalado de los símbolos

Existen tres modelos de escalado según la forma básica elegida.

- En los **símbolos lineales**, tomando el ejemplo básico de una barra, su altura se dibuja proporcional al dato a representar.
- En los **símbolos superficiales**, la superficie debe dibujarse proporcional al dato a representar. Los ejemplos clásicos son el círculo y el cuadrado.
- En los **volumétricos**, el volumen encerrado en el símbolo debe ser proporcional al dato.

A continuación se expone cómo resultarían los mapas con estos tres tipos de escalados en un ejemplo en que se cartografiarían tres ciudades españolas en un mapa según su población.

Datos:

Melilla 66.411

La Coruña 1.096.027

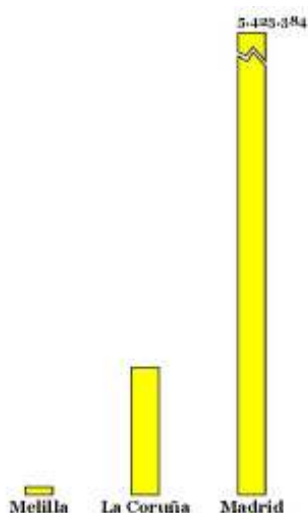
Madrid 5.423.384

Resultado según escalado en símbolos lineales

Suponiendo que se desea representar la población por medio de barras, éstas se escalan linealmente. Así, cuando un dato sea el doble que otro, las barras que los representen deberán ser también una el doble de alto que la otra.

De esta manera, para escalar la barra basta con determinar **un factor de escala** que reduzca los datos a alturas de barra adecuadas al espacio disponible en el mapa (ver las grandes diferencias entre los tres datos). La barra mínima debe ser visualmente aceptable y la barra máxima o más larga no debe ocupar un espacio excesivo.

Asignando a Melilla una longitud de 5 mm, Madrid tendría casi 41 centímetros lo que puede ser excesivo (ver que se debe cortar la barra); si a Madrid se le impone una barra de 8 cm, Melilla se queda casi invisible, con menos de 1 mm. Por ello se debe siempre ver si este tipo de representación es la más aceptable para el producto.



Resultado del escalado en símbolos superficiales

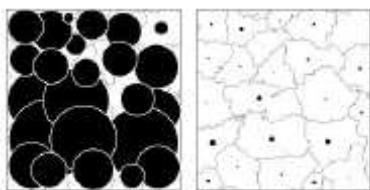
En el caso de los símbolos superficiales, el escalado es relativo a la superficie. Es decir, el valor será proporcional a la superficie del círculo, cuadrado, etc.

Los círculos resultantes de dibujar como radio un valor proporcional a la raíz cuadrada del número de habitantes se verían así:



En estos mapas es muy importante elegir cuidadosamente el factor de escala para los símbolos, porque su elección, que conlleva cierta subjetividad, repercute directamente en el aspecto final del mapa. En todo caso hay que determinarlo según sean el círculo mayor y el menor, y comprobar cómo resulta la representación de los valores intermedios.

En este ejemplo la proporcionalidad para los círculos se mantiene y sólo varía el factor de escala. En un mapa los solapes son excesivos, tanto que el 'mapa' desaparece, y en el de la izquierda lo diminuto de los tamaños dificulta la legibilidad de la representación.



Recuerda que en cartografía temática es habitual mostrar datos relacionados entre sí, en un mismo mapa o en varios. Piensa siempre como primera opción en utilizar un factor de escala único para los símbolos. Aunque no siempre será posible llevarlo a la práctica, conviene realizar pruebas ya que aporta un valor añadido al trabajo que se realice.

Para ello es necesario contemplar de forma conjunta el escalado de los símbolos y utilizar un factor de escala (K) único las dos series de datos (instalaciones públicas y privadas). O lo que es lo mismo, una única leyenda de tamaños. De esta manera se permite la lectura individual de cada variable, así como una lectura conjunta y comparada de las dos. Para ello se toma el valor mínimo y el máximo considerando conjuntamente las dos series.

Lo mismo puede decirse si se trata de mapas diferentes que muestren datos que pueda resultar interesante comparar; siempre debe pensarse en facilitar esta lectura comparada empleando un factor de escala único, es decir, una sola leyenda para los tamaños.

Con una sola leyenda en cada mapa la lectura completa será más fácil.

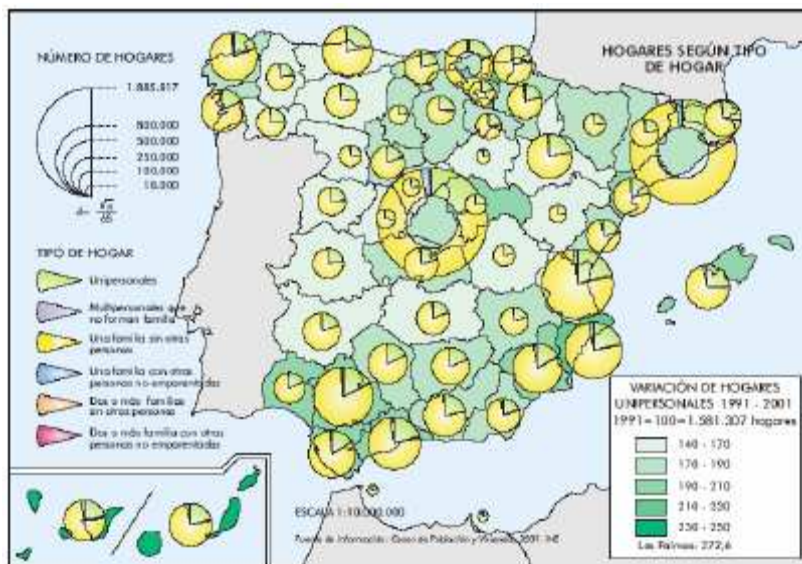


En este caso es posible observar fácilmente la relación de hombres y mujeres en activo además de ver sus distribuciones por separado en una sola leyenda, lo cual facilitará la observación.

Consejo

En aquellos casos en los que el escalado superficial sea adecuado para la mayoría de los datos, pero el tamaño para alguno de ellos se 'dispare' puede procederse de forma similar a la comentada con las barras.

Si el problema proviene de un valor mínimo debe plantearse su importancia, quizá pueda suprimirse de la representación o indicarse mediante algún otro grafismo o rótulo. Si el problema está en un máximo pueden realizarse operaciones gráficas del tipo: emplear círculos transparentes, perforar los círculos más grandes (de manera que queden tipo anillo) o llevar fuera del mapa la zona de los máximos, mediante la extracción del campo del mapa de la zona conflictiva.



Fuente: Atlas Nacional de España, IGN. Ejemplo de círculos proporcionales perforados para resolver solapes en los de mayor tamaño.

Escalado en símbolos volumétricos

Cuando el rango o la amplitud de los datos sea muy grande y no sea posible escalar los gráficos ni lineal ni superficialmente, pueden utilizarse símbolos volumétricos. La utilización de las esferas o cubos consideran radios y lados proporcionales a la raíz cúbica del valor, lo que reduce notablemente el rango original de datos a representar.

Las esferas resultantes de dibujar como radio un valor proporcional a la raíz cúbica del número de habitantes, se verían así:



Fortalezas y debilidades de los tres símbolos:

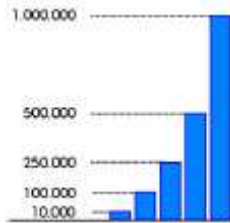
Observa el siguiente cuadro y analízalo a la luz de los ejemplos que se encuentran debajo.

	Ventajas	Inconvenientes
Símbolos lineales (BARRAS)	Las barras se interpretan fácilmente como símbolo porque la comparación visual de las longitudes es buena, siendo lineal la relación entre las longitudes dibujadas y percibidas.	Su utilización requiere mucho espacio vertical, lo que puede crear dificultades. Esto las limita a rangos de datos pequeños.
	Son ideales cuando las diferencias entre los datos a representar son pequeñas y resulta posible emplearlas según un escalado lineal acorde con los valores reales.	
Símbolos superficiales	Producen una buena impresión visual, y se adaptan a rangos de datos mayores.	Existe una tendencia a subestimar los tamaños, más cuanto mayor es el círculo, en la lectura del mapa. Es posible aplicar factores de corrección y obtener un <i>escalado aparente</i> , como el propuesto por Flannery, para compensarlos.
	Son adecuados si el rango de datos no es excesivamente grande ni excesivamente pequeño.	
Símbolos volumétricos	Permiten trabajar con una gama de valores (rango) muy amplia.	Su percepción plantea problemas y la subestimación de tamaños se agudiza.
	Se pueden obtener buenos resultados si se emplean intervalos definidos. Es posible combinar símbolos volumétricos con símbolos superficiales y mapas de puntos.	

Ejemplo con Símbolos lineales:

Una ventaja importante de las barras es que se interpretan correctamente como símbolo, ya que la comparación visual de las longitudes es buena, siendo lineal la relación existente entre el estímulo gráfico (o longitud medida) y la longitud percibida por el lector. De este modo una barra de doble longitud que otra, se percibe exactamente como el doble.

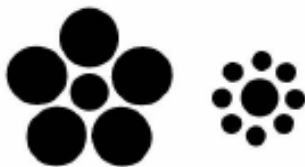
En la siguiente imagen la comparación visual de las barras es buena, por lo que son ideales si las diferencias entre los datos permiten emplearlas, aunque a menudo su utilización requiere un espacio vertical excesivo.



Ejemplo con Símbolos superficiales:

En el escalado matemático de los círculos, existe una tendencia general a subestimar los tamaños, es decir, un círculo no se percibe como el doble de otro cuando lo es geoméricamente. Esta subestimación crece con el tamaño de los círculos, y se tendrá que compensar aumentando sistemáticamente el área de los círculos atendiendo a factores de percepción.

Observa las siguientes figuras: Un círculo rodeado de otros más pequeños se percibe aproximadamente como un 13% mayor que cuando lo vemos entre círculos más grandes.

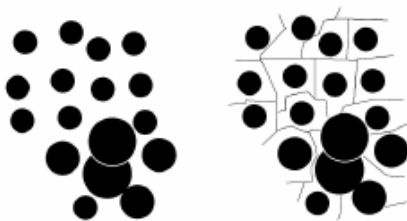


Ahora observa las siguientes:

Un círculo rodeado de otros iguales se percibe como mayor o menor, pero no igual.



Además de la subestimación de los tamaños, la percepción de los mismos plantea otro tipo de problema. Los círculos adyacentes modifican la percepción de los círculos cuyos tamaños se desea estimar. Este efecto puede reducirse con la introducción de fronteras.



Ejemplo con Símbolos volumétricos:

La percepción de volúmenes es complicada; estimar adecuadamente el valor de cada elemento individual es difícil, como también lo es percibir las diferencias relativas entre ellos. La subestimación que ocurre con las áreas se agudiza en los volúmenes, pues se tiende a comparar los datos con la superficie ocupada por la esfera sobre el papel, en vez de con el volumen en él encerrado.

Cuando, debido a los datos, no sea posible realizar la representación por otro medio diferente al uso de volúmenes, conviene realizar múltiples pruebas y prestar especial atención al escalado, pensando también en la posibilidad de adoptarlo para intervalos definidos.

Si a pesar de todo la solución no es satisfactoria, puede pensarse en otras opciones: quizá pueda mantenerse el escalado superficial eliminando datos de la representación, utilizar círculos transparentes o perforar los círculos mayores. En otros casos también puede pensarse en combinar los símbolos con otro sistema de cartografiado.

En síntesis:

Barras: son ideales si las diferencias entre los datos son pequeñas y puede realizarse un escalado lineal acorde con los valores observados. Su lectura no presenta problemas.

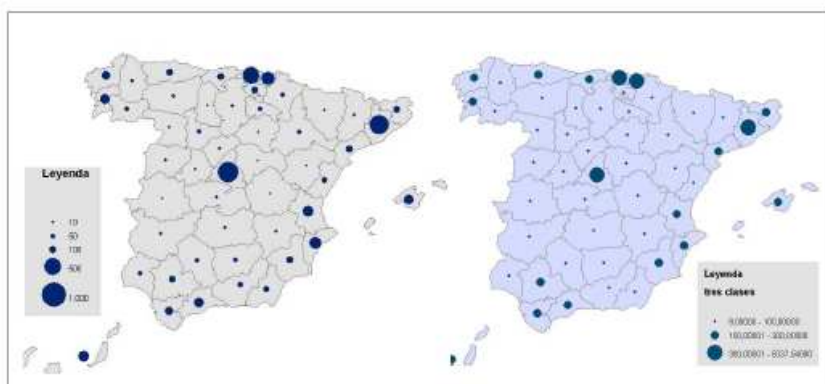
Superficies: Para el rangos más amplios. Presentan ciertas dificultades de lectura que pueden resolverse con un escalado aparente o realizando intervalos de clase.

Volúmenes: Permiten representar rangos de datos muy amplios pero presentan grandes dificultades de lectura. Pueden emplearse para intervalos definidos y combinarse con otras simbologías.

Símbolos proporcionales clasificados en intervalos

Una ventaja de emplear símbolos proporcionales en la representación de cantidades es que con ellos es posible reflejar en el mapa cada valor individual observado, sin realizar generalizaciones que oculten las diferencias pequeñas entre los datos.

Entonces, la lectura de los símbolos requiere poder estimar un valor para cada uno de ellos, para lo cual el usuario del mapa acude a la leyenda y realiza una interpolación visual entre los símbolos allí descifrados.



El mapa de la izquierda permite ver las pequeñas diferencias además de los grandes contrastes. El de la derecha ha clasificado los datos en tres clases y sólo permite mostrar esto último. Es importante observar que la leyenda del primer mapa muestra unos símbolos de referencia correspondientes a una serie de valores redondos entre los cuales el lector del mapa interpolará visualmente para estimar un valor concreto. En el segundo caso, en la leyenda aparecen todos los tamaños utilizados en la confección del mapa.

Si se desea simplificar la representación puede clasificarse el conjunto original de datos en unos pocos intervalos de clase y calcular el tamaño proporcional a cada una de las clases según la media o mediana correspondiente.

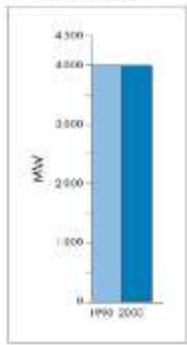
Con ello se subrayan las diferencias entre los símbolos y se modera el problema de la subestimación de tamaños. Además la conexión entre el mapa y la leyenda es inmediata, pues todos y cada uno de los símbolos mostrados en él son descifrados en su leyenda, con lo que el usuario no precisa estimar valor alguno.

Es decir, que con la utilización de intervalos en símbolos proporcionales implica que la verdadera magnitud de un dato se pierde, y simplemente se obtiene una información más generalizada. De nuevo, como en tantas ocasiones en Cartografía, hay que sopesar qué interesa más: si facilitar la lectura del mapa aplicando esta técnica o mostrar todas las diferencias con un mapa más rico aunque plantee más problemas en su lectura.

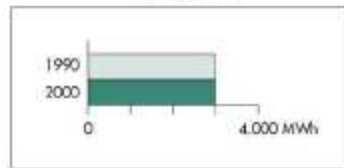
Leyendas

La leyenda es un elemento clave de todo mapa. En estas representaciones en ella debe quedar claramente reflejado si se han realizado o no intervalos de clase. Si los datos se han clasificado, en la leyenda aparecerán todos los símbolos con indicación de los límites mínimo y máximo. Si no hay clasificación, aparecerá un número suficiente de muestras de tamaños, correspondientes siempre a valores redondos. Mediante ellas el lector debe ser capaz de estimar los valores de cualquier otro círculo representado en el mapa.

POTENCIA HIDROELECTRICA INSTALADA
(POR CIUDADES)



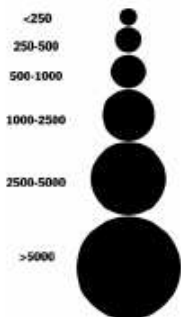
PRODUCCION BRUTA HIDROELECTRICA
(POR CIUDADES)



Ejemplos del caso más sencillo de leyenda, el que emplea barras. Ambos representan un dato en dos años diferentes por supuesto sobre una misma escala de datos (mismo factor K). Como se aprecia en las figuras las barras pueden estar verticales u horizontales.



Las leyendas de símbolos superficiales pueden ser alineadas o anidadas, normalmente tienden a anidarse por problemas de espacio. Deben contener un número representativo de círculos y abarcar los valores extremos. Es necesario redondear los valores que vayan a mostrarse ya que es más difícil interpolar entre los valores 856 y 1457 que entre 1000 y 1500.

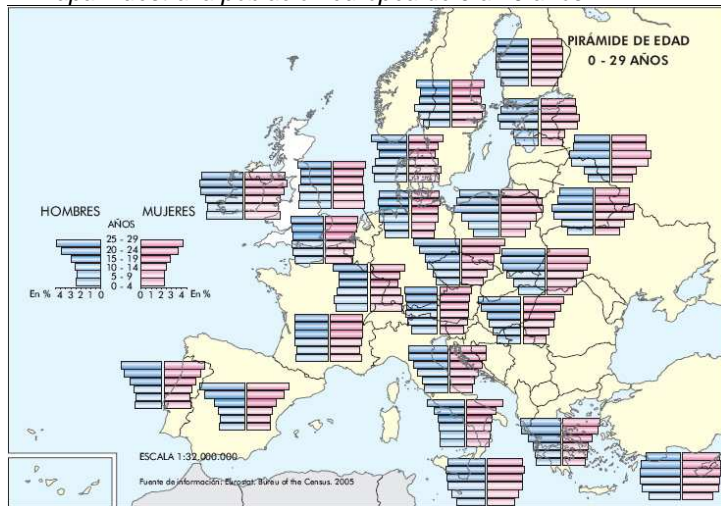


Si se han clasificado los datos en intervalos de clase, y sólo se utiliza un número limitado de tamaños, en la leyenda se mostrarán todos ellos con sus intervalos indicados, incluyendo límites superior e inferior para cada uno.

Mapas con diagramas independientes (Cartodiagramas):

Muchos mapas muestran información cuantitativa múltiple asociada a puntos, líneas o superficies mediante los gráficos y diagramas que acostumbramos a ver en libros e informes. Este tipo de mapas se denominan cartodiagramas y su realización consiste simplemente en trazar los gráficos correspondientes y situarlos allá donde suceden los datos así descritos.

El mapa muestra la población europea de 0 a 29 años.

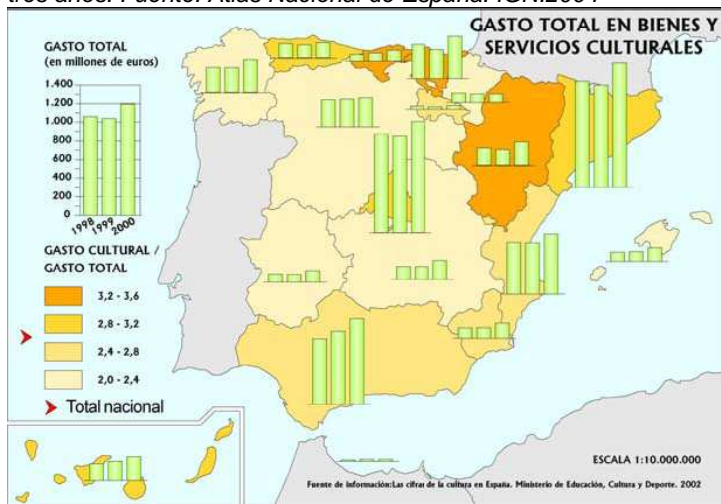


Fuente: Atlas Nacional de España. IGN.2005

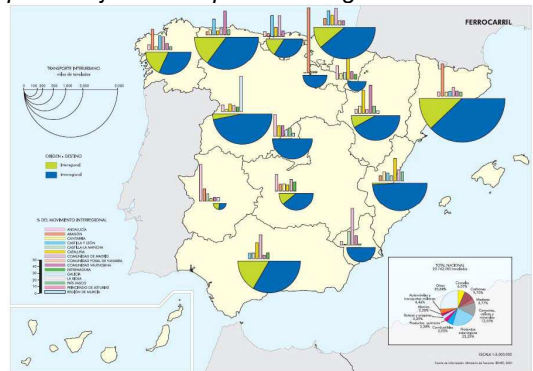
La obtención de los gráficos no supone ningún problema ya que se puede utilizar cualquier aplicación informática que los dibuje. La mayor dificultad en el diseño de estos mapas viene en la integración de los gráficos en el espacio disponible, pues el tamaño de los diagramas normalmente no es pequeño y requieren mucho espacio para poder mostrar los datos con claridad.

En los cartodiagramas no se descarta ningún tipo de gráfico. Pueden ser rectangulares (de barras o línea), diagramas de sectores (que a menudo se combinan con el principio de los símbolos proporcionales), circulares, etc.

En este cartodiagrama el tipo de gráfico utilizado es de barras, y representa el gasto en bienes culturales y su evolución en tres años. Fuente: Atlas Nacional de España. IGN.2004



Combinación de símbolos proporcionales y barras. El primero indica el volumen de transporte en ferrocarril y las barras el porcentaje de transporte interregional.



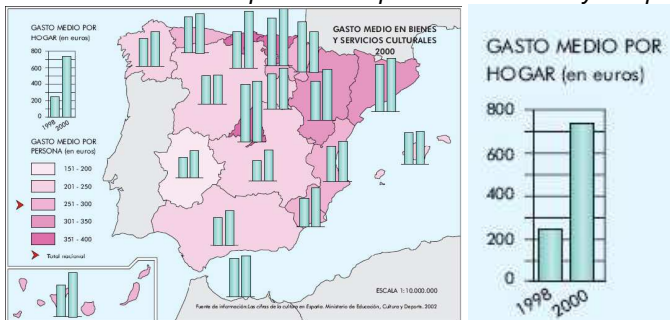
Fuente: Atlas Nacional de España. IGN.2004

Sean de un tipo u otro, una condición importante que deben cumplir los gráficos que aparecen conjuntamente en un mapa, es que siempre deben responder a una leyenda única, no sólo en cuanto al significado de los colores utilizados, sino también en los factores de escala utilizados.

En el caso de gráficos rectangulares (barras y líneas) el eje Y debe tener el mismo escalado y considerar el mismo máximo para todas los gráficos, aunque no fuera necesario para todos los

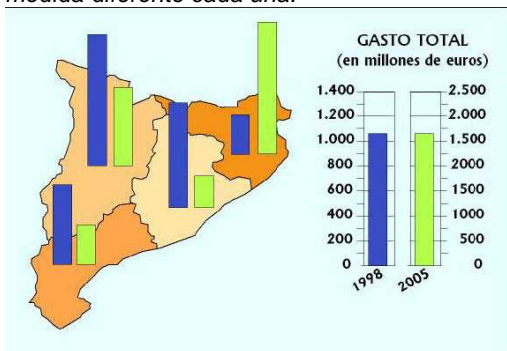
casos. No cumplir esta norma supone poner fuertes trabas a las comparaciones entre los gráficos en la lectura y por lo tanto al proceso de comunicación cartográfica.

Se observa que aunque haya dos barras para representar el gasto en dos años diferentes, la escala de ambos es la misma, de lo contrario sería imposible interpretar la evolución y compararlos. (Ver leyenda se muestra ampliada.)

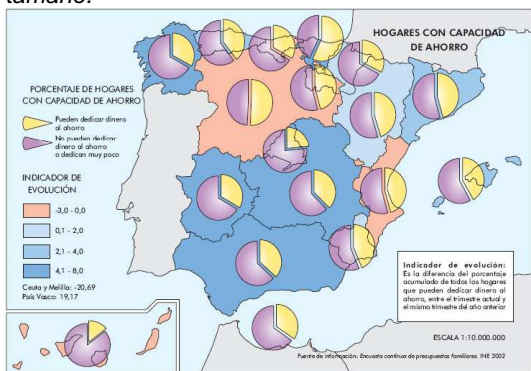


Fuente: Atlas Nacional de España. IGN.2004

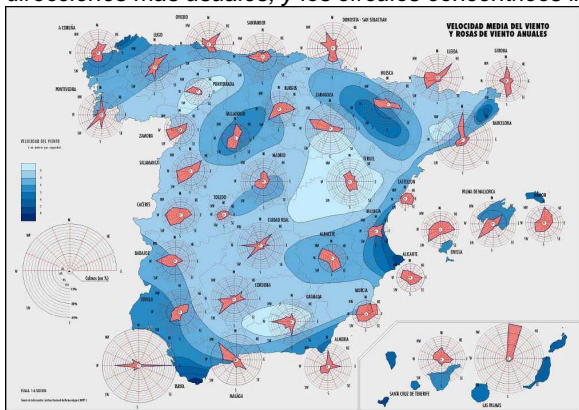
Las dos barras representan el gasto total. La comparación del gasto entre los dos años es difícil al poseer una escala de medida diferente cada una.



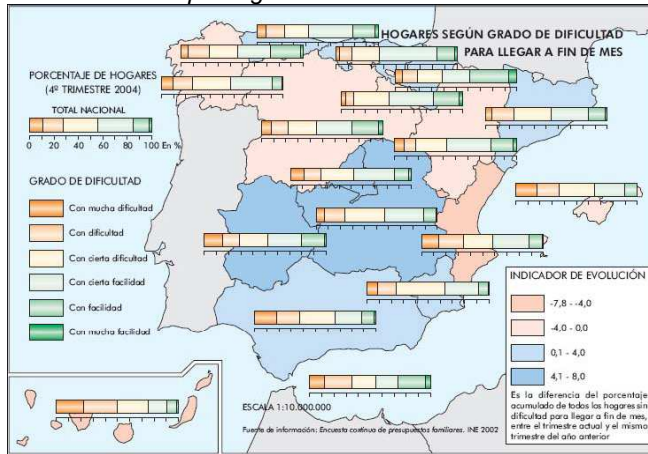
En este mapa de sectores es posible apreciar qué porcentaje de hogares tienen o no capacidad de ahorro en cada comunidad autónoma, pero no es posible dimensionar o cuantificar dicho porcentaje al ser todos los diagramas del mismo tamaño.



Los gráficos circulares también se utilizan para describir variables direccionales como sucede con las rosas de los vientos. Las barras o puntas de estrella se corresponden con la intensidad de la fuerza de los vientos en cada una de las direcciones más usuales, y los círculos concéntricos indican las velocidades.



Se analiza la dificultad de los hogares de cada comunidad autónoma de llegar a fin de mes, cada barra está dividida en 100 partes iguales, así es posible representar el porcentaje de hogares y con una gama de colores divergente el grado de dificultad con el que llegan a fin de mes.



Anamorfosis geográficas:

Joly define a las anamorfosis geográficas como aquellas que, aún conservando la continuidad del espacio, se deforman voluntariamente las superficies reales para hacerlas proporcionales a la variable considerada.”

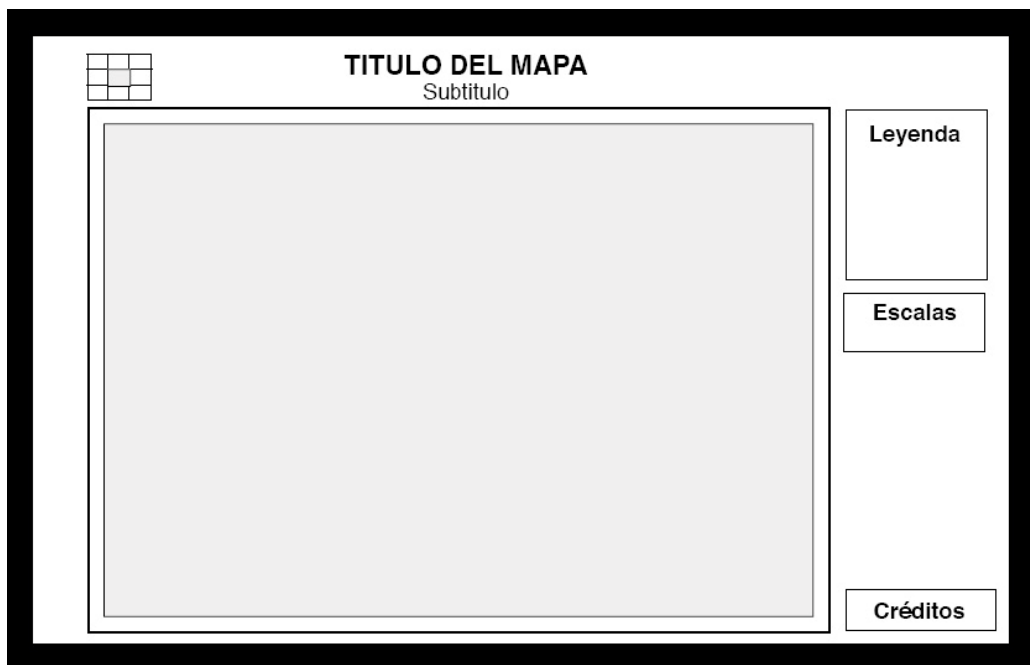
Aquí una imagen:



Fuente: Atlas Nacional de España. IGN.2004

Leyendas. Elementos marginales

Ya en las páginas anteriores, al finalizar cada tipo de mapa se han podido leer algunas recomendaciones sobre leyenda y demás componentes del producto cartográfico. Aquí volvemos sobre ellas, dado que en la publicación de un mapa sea temático o de propósito general, siempre esta serie de elementos debe ser precisa; y recordar que sin los cuales el mapa carece de significado completo.



Los elementos que como mínimo hay que incluir en un mapa son los siguientes: el título del mapa, las leyendas que lo descifren, la escala a la cual se ha reducido y la fecha a la que pertenecen los datos. Además es importante incluir el autor del mapa y las fuentes de información.

Los elementos que se encuentran en los márgenes de la hoja del mapa, se conocen con el nombre de elementos marginales. Estos varían dependiendo del tipo de mapa, pero una lista más o menos completa puede ser la siguiente.

- Título
- Subtítulo
- N° de hoja (en el caso de series cartográficas)
- Leyenda de signos convencionales
- Valores de la retícula
- Año de edición
- Año de publicación
- Organismo productor (o empresa)
- Escala numérica
- Escala gráfica
- Proyección cartográfica
- Elipsoide de referencia
- Equidistancia de curvas
- Norte, convergencia de meridianos
- Fuentes de Información
- Diagrama de localización
- Mapa de situación a escala menor
- Esquema de hojas adyacentes
- Abreviaturas utilizadas
- Glosarios de términos en otras lenguas

Esta lista de informaciones auxiliares típicas puede crecer o menguar según las necesidades. El problema es que todas estas informaciones ocupan un espacio físico en la hoja del mapa, con lo que es necesario decidir una distribución para los mismos que resulte equilibrada y visualmente agradable.

Al pensar en una distribución a menudo aparecen diferentes soluciones y es difícil aceptar unánimemente una de ellas como la mejor de las posibles, ya que depende del concepto estético de cada uno y en concreto de la opinión del autor del mapa.

Sin embargo es indiscutible que algunas de las soluciones producirán una mejor sensación de conjunto que otras, y que no es válida cualquier solución. Al presentar un mapa es necesario buscar una armonía compositiva y alcanzar el equilibrio entre todos los elementos que componen la hoja del mapa, cada uno con su propio peso visual en la imagen final. Este proceso de búsqueda del equilibrio compositivo en base a una adecuada distribución de los pesos visuales se denomina proceso de composición cartográfica.