

Unidad 5. Mapas de coropletas

En esta unidad diseñarás de nuevo un mapa relacionado con la población, pero en este caso la naturaleza de los datos (ahora son densidades) conduce a una nueva forma de representación: la técnica de coropletas.

Aprenderás a elegir los datos adecuados, analizarlos, clasificarlos, así como a seleccionar una simbología apropiada para su representación y diseñar la leyenda del mapa.

Índice

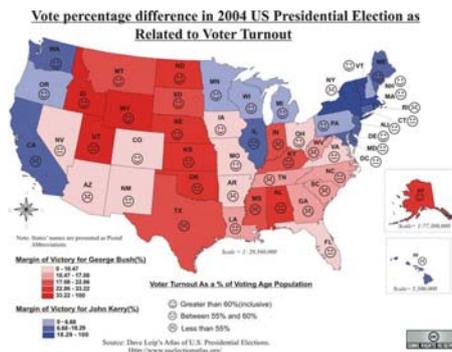
1. Mapas de coropletas. Definiciones y ejemplos	2
2. Los datos.....	2
2.1. Datos correspondientes a distribuciones discretas.....	2
2.2. Datos en escalas de medida cuantitativas	4
2.3. Datos cuantitativos relativos.....	4
3. Simbolización: el valor (vv, variable visual).....	6
4. Percepción del valor	9
5. Los corogramas	12
6. Clasificación de los datos	13
6.1. Clasificación de los datos: número de clases.....	14
6.2. Clasificación de los datos: límites de clase	15
a) Intervalos iguales.....	15
b) Cuantiles.....	15
c) Intervalos naturales.....	16
d) Intervalos basados en la media y la desviación típica.....	16
e) Progresión aritmética.....	17
f) Progresión geométrica	17
7. Diseño de la leyenda.....	19
8. Información del mapa base.....	20
9. Comparación de mapas.....	21
Listado de figuras.....	22

1. Mapas de coropletas. Definiciones y ejemplos

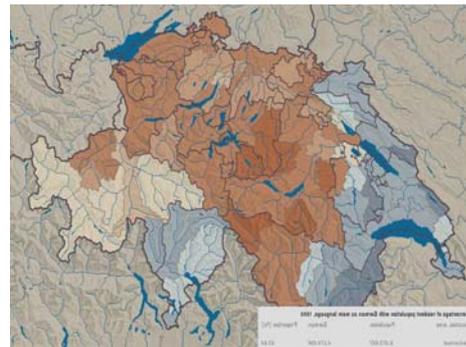
La técnica de coropletas se utiliza para representar datos cuantitativos asociados a áreas (normalmente administrativas) utilizando tramas o colores de relleno diferentes. Estos colores se eligen siguiendo el criterio de “cuanta más cantidad, más oscuro”.

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.

Figuras 1 y 2. 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

2. Los datos

2.1. 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.

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.

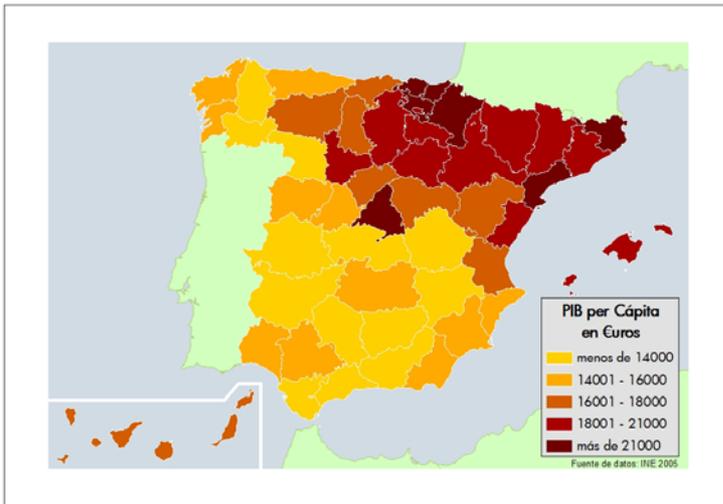
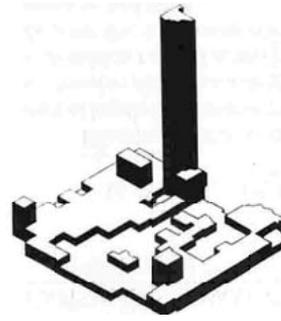
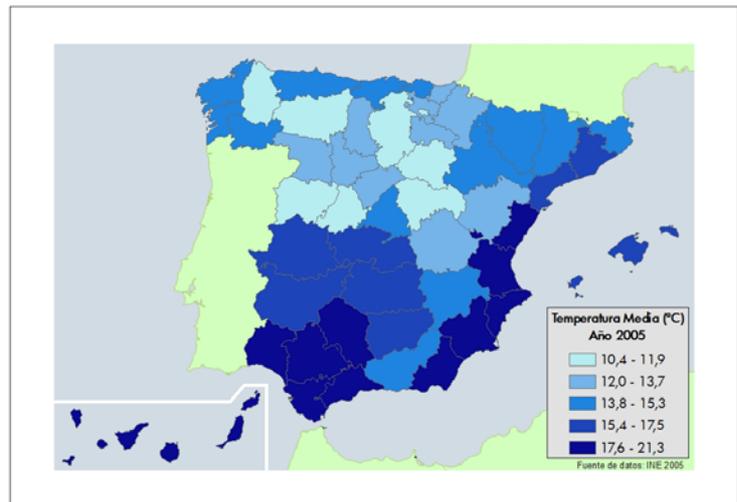


Figura 4. Este mapa de coropletas representa el producto interior bruto (PIB) per cápita por provincias. El fenómeno representado es de naturaleza discreta y por tanto apto para su representación por medio de un mapa de este tipo.

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.



2.2. 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.

2.3. 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.

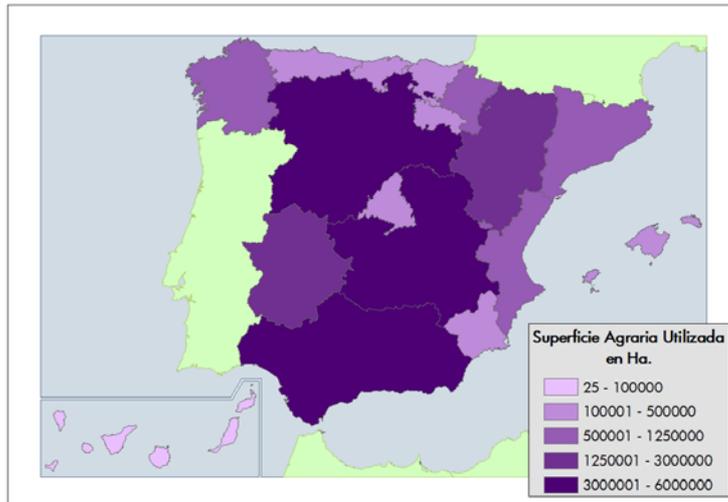
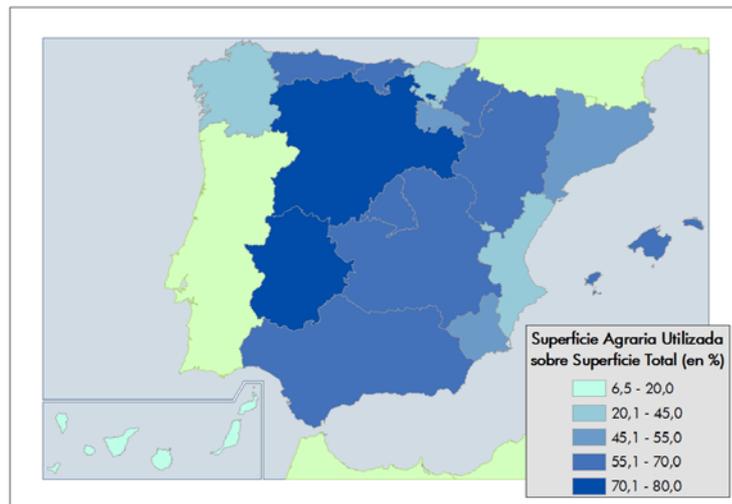


Figura 6. Aquí se representa un dato en forma absoluta, sin transformar: la superficie agrícola utilizada en cada comunidad autónoma. Observa cómo las más grandes emplean, lógicamente, más hectáreas.

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.

3. 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.



Figura 8. 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.

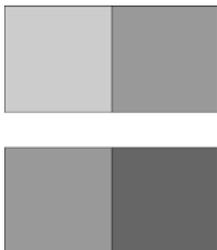


Figura 9. En estas imágenes, ¿sabrías decir si un valor de gris es el doble de oscuro que el otro? No es fácil responder a preguntas de este tipo al no poseer el valor la propiedad perceptiva cuantitativa. En cambio, sí posee la propiedad perceptiva del orden.

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.

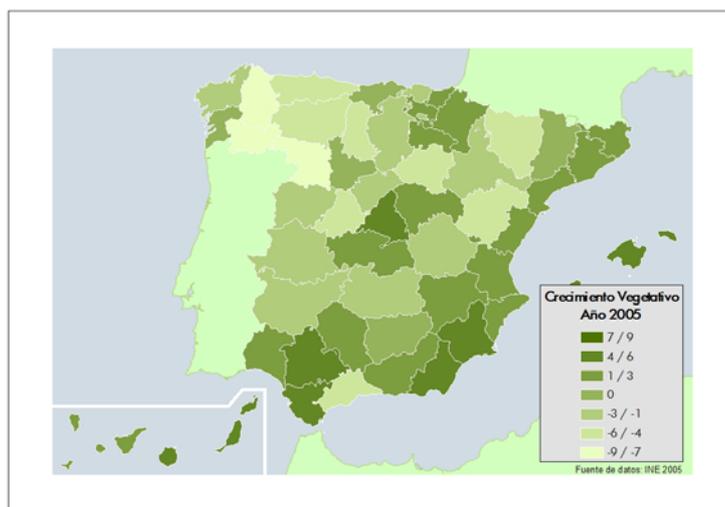


Figura 10. La gama de color no permite saber si el crecimiento vegetativo es negativo o positivo en cada provincia y hay que acudir a la leyenda para saber en qué intervalo se encuentra cada provincia.

Figura 11. 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.

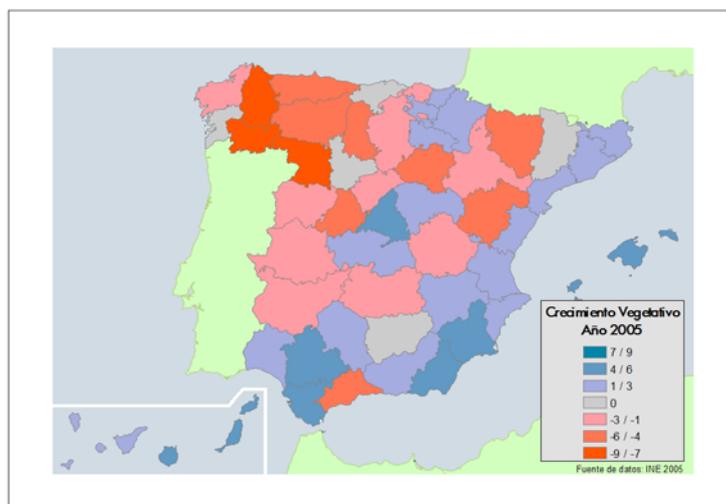


Figura 12. Leyenda con gama divergente para representar el crecimiento vegetativo anual por provincias en %.

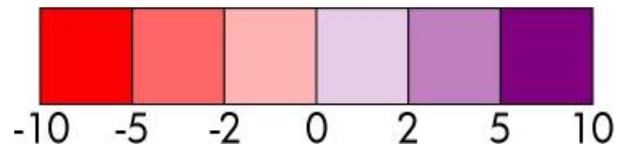


Figura 13. Leyenda con gama divergente de un mapa de la Unión Europea que indica el PIB per cápita, donde 100 es el valor medio en la UE.

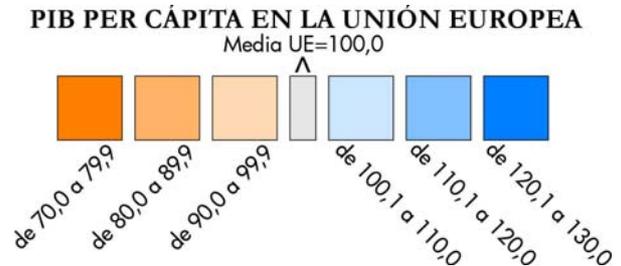
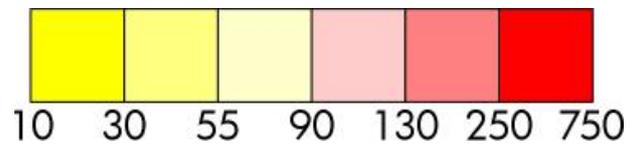


Figura 14. Leyenda con gama divergente de un mapa de densidad por provincias, en el que el punto central es el valor medio de la densidad de población en España.



Como se puede observar, las gamas divergentes no tienen por qué tener como centro de divergencia el cero, como sucede en el caso del crecimiento vegetativo donde lo que interesa es indicar la pérdida o ganancia de población. También se emplean para mostrar valores por encima o debajo de la media, escogiendo como punto central un valor relativo (PIB per cápita UE=100) o un valor absoluto (densidad de población en España).

4. 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.

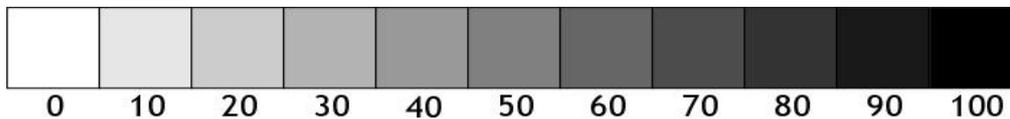


Figura 15. Gama de grises con variación constante de valor (expresado en porcentaje de superficie entintada) en intervalos de 10: el 0% es el blanco y el 100% el negro (todo el papel queda cubierto de tinta). Es más fácil distinguir los grises con menor valor que los de mayor valor.

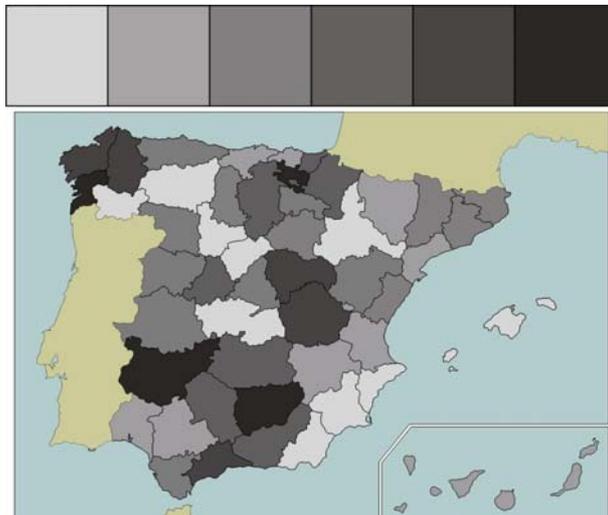


Figura 16. Si se varía el valor de manera constante (en este caso 10, 26, 42, 58, 74 y 90) obtenemos un resultado en el que es difícil comparar los grises. En algunos casos es posible que se produzcan equivocaciones (¿Cádiz está en el mismo intervalo que Córdoba? ¿Y Badajoz y Cuenca, o Barcelona y Cáceres?).

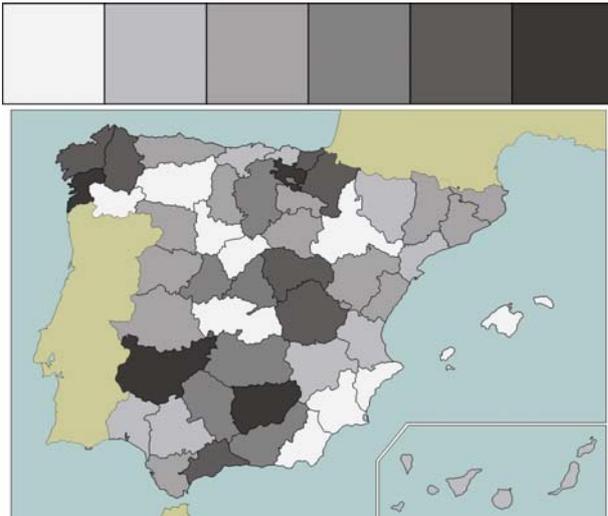


Figura 17. Responder a las preguntas anteriores es más fácil con este mapa en el que los grises se han seleccionado teniendo en cuenta el comportamiento de nuestra visión (curva de Munsell, en la página siguiente).

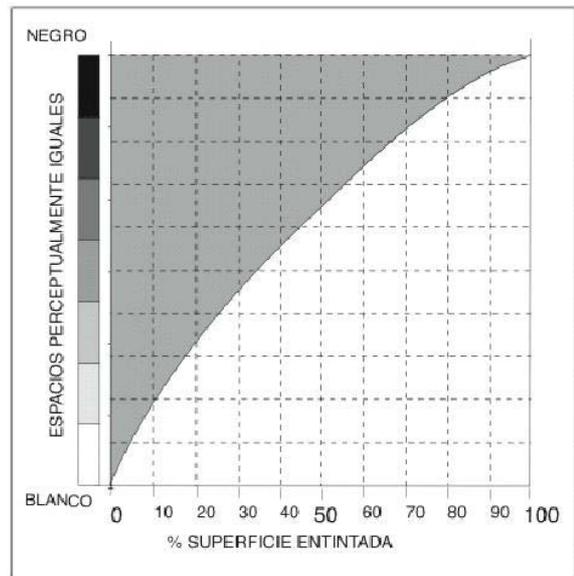


Figura 18. La curva de Munsell indica que la percepción de los grises no es lineal sino logarítmica, formando una curva como la de la imagen.

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.

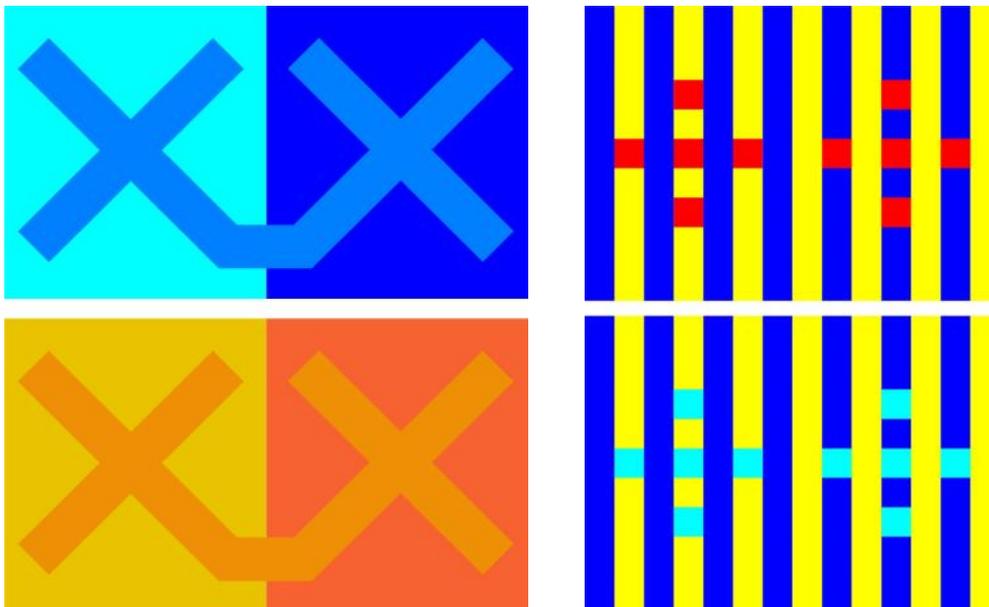


Figura 19. Ejemplos de interacción del color (modificación perceptiva de un color según de los que se rodee). En la figura de la izquierda, si se cubre la parte que une las dos cruces, parece que los colores de las equis son distintos. En la de la derecha, aparentemente las dos cruces centrales tampoco 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.

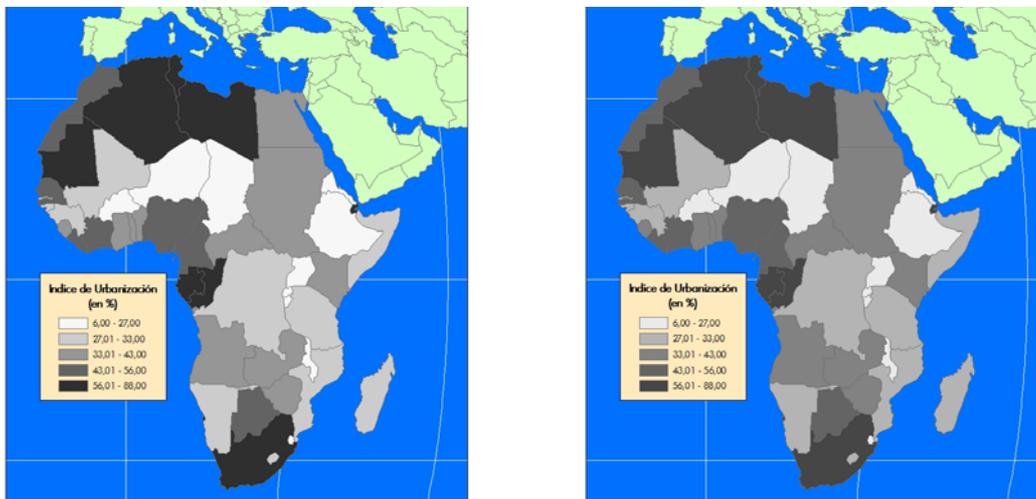


Figura 20. Las dos figuras representan el índice de urbanización de África, ambas con cinco intervalos, pero existe una diferencia importante entre las dos: en el mapa de la izquierda se escogió una gama correcta de valores de gris y en el de la derecha no. Esto impide que en el último se diferencien bien las clases; en el primero, sin embargo, es fácil saber a qué clase pertenece cada país a simple vista.

5. 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.

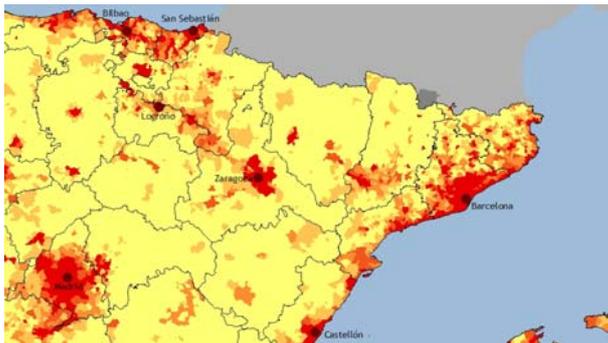


Figura 21. En este mapa se representa la densidad de población por municipios en el cuadrante noreste de la Península. Observa cómo las zonas más densamente pobladas corresponden a las grandes ciudades y la costa, mientras que en los municipios del norte de Madrid, el Sistema Ibérico o el Pirineo la densidad es mucho más baja.

Figura 22. 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.

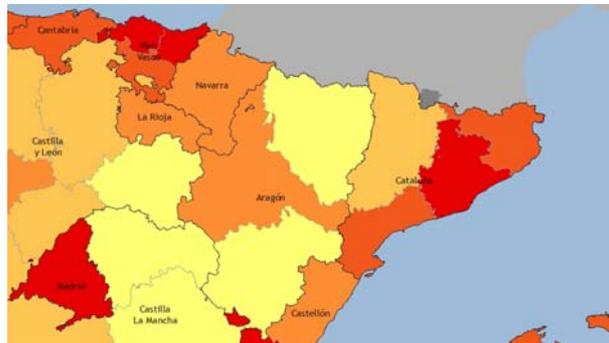


Figura 23. Por último, se muestra el mismo fenómeno por comunidades autónomas. Unas pocas localidades (Barcelona y su entorno) hacen que la densidad de población en Cataluña sea elevada; sin embargo, si se observa el primer mapa se verá que la mayor parte de su territorio es de densidad media o baja.

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.

6. 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.

6.1. 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.

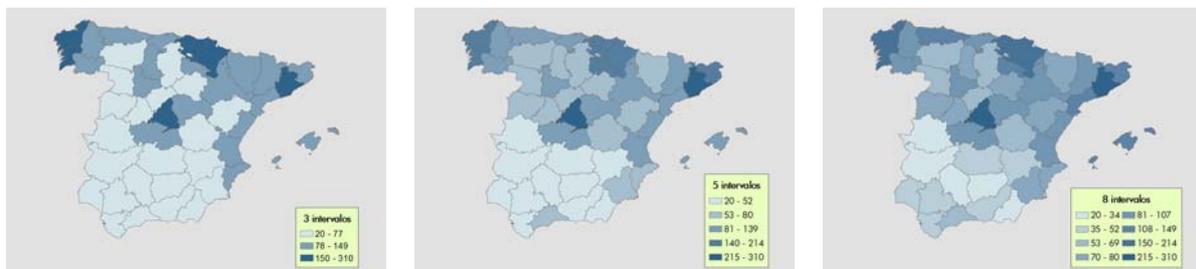


Figura 24. En estos mapas se muestra una misma serie de datos agrupados en tres, cinco y ocho intervalos; el primero de ellos simplifica en exceso la distribución y el último es difícil de interpretar porque no se diferencian bien los intervalos. En este caso es preferible escoger cinco intervalos porque 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).

6.2. 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:

- a) Intervalos iguales: los datos se clasifican en intervalos de igual amplitud.
- b) 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.

(Excepto los dos últimos, dichos sistemas están implementados en ArcMap con lo que es muy sencillo explorar un sistema de clasificación adecuado a los datos. Para aplicar las progresiones es necesario realizar cálculos previos, que se introducen mediante la opción *Manual*.)

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.

$$\text{Tamaño del Intervalo (I)} = \text{Rango} / \text{número de clases}$$

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.

Al clasificar datos en ArcMap el programa emplea por defecto los puntos de ruptura naturales de la distribución como límites de clase, de manera que el primer mapa que se visualiza no tiene nunca clases vacías. No obstante, en muchas ocasiones de esta clasificación resultan intervalos de clase de difícil lectura. Siempre conviene explorar otras clasificaciones hasta dar con la más adecuada.

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.

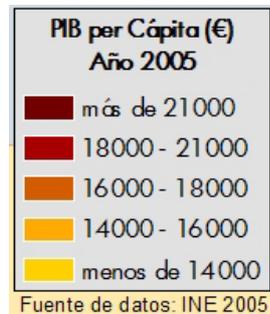
Para calcular una progresión de este tipo basta con definir el número de intervalos n , calcular la razón de la progresión r y multiplicar por este valor el mínimo y los sucesivos resultados de la multiplicación hasta alcanzar el máximo.

$$\begin{array}{r}
 A \\
 Ar \\
 Ar^2 \\
 Ar^3 \\
 \dots \\
 Ar^{n-1}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 a \\
 a \\
 a \\
 a \\
 \dots \\
 a
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 Ar \\
 Ar^2 \\
 Ar^3 \\
 Ar^4 \\
 \dots \\
 Ar^n = B
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 r^n = B/A \\
 r = \sqrt[n]{B/A} \\
 n \log x = \log B - \log A \\
 \boxed{A \neq 0}
 \end{array}$$

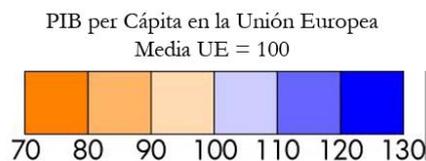
Es claro que conviene probar más de una forma de clasificar los datos antes de decidirse por un método definitivo. Cada caso concreto requiere su propio análisis de manera que se combinen el fiel reflejo de la distribución, el interés del cartógrafo (qué desea que sea relevante) y la facilidad de lectura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

7. 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.



*Figuras 25 y 26.
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.

8. Información del mapa base

Normalmente la información contenida en la base geográfica de estos mapas suele ser mínima y a menudo se limita a la representación de los límites de los corogramas. Si se está muy familiarizado con la zona representada esto no supone un gran problema, pero no disponer de pistas geográficas que ubiquen y ayuden a situar la distribución del dato puede arruinar el proceso de comunicación de la información que se quiere transmitir con el mapa.

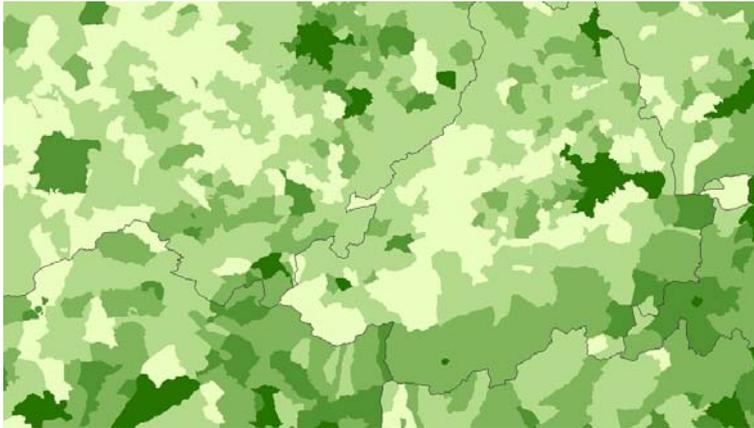
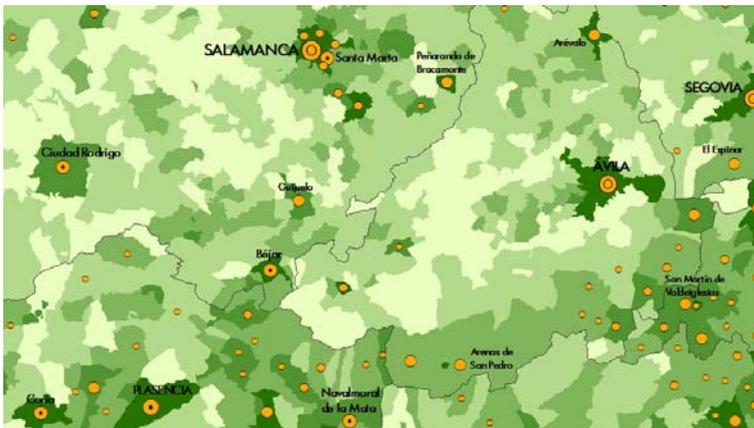


Figura 27 y 28. Mapas de densidad de población por municipios de la zona de las provincias de Ávila, Salamanca y Cáceres; arriba se muestra sin ningún tipo de información adicional más que los límites provinciales y abajo con las principales localidades y su topónimo.

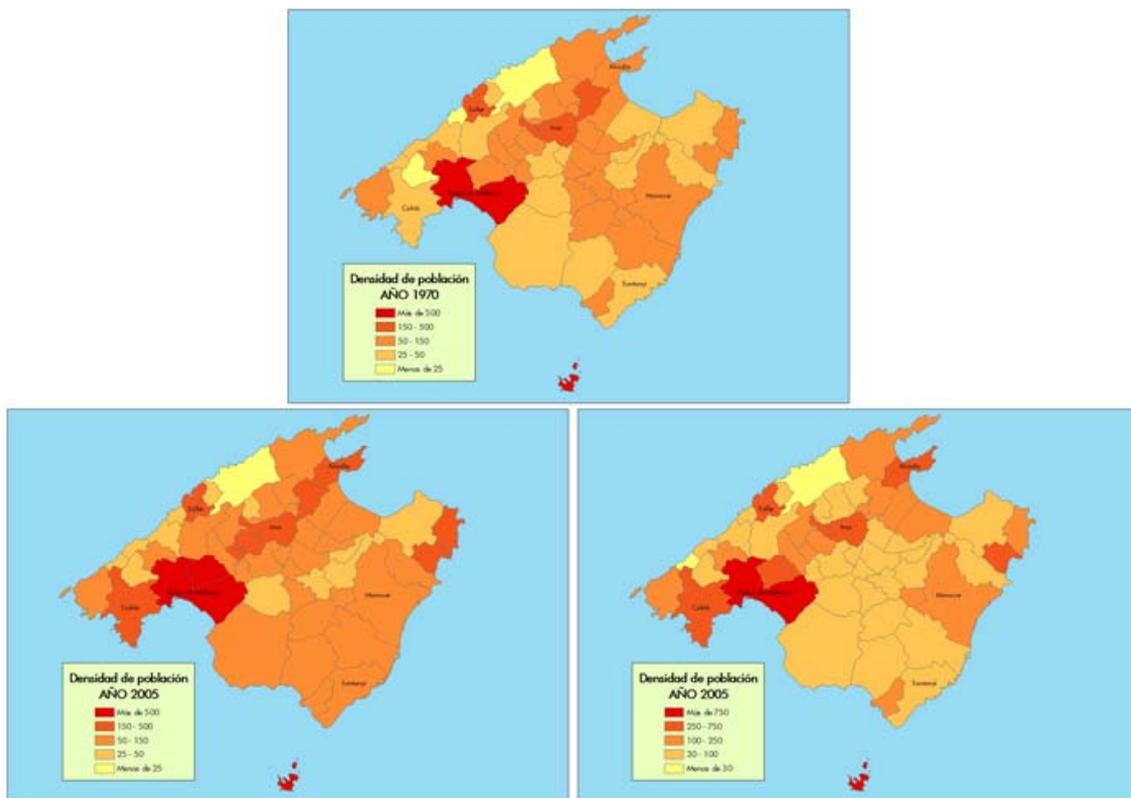


Es importante contextualizar la información geográfica incorporando al mapa datos que ayuden a este fin.

9. 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.



Figuras 29, 30 y 31. 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.

Listado de figuras

Figuras 1 y 2. Ejemplos de mapas de coropletas.....	2
Figura 3. Corogramas.....	3
Figura 4. Mapa de coropletas.....	3
Figura 5. Representación de la temperatura mediante coropletas.....	3
Figura 6. Representación de datos en forma absoluta.....	5
Figura 7. Representación de datos en forma relativa.....	5
Figura 8. Aplicación de la variable visual valor en un mapa de coropletas.....	6
Figura 9. Variable visual valor.....	6
Figura 10. Empleo de mapa de crecimiento vegetativo (1).....	7
Figura 11. Ejemplo de mapa de crecimiento vegetativo (2).....	7
Figura 12. Leyenda con gama divergente para representar el crecimiento vegetativo anual por provincias en %.....	8
Figura 13. Leyenda con gama divergente de un mapa de la Unión Europea.....	8
Figura 14. Leyenda con gama divergente de un mapa de densidad por provincias.....	8
Figura 15. Gama de grises con variación constante de valor.....	9
Figura 16. Ejemplo de aplicación incorrecta de gama de grises en un mapa.....	9
Figura 17. Ejemplo de aplicación correcta de gama de grises en un mapa.....	10
Figura 18. Curva de Munsell y la percepción de los grises.....	10
Figura 19. Ejemplos de interacción del color (modificación perceptiva de un color según de los que se rodee)..	10
Figura 20. Índice de urbanización de África.....	11
Figura 21. Fragmento de mapa de densidad de población por municipios en el cuadrante nordeste de la Península.....	12
Figura 22. Fragmento de mapa de densidad de población por provincias en el cuadrante nordeste de la Península.....	12
Figura 23. Fragmento de mapa de densidad de población por comunidades autónomas en el cuadrante nordeste de la Península.....	12
Figura 24. Mapas con una serie de datos agrupados en tres, cinco y ocho intervalos.....	19
Figuras 25 y 26. Ejemplos de leyendas de distintos mapas de coropletas.....	20
Figura 27 y 28. Mapas de densidad de población por municipios de las provincias de Ávila, Salamanca y Cáceres.....	21

Figuras 29, 30 y 31. Mapas de densidad de población de los municipios de Mallorca (1970, 2005).211