

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

INDICE.

- 1. Introducción a la cartografía temática. Pág. 3.**
 - 1.1. Introducción
 - 1.2. Componentes de un mapa temático
 - 1.3. Contenido del mapa base
 - 1.4. Elementos a incluir en el mapa base
 - 1.5. Escala del mapa base
 - 1.6. Elección de la proyección
 - 1.7. Compilación del mapa base
 - 1.8. Compilación del contenido temático
 - 1.9. Cartografía temática cualitativa y cuantitativa
 - 1.10. Cartografía temática cualitativa
 - 1.11. Cartografía temática cuantitativa
- 2. Procesamiento de datos Pág. 15**
 - 2.1. Introducción
 - 2.2. Datos absolutos y relativos
 - 2.3. Promedios
 - 2.4. Índices
 - 2.5. Densidades
 - 2.6. Clasificación de los datos en intervalos de clase
 - 2.7. Límites de clase
 - 2.8. Conclusiones
- 3. Mapas de símbolos proporcionales Pág. 25**
 - 3.1. Introducción
 - 3.2. Elección de la forma
 - 3.3. Escalado
 - 3.4. Puntos y símbolos
 - 3.5. Leyenda
 - 3.6. Consideraciones
- 4. Mapas de puntos Pág. 31**
 - 4.1. Introducción
 - 4.2. Consideraciones
 - 4.3. Localización del punto
 - 4.4. Tamaño y valor del punto
 - 4.5. Distribución de los puntos
 - 4.6. La leyenda
 - 4.7. Ventajas y desventajas de los mapas de puntos.
- 5. Mapas de isolíneas Pág. 37**
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Construcción del mapa de isolíneas
 - 5.3. Diseño final del mapa
 - 5.4. Clasificación de los mapas de isolíneas
 - 5.5. La construcción del mapa de isopletas
 - 5.6. Terminologías

	5.7. Uso de los mapas de isolíneas	
6.	Mapas de coropletas	Pág. 43
	6.1. Definición	
	6.2. Los datos	
	6.3. Corogramas	
	6.4. Los mapas de coropletas sin clases y convencionales	
	6.5. Clasificación de los datos	
	6.6. Número de clase	
	6.7. Límites de clases	
	6.8. Simbolización	
	6.9. Diseño de la leyenda	
	6.10. Información del mapa base	
	6.11. Utilización de estos mapas	
7.	Mapas dasimétricos	Pág. 50
	7.1. Concepto	
	7.2. Variables limitativas	
	7.3. Obtención de un mapa dasimétrico	
	7.4. Diferencias entre los mapas de coropletas e isolíneas	
8.	Mapas de flujo	Pág. 55
	8.1. Introducción	
	8.2. Tipos de mapas de flujo	
	8.3. Diseño	
	8.4. Simbolización del flujo	
9.	Cartogramas	Pág. 58
	9.1. Introducción	
	9.2. Cartogramas con contigüidad	
	9.3. Cartogramas sin contigüidad	
	9.4. La comunicación mediante cartogramas	
	9.5. Cuándo es adecuado este método	
	9.6. Cartogramas de dos variables	
	9.7. Ventajas e inconvenientes	
10.	Gráficos y diagramas	Pág. 65
	10.1. Introducción	
	10.2. Gráficos de líneas	
	10.3. Gráficos de barras (o diagramas de columnas)	
	10.4. Gráficos y diagramas	
	10.5. Gráficos circulares	
	10.6. Gráficos de torta	
	10.7. Símbolos adyacentes	
	10.8. Rectángulos divididos	
11.	Geografía en los mapas	Pág. 70
	11.1. Geografía física	
	11.1.1. Relieve	
	11.1.2. Hidrografía	
	11.1.3. Uso del suelo	
	11.2. Geografía humana	
	11.2.1. Núcleos urbanos	

- 11.2.2. Restos históricos
- 11.2.3. Campos de batalla y otros sitios de interés histórico
- 11.2.4. Vías de comunicación
- 11.2.5. Bases de comunicación
- 11.2.6. Líneas eléctricas
- 11.2.7. Transmisiones
- 11.2.8. Divisiones administrativas
- 11.2.9. Países limítrofes
- 11.2.10. Apoyos geodésicos

I. INTRODUCCIÓN A LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

1.1. INTRODUCCIÓN

Entre las muchas clasificaciones posibles que pueden hacerse de los mapas, la más sencilla y típica consiste en separar la cartografía topográfica –o general si se trata de escalas pequeñas – de la cartografía temática.

Según la ICA: "Un mapa temático es aquél que está diseñado para mostrar características o conceptos particulares. En el uso convencional de los mapas, este término excluye los mapas topográficos."

Efectivamente un mapa puede ser definido como una representación del entorno, lo que evidentemente supone un concepto tan amplio que abarca no sólo a los elementos visibles de la superficie terrestre, sino a cualquier clase de fenómeno que posea una variabilidad espacial. Los espacios protegidos, la dureza del agua o el consumo del aceite de oliva son entre otros muchos ejemplos posibles, variables espaciales y por tanto susceptibles de ser representadas en un mapa.

El diseño de un mapa temático es el producto final de un proceso en el que tienen vital importancia la combinación de elementos como la escala y proyección, el tratamiento de los datos, la simbolización y el color.

1.2. COMPONENTES DE UN MAPA TEMÁTICO

Todo mapa temático está compuesto por dos elementos fundamentales, una *base geográfica o mapa base*, y una *capa de contenido específico o temático*. El usuario habrá de ser capaz de integrar ambas visual y mentalmente, durante la lectura del mapa.

El mapa base proporciona información espacial sobre la que referenciar el contenido propio correspondiente a un cierto tema específico. Deberá estar correctamente diseñado e incluir únicamente la cantidad de información necesaria. En cuanto al contenido temático, son importantes la simplicidad y legibilidad del mismo.

1.2.1. CONTENIDO DEL MAPA BASE

El contenido del mapa base debe adaptarse al tema que quiera dibujarse sobre él ya que tiene que ser funcional en el mapa temático final y ha de diseñarse siempre teniendo presente el contenido del mapa final. El tema, el propósito y evidentemente la escala del mapa condicionan el tipo de información a incluir, así como la cantidad de detalle con que cabe la posibilidad de hacerlo.

EL TEMA es uno de los principales condicionantes del contenido de la base geográfica. Esto es debido a que a menudo existen relaciones entre las características geográficas del territorio y las variables temáticas que se

representan, de modo que es deseable ponerlas de manifiesto para comprender mejor así la distribución dada (por ejemplo el relieve y las precipitaciones).

EL PROPÓSITO DEL MAPA también influye en la selección que hagamos. Por ejemplo la necesidad de localizar referencias espaciales no expresamente ligadas al tema puede ser conveniente en el caso de que el mapa vaya destinado a un determinado público. Asimismo el mapa impreso admitirá más carga gráfica que el que vaya a mostrarse en un monitor, más aún si sólo permanece a la vista durante unos segundos escasos como sucede con los mapas que se muestran en la televisión por ejemplo.

De este modo es fácil entender que un mapa base para un cierto tema no es necesariamente un buen mapa para otro tema.

El detalle de la información del mapa base también puede variar e ir desde la utilización de un mapa topográfico con todos sus elementos hasta un mapa en donde únicamente se muestre las líneas límite entre países. Entre estos dos extremos existirá toda clase de variaciones.

1.3. ELEMENTOS A INCLUIR EN EL MAPA BASE

Insistimos en que la información del mapa base es la que hace que el usuario del mapa oriente el contenido temático a una referencia espacial o geográfica concreta. Será labor del cartógrafo la selección de aquellas características que ayuden al lector a una buena interpretación del mapa total.

Se citan una serie de elementos que pueden ayudar a elegir el contenido adecuado a cada caso, para lo que será necesario considerar cuáles deben aparecer y por qué, ya que para proporcionar un mapa legible no hay más opción que eliminar total o parcialmente algunos de ellos en el mapa base. Como ya se ha dicho, esto dependerá del propósito del mapa. Lo normal será que unos elementos aparezcan con más detalle que otros. En algún caso aparecerán todos ellos; en otros, sólo algunos.

1.4.1. EL CANEVÁS

La red de meridianos y paralelos es necesaria como un sistema general de referencia. La importancia de los canevás sobre el mapa, aumenta cuando decrece su escala, siendo imprescindible en escalas pequeñas que representan grandes superficies.

El sistema de orientación general puede ofrecerse también por medio de pequeños mapas de localización a escalas más pequeñas, mostrando con ellos la posición del área representada sobre el mapa general.

1.4.2. LA RED FLUVIAL

Apenas existen mapas en los que no se muestre una parte de la red fluvial. Esta red es uno de los mejores sistemas de referencia, aunque tal y como se indicó anteriormente algunos casos requerirán más detalle en su representación que otros.

1.4.3. EL RELIEVE

Muchos temas cartográficos están directa o indirectamente relacionados con la tercera dimensión. La representación del relieve en el mapa base se realizará considerando en cada caso el grado de fiabilidad necesario, la escala final del mapa y su técnica de representación.

En algunas ocasiones puede ser suficiente una mera representación simbólica que localice las cordilleras, por ejemplo. El sombreado soportará bien las superposiciones temáticas en la mayoría de los casos y puede suponer una información suficiente salvo en las grandes escalas, en las que la necesidad de representar el relieve con mayor detalle llevaría a utilizar curvas de nivel. Lógicamente éstas últimas no podrán utilizarse en las representaciones temáticas realizadas por medio de isolíneas.

1.4.4. POBLACION

Suponen una información importante, especialmente para mapas que traten temas socio-económicos, siendo necesario para este tipo de mapa un mayor grado de detalle que para uno de tipo físico.

También cabe mencionar aquí el papel referenciador que tienen las poblaciones importantes, que puede llevar a su inclusión en mapas que traten temas de otra naturaleza diferente a los socioeconómicos.

1.4.5. LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN

Carreteras y ferrocarriles son elementos importantes no solamente para la orientación del usuario en los mapas base, sino también en algunos casos, como elementos relacionados con la información que el mapa temático ofrece pues indican la forma de llegar a un fenómeno determinado

1.4.6. LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

Son elementos topográficos primarios para todos los mapas socio-económicos y a veces son las únicas referencias que ofrece el mapa base.

1.4.7. NOMBRES GEOGRÁFICOS

Las poblaciones y los ríos representados necesitan identificarse en el mapa para cumplir adecuadamente su papel de referencia espacial. A menudo encontraremos mapas en donde los nombres de las unidades administrativas no

están incluidos; ocurre cuando la base geográfica se supone perfectamente conocida para el lector del mapa y la inclusión del rótulo no se considera necesaria ni conveniente, por entorpecer en la representación del dato.

1.4.8. EL MAPA TOPOGRÁFICO COMO MAPA BASE

El mapa topográfico puede utilizarse como mapa base para mapas temáticos. Esto no quiere decir que sea útil en su forma original, ya que en la mayoría de los casos la información y los colores de la propia base interferirán en la lectura de la información temática que se haya superpuesto. Tengamos en cuenta a este respecto que a menudo la simbología necesaria para la expresión del contenido requerirá de la utilización de múltiples formas y colores. Muchas editoriales topográficas producen, por esta razón, mapas de forma que puedan ser utilizados directamente como un mapa base, en uno o dos colores, sin reducir el conjunto de la información topográfica

Para algunos mapas temáticos la cantidad de detalle dado en estos mapas de uno o dos colores es adecuado para la obtención de un buen mapa resultante. Pero en el caso de que la información topográfica sea superabundante, esta información debe eliminarse.

Los elementos innecesarios para el mapa temático final se borrarán, así por ejemplo en un mapa de suelos desaparecen tapias, zanjas, carreteras, muchos de los rótulos y algunos puntos acotados

Sin embargo, en la mayoría de los mapas temáticos, ocurre que el mapa topográfico no puede utilizarse como mapa base de la forma en que se describe arriba. El mapa topográfico toma entonces la función de fuente documental básica para la obtención de la base cartográfica final mediante reducción, generalización y redibujo. Es decir, se utilizará como fuente de información en el proceso de compilación del mapa base para un mapa temático.

1.5. ESCALA DEL MAPA BASE

La elección de la escala tiene consecuencias importantes en la apariencia del mapa y en su potencial como medio de comunicación. En este apartado nos interesa recalcar la idea de la relación de la escala con la simbolización y el grado de generalización del mapa.

Factores que van a influir en la elección de la escala serán en principio –sin contar con condicionantes de tipo técnico– el propósito del mapa y la superficie real de la zona a representar. También será un condicionante la cantidad de detalle necesaria para la representación adecuada de la temática.

Como norma general la elección de la escala a utilizar será principalmente un compromiso entre estos tres factores:

- **PROPÓSITO,**
- **ZONA Y**
- **DETALLE NECESARIO.**

Por otro lado, hay que recordar que la escala varía sobre el mapa dependiendo de la proyección, por lo que escala, simbología y proyección del mapa son factores interdependientes, y la selección de cada uno de ellos tendrá consecuencias fundamentales en el documento final. Según B. D. Dent "*la elección de la escala es probablemente la decisión más importante que un cartógrafo puede realizar sobre cualquier mapa.*"

En general la relación en cuanto a la escala entre mapas generales y temáticos, es una relación inversa, ya que a escalas grandes la proporción de mapas generales con respecto a los temáticos es mucho mayor. A la inversa, a escalas pequeñas se producen más temáticos que generales. En cartografía temática normalmente se trabaja a escalas pequeñas, lo que representa una especial atención a las operaciones de generalización cartográfica, así como a la elección de la proyección a utilizar.

1.6. ELECCIÓN DE LA PROYECCIÓN

Como ya sabemos, la representación de la Tierra en planos de papel o pantalla implica que esta representación tenga ciertas deformaciones. Aunque no sea posible respetar superficies, ángulos y distancias en una misma proyección, sí es posible mantener alguna de ellas, a partir de lo cual surge la clasificación básica de las proyecciones que las agrupa en equidistantes, conformes, equivalentes y afilácticas.

El encontrar la proyección adecuada dependerá de varios factores como la escala y propósito del mapa, y la situación, forma y tamaño de la zona a representar

1.7. COMPILACIÓN DEL MAPA BASE

La base geográfica de un mapa temático se obtiene normalmente a partir de otros mapas mediante lo que se denomina proceso de compilación. La compilación del mapa base incluye: recogida de datos, comprobación y homogeneización.

Posteriormente pasamos a su generalización y es normalmente el siguiente paso a la elección de la proyección del mapa.

El primer paso a dar será la especificación de la precisión, veracidad y uniformidad de los mapas fuente (todos ellos a escalas mayores que la final) a utilizar.

- Los mapas topográficos de gran escala incluyen datos naturales y artificiales, a menudo con un alto nivel de detalle, y con unas precisiones

establecidas proporcionando una fuente fiable en cuanto a la localización de los datos.

- Los mapas temáticos no tienen como objetivo la precisión planimétrica por lo que es importante tener esto en cuenta al utilizarlos como fuente; la comparación de diferentes mapas y otras fuentes documentales es fundamental.

Se cita a continuación una serie de puntos que es importante tener presente a la hora de realizar la transformación de los datos para la base geográfica final:

- Tener presente el propósito del mapa y el factor de reducción necesario para alcanzar la escala final
- Utilizar distintas fuentes, comparándolas, para procurar ser objetivo en el proceso de selección de elementos.
- Determinar qué elementos tipifican el carácter de las áreas y evitar neutralizarlas durante la generalización.
- Representar con el mismo detalle todas las zonas, aunque de algunas pudiéramos aportar mucha más información que de otras.
- Procurar un tratamiento uniforme en el nivel de generalización de todo el mapa.

1.8. COMPILACIÓN DEL CONTENIDO TEMÁTICO

El contenido temático del mapa consiste en la representación gráfica de los datos que lo describan, por lo que el primer paso será su adquisición y reunión. Es de mencionar en este punto que la obtención de estos datos en principio no parece presentar ningún problema, pues no hay más que dirigirse a las fuentes adecuadas. No obstante en la práctica a menudo resultará el mayor obstáculo a salvar en la obtención de la cartografía que se trate.

Las fuentes de los datos y materiales utilizados en la preparación de mapas temáticos son muy diversas a causa del gran número de temas potencialmente implicados. Los datos estadísticos son especialmente importantes para la cartografía temática, y un requisito previo para su uso es su clasificación en unidades de tamaño apropiado.

Además de lo variado de los temas a tratar existe también la posibilidad de que los datos acerca de un tema concreto puedan obtenerse en diferentes agencias y organismos, y como consecuencia puede resultar que los datos pueden no ser comparables entre sí (diferentes criterios de clasificación, unidades y terminologías empleadas...). Por ello el siguiente paso consiste en homogeneizarlos, obtener otros datos que sí sean comparables, para posteriormente pasar a su análisis y procesamiento aplicando medidas estadísticas apropiadas; se reducen así en volumen y se puede proceder a plantear su representación gráfica

1.9. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA CUALITATIVA Y CUANTITATIVA

El fin de los mapas cualitativos es mostrar la distribución espacial o la situación de un grupo de datos clasificados en escalas de medida nominales, por lo que de ellos el lector no puede determinar relaciones de orden ni cantidad. Por ejemplo mapas de suelos, geológicos, etc.

Los mapas cuantitativos muestran aspectos espaciales de datos numéricos. A menudo la variable cartografiada es única, y el mapa se centra en su variación de un punto a otro del espacio geográfico. Estos mapas muestran los datos como mínimo en una escala ordinal, y normalmente en escalas de intervalo y de índice. Recordamos brevemente que pueden distinguirse cuatro tipos de escalas de medida de los datos que, en orden creciente de precisión son:

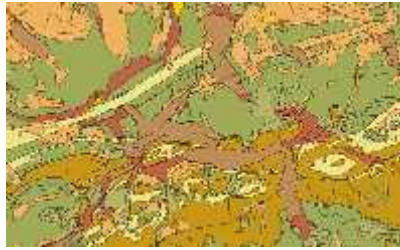
- a. Escalado nominal: subdivisión de los datos basada en consideraciones cualitativas.
- b. Escalado ordinal: diferenciación de los datos según una clasificación jerárquica sin ningún valor numérico expresado.
- c. Escalado de intervalos y proporcionales: subdividen la característica en clases con cantidades exactamente definidas y expresadas.
Distinguimos el escalado de intervalos del proporcional si la posición del cero es arbitraria o absoluta

1.10. CARTOGRAFIA TEMATICA CUALITATIVA

Los mapas que forman el grupo de la cartografía temática cualitativa presentan datos organizados en una escala de medida nominal para lo cual las variables visuales empleadas no deben generar jerarquía visual alguna. Sólo podrán utilizarse variables que posean las propiedades perceptivas asociativas aplicadas a símbolos de puntos, líneas o superficies según la propiedad dimensional de los datos que se trate.

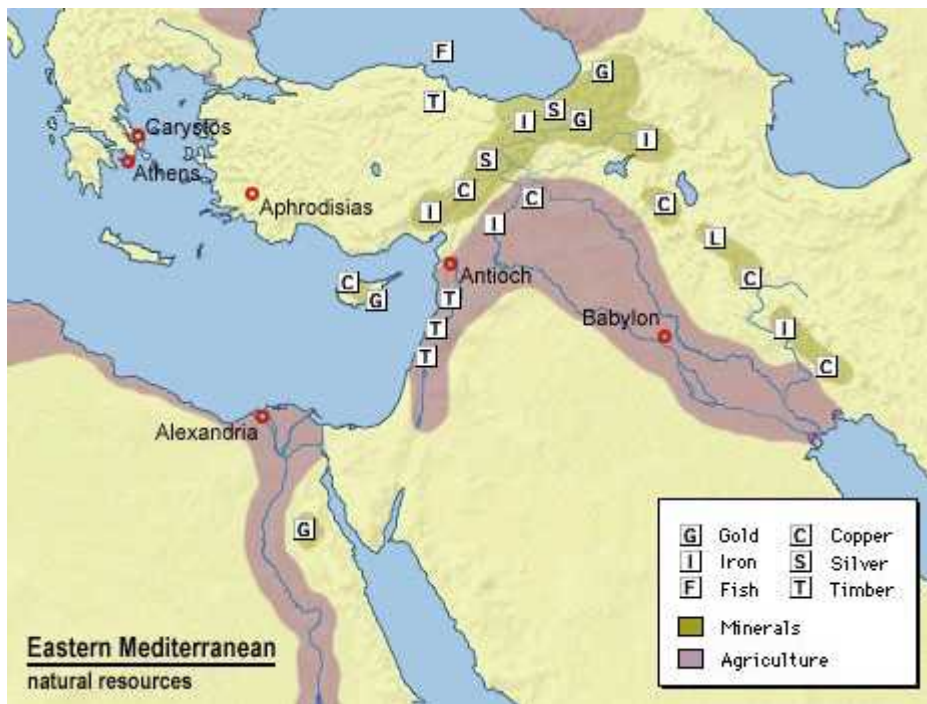
Es importante recalcar el uso del símbolo zonal o superficial en este caso, y es que la mayoría de los mapas cualitativos se confeccionan con esta clase de símbolos. Pensemos por ejemplo en la importancia de los mapas geológicos, los primeros temáticos de producción sistemática que en España como en otros tantos países, comienzan a realizarse a la vez que los topográficos.

La confección de una simbología adecuada consiste en determinar si existen o no convenciones que respetar, y en la definición de los símbolos mediante variables visuales asociativas, las cuales se irán asignando a las categorías siguiendo los mismos criterios que los empleados en su clasificación. Debido a la necesidad de generalizar el contenido temático, las clasificaciones no podrán ser del todo pormenorizadas, ni siguiera en las escalas más grandes.



Cartografía cualitativa de datos puntuales

Los mapas cualitativos de datos puntuales identifican la característica y su situación. Las características implicadas tienen una situación específica y un atributo que es representado en el mapa mediante símbolos puntuales geométricos (fácilmente localizables), pictóricos (fácilmente reconocibles) o literales utilizando variables visuales que no generen jerarquía visual como la forma, orientación, tono...





Cartografía cualitativa de datos lineales

Los datos lineales se refieren a las características que tienen una forma lineal definida, con una dimensión dominante tales como carreteras, ríos, fronteras, rutas de viajes, etc.

Discutir diferencias puramente cualitativas entre elementos lineales puede parecer un poco artificial, ya que normalmente es necesario mostrar cierto orden jerárquico, como ocurre con las carreteras, los límites administrativos, etc. Así a menudo este tipo de datos, lo mismo que ocurre con los puntuales, será más propio del contenido del mapa base que del propio tema.



Cartografía cualitativa de datos superficiales

El mayor grupo de mapas cualitativos es el que forman los que dan información sobre la distribución de las características que ocupan una cierta superficie. Ejemplos bien conocidos de tales mapas son los mapas de suelos, geológicos,

forestales, etc., que ofrecen información cualitativa o descriptiva sobre la distribución de diferentes temas.

Para la distinción cualitativa de las superficies se emplean colores variando únicamente el tono, y en el caso de mapas en blanco y negro aplicando tramas diferentes con igual cantidad de relación blanco/negro. También se utilizan tramas de repetición que permitan el uso de otras variables asociativas como la forma o la orientación, mediante sobrecargas pictóricas o geométricas (el tamaño del motivo habrá que elegirlo en función de las menores zonas en el mapa).

Agrupamiento de datos

Se ha mencionado anteriormente que la aplicación de las variables visuales se debe realizar siguiendo criterios paralelos a los de las clasificaciones, pues de otro modo la simbolización obtenida puede caer con facilidad en una colección de signos inconexos que en absoluto ayuden a la interpretación.

Sucede a menudo que entre las diferencias cualitativas podemos distinguir familias o grupos, como ocurre por ejemplo en un mapa de suelos. Entre éstos en principio no se establece ninguna ordenación, pero sí pueden ser agrupados según sean arcillosos (40% de arcillas), arenosos (65% de arena), calizos (20% de carbonato cálcico) y vegetales o húmicos (15% de humus). A la hora de plantear la codificación gráfica en el mapa, será pues necesario atender a estas relaciones si lo que se espera es un resultado aceptable, aplicando tramados y colores adecuados.

Otro ejemplo claro son los mapas fitogeográficos que representan la distribución de la flora con colores asociados a cada especie o grupo de especies. El gran número de especies vegetales, los distintos agrupamientos en que aparecen y las relaciones entre ellas son tan complejos que su representación requiere de un cuidadoso estudio previo

La moda

La moda es la medida de tendencia central utilizada en la determinación de las categorías a representar en el uso de escalas de medida nominales, y consiste en el valor o característica que se presenta con mayor frecuencia. Es la base para la confección de los mapas cualitativos que representan el predominio de una característica en la superficie, como por ejemplo usos del suelo, tipos de suelo, vegetación, áreas lingüísticas y similares.

Normalmente su determinación y representación es más difícil en los mapas a pequeña escala debido a que las características individuales son demasiado pequeñas para poderse reflejar en el mapa. La clase modal debe entonces obtenerse determinando cuál es la que ocupa una proporción de superficie mayor que cualquier otra (en principio, toda la superficie representada en el mapa se divide en unidades de superficie menores y se obtiene entonces la clase modal a partir de cada unidad).

De este modo, los mapas a gran escala de distribuciones de superficie clasificadas nominalmente - por ejemplo usos del suelo - , simplemente localizan las categorías que se hallan dentro de los límites visibles, con lo que cada una de tales modas es absoluta y no existe otra dentro de esos límites. Su representación es por tanto directa.

1.11. CARTOGRAFIA TEMATICA CUANTITATIVA.

La mayoría de los mapas temáticos informan sobre la variación espacial de datos geográficos atendiendo a criterios de cantidad. Para representar esta clase de información el cartógrafo dispone de multitud de recursos gráfico siendo las técnicas básicas los mapas de puntos, los símbolos proporcionales, las isolíneas, las coropletas, los cartogramas y los mapas de flujo también pueden ser necesarios el empleo de gráficos y diagramas.

La elección de una u otra de estas técnicas básicas depende de varios factores entre los que se pueden citar: El carácter del fenómeno que se esté representado; el tipo y la complejidad de la información cuantitativa; el propósito del mapa; la escala del mapa; el espacio disponible.

Para realizar un mapa cuantitativo es necesario obtener y procesar datos numéricos que a menudo son complejos y abundantes, antes de proceder a su representación. De forma esquemática podemos decir que los pasos a seguir son: Obtener los datos, analizarlos, homogeneizarlos, y resumirlos o generalizarlos.

Ya en páginas anteriores se habla de los tres primeros puntos. En cuanto al cuarto, éste hace referencia al resumen de los datos, a hallar un valor numérico que sea representativo de un conjunto de ellos empleando diferentes medidas de tendencia central, como medias, proporciones, porcentajes... En los mapas cualitativos dicha representación vendrá dada por la moda o la categoría predominante en cada superficie.

Es posible utilizar combinaciones de datos, como relacionar valores con superficie - como ocurre en las densidades- u otros indicadores que relacionen distintos conjuntos como índices y tasas de natalidad, desempleo, actividad...

La gran lista primitiva de los datos recogidos se verá reducida mediante la aplicación de los estadísticos correspondientes, aunque en muchos casos aún no será posible su representación directa en el mapa, y los datos seguirán siendo excesivos como para poderlos representar uno a uno, aplicando un símbolo a cada dato, en el mapa.

Buscamos formas cartografiables, y puede ser necesario - no en todos los casos - realizar una generalización agrupando los diferentes datos numéricos, reduciendo así el número de elementos a simbolizar, es decir que será necesario clasificar los datos en intervalos de clase.

II PROCESAMIENTO DE DATOS

2.1. INTRODUCCION

El primer paso en el proceso cartográfico es decidir una jerarquía para las clases a cartografiar, así como el modelo de distribución que se tomará. El cartógrafo debe utilizar técnicas estadísticas al utilizar escalas nominales, ordinales, de intervalo y de índice en la manipulación de datos. También las utilizará en la selección de las categorías.

Tras estas decisiones básicas se puede proceder a valorar una serie de cuestiones relacionadas con los datos:

- Homogeneizar los datos estadísticos, si se obtienen de distintas fuentes para tener valores comparables.
- Depurar las estadísticas para eliminar datos innecesarios.
- Convertir los datos para poderlos utilizar en la elaboración cartográfica como índices, rendimientos por hectárea, densidades, porcentajes, etc. debiéndose calcular antes de proceder al diseño del mapa.
- Clasificación de los datos en intervalos de clase.

2.2. DATOS ABSOLUTOS Y DATOS RELATIVOS

Los *mapas cualitativos* se hacen representando en ellos valores de dos tipos: *absolutos o relativos*.

Mapas que muestran los datos en forma absoluta: los valores se muestran tal y como se toman: producción o el consumo de bienes, población, las elevaciones de la superficie terrestre sobre el nivel del mar.... se muestran sobre el mapa en términos absolutos.

Mapas que representan valores relativos: expresan algún tipo de resumen o alguna clase de relación entre dos o más juegos de datos: densidad de población, los ingresos per cápita, la tasa de paro

2.3. PROMEDIOS

Los promedios constituyen probablemente el tipo más común de variables derivadas empleadas, ya que utilizan una cualidad o cantidad seleccionada para caracterizar una serie de datos que normalmente son numerosos. Existen muchos tipos de promedios, pero en términos generales, en cartografía interesan principalmente tres de ellos que son, la media aritmética, la mediana y la moda.

La media aritmética

La mayoría de los mapas de clima, ingresos, producción, y otros elementos tratados en el estudio del carácter físico y humano de las regiones se basan en

Juan E. Gutiérrez Palacios

medias aritméticas obtenidas mediante la reducción de grandes cantidades de datos estadísticos.

En cartografía a menudo la media debe considerarse en función de una superficie. Si se da la misma importancia a todas las regiones se falsea el promedio de las comunidades, por lo que siempre que los valores(x) en una distribución estén relacionados de cualquier modo con una extensión de superficie, éstos deben considerarse en función de su frecuencia superficial.

La expresión general para cualquier media considerada en función del área es, por lo tanto:

$$x_s = \frac{S_a x}{A}$$

Donde **Sa x** representa la suma de los productos de cada valor x por su superficie y **A** es la superficie total. La media considerada en función de la superficie también se denomina **media geográfica**

La mediana

Si ordenamos todos los valores que toma una variable desde el inferior hasta el superior, la mediana es el valor situado en el centro, de forma que la mitad de los valores serán superiores y la otra mitad inferiores a dicho valor. Es otro tipo de medida relativa de la tendencia central, utilizable por ejemplo en un mapa que represente, en este caso, la mediana de los valores de tierra de cultivo por hectárea en cada provincia, obtenida a partir de los datos municipales.

Al igual que en el caso anterior, si las regiones varían muchísimo en cuanto a extensión, debe considerarse la mediana en función de la superficie. Haciéndolo así, la mediana geográfica será el valor por encima y por debajo del cual se halla la mitad de la superficie total. El valor de la mediana geográfica es aquel cuya superficie acumulada asociada, resulta igual a la mitad de la superficie total

2.4. INDICES

Otra clase de cantidad relativa es la consistente en medidas como razones o índices, proporciones y porcentajes, en las que algo se mide por unidades de otro elemento, o en las que algún elemento de los datos se individualiza para compararlo con el resto.

Los mapas que representan el porcentaje de días de lluvia, la proporción de ganado vacuno dentro de la ganadería en general, las tasas o índices de mortalidad, o la tasa de crecimiento o decrecimiento de algún fenómeno son algunos ejemplos. En este grupo el valor numérico representado en el mapa será normalmente el resultado de una de las siguientes operaciones:

Razón o índice

La razón es una expresión de relación entre datos que se expresa de la forma **fa/fb**, en donde **fa** es la frecuencia de una clase a y **fb** es la frecuencia o número de elementos de otra clase b.

Como ejemplo podemos considerar la razón de sexos de una pequeña población. Saber que existen 3000 hombres da una idea al respecto, pero si además se sabe que el número de mujeres es de 1500 la idea cambia y vemos que la razón es de dos hombres por mujer

Proporción

La proporción es la razón entre la frecuencia de una clase (fa para la clase a) y el total (fa/N) siendo N la frecuencia total. En el ejemplo anterior, la proporción de hombres es de 3000/4500, es decir de 0,66

Porcentaje

Normalmente las proporciones se dan multiplicadas por 100, o lo que es lo mismo en porcentajes. En este caso decir que el 66% de la población son hombres, es más sencillo y fácil de entender que hablar de una proporción de hombres de 0,66. También estas estadísticas presentan a veces las características de un promedio espacial. Este tipo de razones son la base del concepto de densidad que se trata más adelante. Una razón típica de la geografía es la de densidad de población, definida como el número de habitantes por kilómetro cuadrado o por otra unidad superficial. Si el área de la población anterior es de 10 kilómetros cuadrados, la densidad de población sería de 4500/10, es decir de 450 hab/km².

La cartografía de este tipo de cantidades relativas se elabora para mostrar las variaciones de un lugar a otro de la realización definida, y normalmente se prepara a partir de resúmenes de datos estadísticos. Cuando los porcentajes, razones y tasas se simbolizan en unos límites, el usuario supone que el valor representado se extiende de modo más o menos uniforme a través de dicha unidad

2.5. DENSIDADES

Las densidades se utilizan cuando lo que se quiere reflejar es la acumulación o escasez geográfica relativa de datos discretos. Se calcula dividiendo el dato por la superficie en la que se encuentra, pero en muchos casos este valor no es tan significativo como el que expresa la razón entre otros factores que están más estrechamente relacionados. Por ejemplo, la relación entre número de personas y superficie productiva en sociedades predominantemente agrícolas. Esta relación se considera más útil que lo es el simple cálculo de la población con respecto al área total, productiva o no.

Al trabajar con densidades el cartógrafo está limitado en el detalle que puedan presentar los tamaños de las unidades de enumeración (municipios, regiones o países) en las que se ha elaborado el recuento de elementos, aunque en muchos casos los datos iniciales deben complementarse con los proporcionados por otras fuentes con el fin de presentar una distribución más cercana a la realidad.

Otra categoría de cantidades relativas son las **potenciales** (o criterio de gravedad), que también se utilizan en mapas, y que supone que los elementos de una distribución –personas o precios por ejemplo- influyan entre sí directamente con las magnitudes del fenómeno e inversamente con la distancia entre sus ubicaciones. De este modo el valor del potencial en un punto, es la suma de la influencia de todos los demás puntos sobre él, más su propia influencia

2.6. CLASIFICACION DE LOS DATOS EN INTERVALOS DE CLASE

A menudo los datos que se representan en un mapa son demasiado numerosos por lo que se presentan categorizadas, en clases ordenadas y con diferencias cuantitativas expresas, de modo que se agrupan en función de que tengan menos de 25.000 habitantes o de 25.000 a 100.000 y así sucesivamente hasta alcanzar el máximo, o la ciudad más habitada, siendo raro que se represente con signo propio la población con 26.023 habitantes o la que cuenta con 26.102, etc.

La forma de categorizar las poblaciones anteriores es desde luego arbitraria, en el sentido de que los límites pueden ser cualesquiera, aunque siempre se debe buscar la forma más representativa de mostrar la distribución que se trate, siendo decisivo al emplear la técnica coroplética, donde se verá que hay que resumir en un número de clases reducido el total de los datos que hay que representar.

Son dos las decisiones fundamentales a tomar al clasificar los datos; por un lado el **número de clases** a representar y por otro los **límites** de cada uno de los intervalos. Cada subdivisión de datos estadísticos en intervalos de clase puede ser comparada con un proceso de generalización, asumiendo que esta generalización afecta a la superficie estadística correspondiente, uniformizando sus irregularidades

La superficie estadística

Una superficie estadística es la superficie formada al asignar a cada punto del territorio (x,y), una z proporcional al valor que toma una variable cuantitativa en dicho punto.

La realización de intervalos puede compararse con la obtención de curvas de nivel que son el resultado de intersectar planos horizontales con un modelo del terreno. Igualmente los intervalos pueden obtenerse intersectando planos horizontales con la superficie estadística que describe una distribución determinada. Todas las z comprendidas entre dos planos consecutivos, pertenecerán a la misma clase.

No cabe la menor duda acerca de que un sistema de clasificación no adecuado para los datos de partida puede proporcionar un mapa alejado de la realidad, y que incluso puede distorsionarla, por lo que la clasificación final que realice para un mapa, requiere de un estudio previo orientado a encontrar aquel sistema que se adapte bien a los datos iniciales. Se trata de proporcionar una imagen clara y legible, sin desvirtuar la distribución original

El número de clases

El número de clases es función del detalle necesario para mostrar adecuadamente el contenido temático, pero viene limitado por aspectos perceptivos (así como de la técnica a emplear en la representación y el proceso de impresión). Hay que buscar un punto de equilibrio según cada caso particular.

Los límites de clase

Una vez decidido el número de clases que se van a emplear en una representación, el siguiente paso es establecer por dónde se realizarán los cortes en la distribución. Los sistemas que se pueden emplear son muy numerosos.

Como guía general a seguir, se deben buscar límites que reduzcan al mínimo las diferencias entre los datos de una misma clase y que a su vez hagan máximas las diferencias entre clases. Esto puede estar reñido también con la lectura del mapa, ya que intervalos iguales y con límites redondos siempre son más rápidos de interpretar que otros irregulares y con límites menos memorizables

2.7. LIMITES DE CLASE

Es este un tema que se trata de manera diferente según la bibliografía cartográfica que se consulte, donde diferentes autores realizan sus propias clasificaciones para los distintos sistemas de realización de intervalos de clase. Por otro lado, los sistemas de clasificación son tan numerosos que parece necesario categorizarlos de algún modo.

Hay quien distingue entre matemáticos/estadísticos y empíricos (Gorkin & Gocham 1974). Dickinson habla de 5 formas principales de las que 4 de ellas serían matemáticas/estadísticas. Robinson (1985) sólo diferencia tres; intervalos iguales, sistemáticamente desiguales e irregulares, y es el esquema que se presenta en el siguiente apartado. Wonka (1980) también habla de tres formas principales, pero subdivide la categoría de los empíricos en *exógenos* y los determinados *en base a su distribución espacial*.

Evans (1977) habla de cuatro métodos principales; exógenos, arbitrarios (buscan límites de fácil lectura sin preocuparse de la distribución original de los datos), ideográficos (se basan en detalles específicos del conjunto de datos para representar los puntos de ruptura de la distribución), y por último menciona las series (intervalos iguales, en progresión...).

En el siguiente punto se muestra la clasificación empleada por Robinson en su clásico, *Elementos de Cartografía*, que como se ha indicado distingue tres categorías; Intervalos iguales, sistemáticamente desiguales e irregulares

2.7.1.1. IGUALES SEGÚN LA AMPLITUD DE LOS DATOS

2.7.1. INTERVALOS DE CLASE IGUALES

Consiste en dividir la amplitud máxima existente entre los datos, entre el número de clases que se haya elegido $(n_f - n_i)/n$. Este tipo de clasificación puede ser útil para realizar mapas de isolíneas por ejemplo. Puede proporcionar clases con muchas observaciones y otras con muy pocas o ninguna cuando la distribución se asemeja a una distribución normal. Se adapta mejor a distribuciones rectangulares y es más representativa cuando la amplitud del conjunto de datos es pequeña

2.7.1.2. Iguales según los parámetros de la distribución normal

Para elegir los intervalos de clase, pueden utilizarse los parámetros de una distribución normal. Basta obtener la media del conjunto de datos y su desviación estándar, que puede ser sumada y restada desde la media (en fracciones o múltiplos). Cuanto más normal sea la distribución de los datos, mejores resultados se obtendrán de la aplicación de este método, que además resulta útil para mostrar los desvíos respecto a dicha media.

También se puede buscar equilibrar la distribución dividiendo los datos por medias sucesivas, de forma que se halla primero la media del conjunto total, y a su vez las medias de los grupos que ésta deja por encima y por debajo. Para cada una de estas cuartas partes se realiza la operación anterior, y así sucesivamente. Este sistema puede ser útil cuando el número de intervalos requerido sea $2n$

2.7.1.3. Iguales según el número de observaciones; cuantiles

Consiste en dividir el número de observaciones en partes iguales al número de clases que queramos. Son habituales los cuartiles (4 clases), los quintiles (5), los septiles (7), los deciles (10). Para obtener cuartiles se ordenan los datos y se dividen en cuatro partes con igual número de observaciones cada uno.

Los percentiles muestran los valores donde se encuentran ciertos porcentajes de casos por encima y por debajo. Así el percentil 25 es el valor por debajo del cual se encuentra el 25% de los valores observados de una variable, y por encima del que se encuentran el 75% de los valores restantes

Los **cuantiles de superficie** consisten en intervalos que en el mapa ocupan una cantidad de superficie similar. La superficie total se divide en el número de clases elegido y los límites de cada intervalo se desprenden en función de esta igualdad de superficies. Su ventaja consiste en que en el mapa los colores se distribuyen por igual, pero por otro lado su utilización puede desnaturalizar considerablemente

la distribución original y presentar mapas alejados de la realidad que se desea describir

2.7.2. INTERVALOS EN PROGRESION

Generalmente las series de datos que tienen una amplitud menor causan menos problemas cartográficos que las series que abarcan un rango mayor. En el último caso los intervalos de clase tienen que ser grandes y con ellos no se pueden mostrar detalles en toda la amplitud de datos.

Sin embargo, a menudo se necesita detallar la distribución en los valores más bajos, ya que pequeñas diferencias absolutas, pueden tener una gran importancia relativa, tal y como sucede en la elección de los intervalos de altura para la representación del relieve por medio de tintas hipsométricas. Una forma de detallar más la distribución en los valores más bajos es utilizando series en progresión, donde los intervalos crecen sistemáticamente. Se describen algunas de ellas a continuación

2.7.2.1. Intervalos en progresión aritmética

En este sistema el tamaño de cada intervalo aumenta progresivamente con un valor constante. Conociendo el número de clases en que se ha de dividir una serie de datos, el cálculo de los intervalos de clase se hace como sigue: $a + x + 2x + 3x + 4x + \dots + nx = b$; donde a es valor más bajo y b el valor más alto, n el número de clases y x el tamaño del primer intervalo

Puesto que a , b , y n son conocidos, el valor del incremento x se puede despejar, y definir por tanto los intervalos como siguen:

$$\begin{aligned} a - (a+x) & \text{ diferencia } x \\ (a+x)-(a+3x) & 2x \\ (a+3x)-(a+6x) & 3x \\ (a+6x)-(a+10x) & 4x \end{aligned}$$

Es posible considerar que el valor del incremento también aumente cada vez, obteniendo una serie en progresión aritmética con un índice en aumento, de forma que el intervalo crezca más rápido

2.7.2.2. Intervalos empleando progresiones geométricas

Este caso es igual que el anterior, sólo que el intervalo va aumentando cada vez siguiendo una progresión geométrica, con un crecimiento más rápido del tamaño del intervalo. Una forma sencilla de emplear progresiones de este tipo es fijar que sean los límites los que respondan a esta clase de progresión. Siendo a el valor más bajo, x la razón de la progresión y n el número total de clases, estas quedan definidas tal y como se muestra abajo

$$a - ax$$

$$\begin{array}{l}
 ax - ax^2 \\
 ax^2 - ax^3 \\
 \dots \\
 ax^{n-1} - x^n
 \end{array}$$

El mayor valor de la última clase iguala al valor más alto en el conjunto de datos, es decir que $b = ax^n$. Así es posible calcular el valor de x , y con sólo multiplicar obtener los límites de clase

2.7.3. INTERVALOS IRREGULARES

En los sistemas anteriores los límites de clase son impuestos al utilizar la regla matemática del sistema seleccionado, de forma que del cálculo del tamaño de los intervalos se desprenden unos valores, que son los que rompen en el continuo de la distribución y son los que se emplean después como límites de los intervalos. De algún modo, son unos límites impuestos o forzados.

Sin embargo antes de elegir el sistema de clasificación es sin duda muy útil la observación de los datos, utilizando por ejemplo gráficos, como la curva de frecuencias. Se trata de conocer cómo se comportan los datos, observar qué tendencias siguen, ver si su crecimiento es constante o si hay cambios bruscos en el comportamiento del dato. Nos interesa también saber en qué regiones hay más observaciones, dónde se acumulan y dónde se dispersan

Puntos de ruptura

En la observación anterior quizá se manifiesten claramente los llamados puntos de ruptura naturales de la distribución. Son puntos de ruptura aquéllos que representan puntos significativos de ésta, irregularidades que pueden corresponderse con puntos de inflexión, cambios de pendiente, ausencia del dato.

Una vez determinados estos puntos críticos los intervalos son los que se desprenden naturalmente. De este modo podrán ser completamente irregulares, por ejemplo: 0-10; 10-25; 25-40; 40-60; 60-75 donde los intervalos de clase son respectivamente de: 10, 15, 15, 20 y 15 (de ahí el incluirlos en este epígrafe de intervalos irregulares) sin atender a ninguna regla lógica.

Si estos límites propios de la distribución son claros y están bien definidos, resulta interesante seleccionar los intervalos empleando como guía dichos puntos de ruptura, procediendo en sentido contrario al del caso de los intervalos de igual tamaño o de los intervalos en progresión: En ellos los límites son consecuencia de la aplicación del tamaño del intervalo, y son ajenos a la distribución. En este otro caso se parte del conocimiento de los límites – que no son ajenos a la distribución – desprendiéndose de ellos los intervalos.

Este tipo de clasificación puede utilizarse para realzar elementos que con otros sistemas pasarían desapercibidos. Para observar la distribución de los eventos en

el conjunto de la información, pueden construirse una serie de gráficos que proporcionen una imagen adecuada de la distribución de las características

Límites exógenos

En ocasiones resulta interesante incluir como límites de intervalos ciertos valores que siendo ajenos a los datos observados, son significativos para la variable. Se trata de valores importantes para el tema en cuestión, aunque no representen un límite natural en la distribución que corresponda representar. Tienen un significado en sí mismos y son ajenos al conjunto observado, de donde viene su denominación

2.8. CONCLUSIONES

La clasificación de datos en intervalos es un proceso de generalización que afecta a la superficie estadística correspondiente, donde se uniforman sus pequeñas irregularidades. No obstante se deben intentar mantener los rasgos más destacados de cada distribución, de modo que si entre los datos existe alguno excepcional, éste debe constar como tal en el mapa.

Se debe intentar seleccionar las clases de manera que se mantengan las características más significativas de la distribución, abarcando todo el rango de datos y sin que existan claves vacías. Asimismo resulta conveniente dividir los datos en grupos de números de observaciones razonablemente similares, así como buscar una relación lógica en los tamaños de los intervalos pues facilitará la lectura

La clasificación basada en la distribución normal sólo debería utilizarse cuando la distribución de datos se asemejara a una distribución normal, y es particularmente útil cuando el propósito del mapa es mostrar la desviación respecto a la media del conjunto. En estos casos normalmente las categorías queden limitadas a seis clases.

Los cuantiles no deberían utilizarse en el caso en que los tamaños de los corogramas variaran considerablemente. Para utilizar cuantiles de superficie, precisaríamos también de corogramas de tamaños similares.

Una progresión aritmética será adecuada cuando la gráfica de la distribución del conjunto de datos se asemeje a una progresión aritmética, y lo mismo ocurriría con las progresiones geométricas, que serán aplicables cuando la gráfica tienda a mostrar una progresión geométrica

Los puntos de ruptura de la distribución nos proporcionarán grupos de valores homogéneos, lo que sin duda es deseable, y su utilización será interesante cuando dichas rupturas queden claramente definidas. Además este sistema puede utilizarse junto con algún otro sistema de clasificación.

Vistos los distintos tipos de clasificación para un mismo conjunto de datos, sólo queda ver cuál de ellos es el que mejor se adecúa a la distribución real de los mismos. Para ello se puede construir la superficie estadística correspondiente a la distribución real y las correspondientes a las clasificaciones. La más parecida al modelo real es la correspondiente a la mejor clasificación para el conjunto de datos

III MAPAS DE SIMBOLOS PROPORCIONALES

3.1. INTRODUCCIÓN

Esta técnica se basa fundamentalmente en seleccionar una forma (círculo, cuadrado, triángulo) e ir variando su tamaño en proporción a las cantidades que se tengan que representar. Esto conduce a una representación muy utilizada en el campo de la cartografía cuantitativa, fácil de interpretar ya que la asociación de cantidades a los tamaños resulta muy intuitiva.

Los símbolos se utilizan para representar cantidades totales asociadas a puntos o a superficies, en cuyo caso se consideran como entidades puntuales, aunque realmente posean una extensión superficial

3.2. ELECCIÓN DE LA FORMA

El símbolo elegido puede ser un símbolo lineal (barras), superficial (círculos, cuadrados...) o volumétrico (esferas, cubos...). El más antiguo y utilizado es el círculo, posiblemente por su forma compacta y fácil de construir manualmente. Además resultan visualmente muy estables.

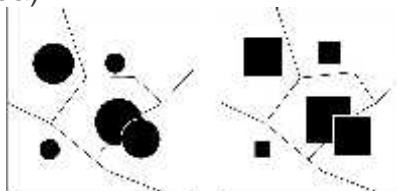
Por otro lado el cálculo del área se simplifica cuando empleamos figuras de este tipo; resulta más fácil calcular los tamaños de círculos y cuadrados que figuras de geometrías más irregulares. No obstante, necesidades de diseño pueden aconsejarnos utilizar otras formas, como las volumétricas, en cuyo caso también recomendaremos utilizar antes esferas que cubos

3.3. ESCALADO

3.3.1. ESCALADO DE FORMAS LINEALES

Si utilizamos formas lineales para el mapa, como por ejemplo barras, el escalado de los símbolos será sencillo. Gráficamente podemos calcular su altura trazando a escala sobre un eje horizontal los valores a representar, y levantando sobre el eje OY dos barras; una la mínima visualmente aceptable que corresponderá al valor mínimo, y otra - la más larga- que corresponderá al valor máximo.

Las barras se interpretan fácilmente como símbolo ya que la comparación visual de las longitudes es buena, siendo lineal la relación estímulo/respuesta (longitud de la barra/longitud percibida)



3.3.2. ESCALADO SUPERFICIAL

En el caso de los símbolos superficiales, el escalado se hará relativo a la superficie. Es decir, el valor será proporcional a la superficie del círculo, cuadrado etc. Por lo tanto, en el caso de los círculos, el radio será proporcional a la raíz cuadrada del valor. Explicamos esto en un apartado posterior

3.3.3. ESCALADO VOLUMÉTRICO

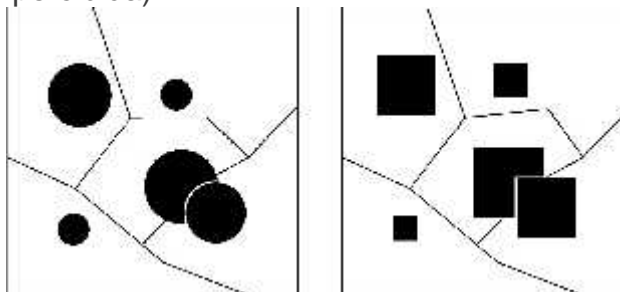
En el caso de que tengamos una gama de valores muy amplia –gran diferencia entre el menor y el mayor valor– puede ocurrir que no podamos escalar ni lineal ni superficialmente, pues al elegir un símbolo mínimo legible para representar el menor de los valores, nos encontraríamos con símbolos demasiado grandes para el resto de los datos. Ocuparían toda la superficie del mapa. (Para entender esto mejor, se sugiere probar a representar por círculos el número de habitantes de las capitales de las provincias españolas por ejemplo.)

Para salvar esta dificultad, podemos utilizar símbolos volumétricos, ya que en este caso, representaremos el valor haciendo que el volumen sea proporcional al mismo. La utilización de las esferas por ejemplo, se haría teniendo en cuenta su proporcionalidad a la raíz cúbica del valor, en tanto que los círculos se construirían a partir de a raíz cuadrada

3.3.1. ESCALADO DE FORMAS LINEALES

Si utilizamos formas lineales para el mapa, como por ejemplo barras, el escalado de los símbolos será sencillo. Gráficamente podemos calcular su altura trazando a escala sobre un eje horizontal los valores a representar, y levantando sobre el eje OY dos barras; una la mínima visualmente aceptable que corresponderá al valor mínimo, y otra - la más larga- que corresponderá al valor máximo.

Las barras se interpretan fácilmente como símbolo ya que la comparación visual de las longitudes es buena, siendo lineal la relación estímulo/respuesta (longitud de la barra/longitud percibida).



3.3.2. ESCALADO SUPERFICIAL

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

etc. Por lo tanto, en el caso de los círculos, el radio será proporcional a la raíz cuadrada del valor. Explicamos esto en un apartado posterior

3.3.2.1. Escalado de los círculos

El círculo es un símbolo superficial por lo que la superficie del círculo debe ser proporcional al valor que representa, es decir proporcional a $P r^2$, o lo que es lo mismo a r^2 , de modo que el radio será proporcional a la raíz cuadrada del valor.

En un segundo paso definiremos el radio de uno de los extremos mediante un radio aceptable para el mapa –según su escala, información y otros condicionantes.

Calcularemos después el valor unitario, ya que si el radio del círculo mayor (1600) no debe pasar de los 10mm (equivalentes entonces a 40 unidades), un milímetro equivaldrá a 4 unidades

Este valor unitario "4" se selecciona de modo que el valor mayor, no sea demasiado grande y el menor no sea demasiado pequeño. Los radios de los círculos para los otros valores se pueden calcular ahora con facilidad: 900—7.5 mm, 400—5 mm, 100—2.5 mm.

Ya sabemos cómo escalar matemáticamente los círculos. Sin embargo, esas diferencias matemáticas no coinciden con las diferencias percibidas. Los resultados de diferentes estudios indican que el receptor de la imagen no responde, a las propiedades geométricas de los símbolos de forma lineal. Se ha demostrado que existe una tendencia general a subestimar los tamaños, más aún los de los círculos mayores. Es decir, un círculo no se estima como el doble que otro, cuando en realidad lo es, siendo esta subestimación mayor con el aumento del tamaño.

Por lo tanto, lo que en realidad estamos haciendo al escalar los círculos tal y como se explicó, es reducir el tamaño aparente de los círculos mayores con respecto al de los menores con lo que la importancia visual de estos últimos se verá aumentada.

Para compensar esto podemos aumentar sistemáticamente el área de los círculos, atendiendo a factores de percepción, y obteniendo así un 'escalado aparente' de los círculos. Basándonos en los estudios de Flannery en lugar de tomar las raíces cuadradas de los datos, podemos seguir el siguiente procedimiento:

1. Determinar el logaritmo de los datos
2. Multiplicar estos por 0.57
3. Determinar los antilogaritmos
4. Dividir los valores por el valor unitario

En cualquier caso el escalado aparente tampoco compensa totalmente la subestimación de las áreas en la lectura. Por ello puede llegar a ser mejor elegir tamaños suficientemente diferenciados, sistema válido únicamente para el caso en que los datos se hayan clasificado en intervalos y la simbolización no se realice uno a uno (ver punto 3.3)

3.3.2.2. Valor unitario y colocación de los círculos

Dijimos que la unidad de valor utilizada para calcular los tamaños de los círculos debe seleccionarse de forma que la imagen total del mapa de una buena impresión visual de la distribución cuantitativa de los fenómenos. La ilustración muestra el efecto del uso de tamaños extremos del círculo.

En los siguientes la información cuantitativa es igual en todos los mapas, pero la impresión visual de los mismos es bien diferente.

La posición donde se ha de colocar el símbolo está determinada por la localización del dato y a menudo los símbolos ocupan un espacio considerable en el mapa. De hecho con frecuencia se solapan unos con otros, lo que no causa demasiados problemas en el caso de que puedan dibujarse de forma que no exista equivocación respecto a su localización.

3.3.2.3. Percepción de los círculos

Además también queremos recordar aquí que la percepción del valor de los círculos también se ve afectada por los que están a su alrededor, y no existe una solución concreta para paliar los efectos que ya se comentaron. Estos afectarán al resultado de nuestros mapas y por eso los deberemos tener en cuenta. Recordemos que:

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

Si el círculo está rodeado de otros de igual tamaño, lo normal será percibirlo como mayor o menor que los que le rodean, pero no igual.

No obstante estos efectos se ven reducido si incluimos líneas internas entre las unidades

3.3.2.4. Escalado de círculos para intervalos

Podemos afirmar que no es aconsejable realizar un escalado rígido de los círculos por dos razones:

1ª las limitaciones de nuestra percepción (mayor para los símbolos tridimensionales, menor para los lineales).

2ª cuando el usuario del mapa utiliza la leyenda para relacionar un círculo determinado con su valor, lo que realmente hace es una interpolación visual.

Comprueba si el círculo que él ha tomado es mayor o menor que el círculo que aparece en la leyenda para un valor determinado.

Por todo esto el cartógrafo puede decidirse por no representar 'literalmente' cada valor, es decir, crear un símbolo diferente por cada dato que vaya a aparecer en el mapa. En ese caso, se puede decidir por clasificar todo el conjunto de datos en intervalos de clase y representar mediante círculos suficientemente diferentes, no cada valor, sino cada intervalo, asociando a la media o mediana de cada uno un círculo claramente diferente al resto.

En este caso, la conexión entre mapa y leyenda, no cabe duda de que será más rápida, ya que todos los elementos del mapa estarán contenidos en su leyenda. Así, el problema de la subestimación de las superficies se ve paliado, aunque claro está, estaremos proporcionando un mapa menos rico en este caso.

Tendremos que sopesar de nuevo qué es lo que nos interesa más. La clasificación de los datos facilitará la lectura del mapa, pero obligará a que se eliminen algunos contrastes entre valores. La representación uno a uno, mostrará todas las diferencias que existan para el dato, pero su lectura podría verse dificultada.

En cualquier caso, pensamos que un mapa de este tipo debe transmitir las cantidades relativas existentes entre los distintos puntos, además de dar una idea de las cantidades máximas y mínimas. Por ello, nos inclinamos hacia la segunda opción, ya que con un escalado adecuado y con la ayuda de una buena leyenda, puede resolverse el problema de la lectura. Además, siempre se podrían tabular los datos aparte en caso necesario, fuera del marco del mapa.

3.3.3. ESCALADO VOLUMÉTRICO

En el caso de que tengamos una gama de valores muy amplia –gran diferencia entre el menor y el mayor valor– puede ocurrir que no podamos escalar ni lineal ni superficialmente, pues al elegir un símbolo mínimo legible para representar el menor de los valores, nos encontraríamos con símbolos demasiado grandes para el resto de los datos. Ocuparían toda la superficie del mapa. (Para entender esto mejor, se sugiere probar a representar por círculos el número de habitantes de las capitales de las provincias españolas por ejemplo.)

Para salvar esta dificultad, podemos utilizar símbolos volumétricos, ya que en este caso, representaremos el valor haciendo que el volumen sea proporcional al mismo. La utilización de las esferas por ejemplo, se haría teniendo en cuenta su proporcionalidad a la raíz cúbica del valor, en tanto que los círculos se construirían a partir de a raíz cuadrada

3.3.3.1. Percepción de volúmenes: ESFERAS

Las cantidades representadas por volúmenes adolecen de un importante inconveniente, y es que, una vez más, la relación estímulo – respuesta perceptiva no es lineal. Recordemos el caso de la subestimación de áreas; en el caso de los volúmenes esta subestimación se agudiza y se tiende a comparar con los valores la superficie ocupada por la esfera sobre el papel, en vez de compararlos con su volumen.

Por lo tanto, mediante las esferas se complica la lectura del mapa, ya que cuesta estimar adecuadamente los datos individuales, e incluso la percepción de las diferencias entre datos resulta difícil. Sin embargo, es verdad que su utilización resulta atractiva para el potencial lector o usuario, lo que siempre es una ventaja.

Si no se puede realizar la representación por otro medio diferente al uso de volúmenes (por los datos), será conveniente realizar pruebas y prestar especial atención al escalado, pensando también en la posibilidad de adoptarlo para intervalos definidos.

Si a pesar de todo no se obtiene un mapa adecuado, habrá que pensar en otras soluciones. En algún caso podría ocurrir por ejemplo que no fueran necesarios todos los datos para la comprensión de la distribución, y en otro caso podríamos decidirnos por otro sistema de cartografiado diferente

3.4. PUNTOS Y CÍRCULOS

La utilización de estas dos técnicas conjuntamente, puede resultar muy efectiva para superar alguna dificultad en el diseño del mapa. Por ejemplo si queremos representar la distribución de la población a escalas pequeñas, mediante puntos podríamos indicar la dispersión de la población rural, y representar mediante círculos la concentración de la población urbana. Resolvemos así de forma satisfactoria problemas como el planteado en el apartado anterior.

En el caso de que el rango de los datos fuera demasiado grande, podríamos también combinar puntos y esferas

3.5. LEYENDAS

La relación entre el tamaño del círculo y la cantidad que representa debe indicarse en el mapa. Afirmar que el tamaño de los círculos se hace proporcional a la cantidad no es suficiente existiendo varias soluciones, como se muestra más abajo.

Un grupo de círculos anidados (círculos completos o medios círculos) es una posibilidad. Esta solución es favorable si queda poco espacio en el mapa para el diagrama explicativo. Además se mejora la posibilidad de comparación visual de los tamaños con respecto a las leyendas de círculos concéntricos.

En el caso de que las cantidades sean representadas en intervalos de clase, y sólo se utilice un número limitado de tamaños, en la leyenda se mostrarán todos éstos con sus intervalos indicados.

Por supuesto esta serie de círculos también puede colocarse verticalmente. Esto tiene la ventaja de que se dispone de más espacio a ambos lados de los círculos para su valor. Esta disposición alineada de los círculos (horizontal o vertical) tiene la ventaja de ser la más fácil de entender por cualquier usuario.

3.6. CONSIDERACIONES

Puede ocurrir que entre los datos existan direcciones o tendencias que como en cualquier otro tipo de representación es necesario mostrar. Si el dato crece en unos lugares y decrece en otros será necesario indicarlo con claridad en la representación, mediante colores diferentes o mediante otras soluciones.

Cuando necesitemos poder comparar datos relacionados entre sí, bien en un solo mapa bien en varios diferentes, será obligado el uso de un único valor unitario para todos los símbolos.

Por último queremos comentar que esta técnica se ve favorecida cuando los datos no son excesivamente uniformes, de forma que la representación sea expresiva y no monótona o aburrida. Es decir, que exista cierto movimiento o contraste entre las barras, círculos, cuadrados elegidos...

IV. MAPAS DE PUNTOS

4.1. INTRODUCCIÓN

En los mapas de puntos la información cuantitativa se representa por medio de la repetición de puntos que, a diferencia de los mapas de símbolos proporcionales, no varían en tamaño. El principio en el que se basan es elemental; cada punto representa un valor unitario, de forma que se acumulan y repiten hasta alcanzar el valor que tengamos que representar en cada zona.

Convencionalmente se utiliza el punto. No obstante cualquier forma de tamaño adecuado sería válida para obtener un mapa de este tipo.

Los datos deberán estar en forma absoluta, pues la expresión de densidad que se busca mediante la confección de este mapa, viene dada por el número de puntos que representen cantidades absolutas. Además, aunque se pueden representar mediante este sistema datos asociados a fenómenos continuos, es más adecuado utilizarlo para representar datos de naturaleza discreta (ver tema 7: Fenómenos geográficos)

4.2. CONSIDERACIONES

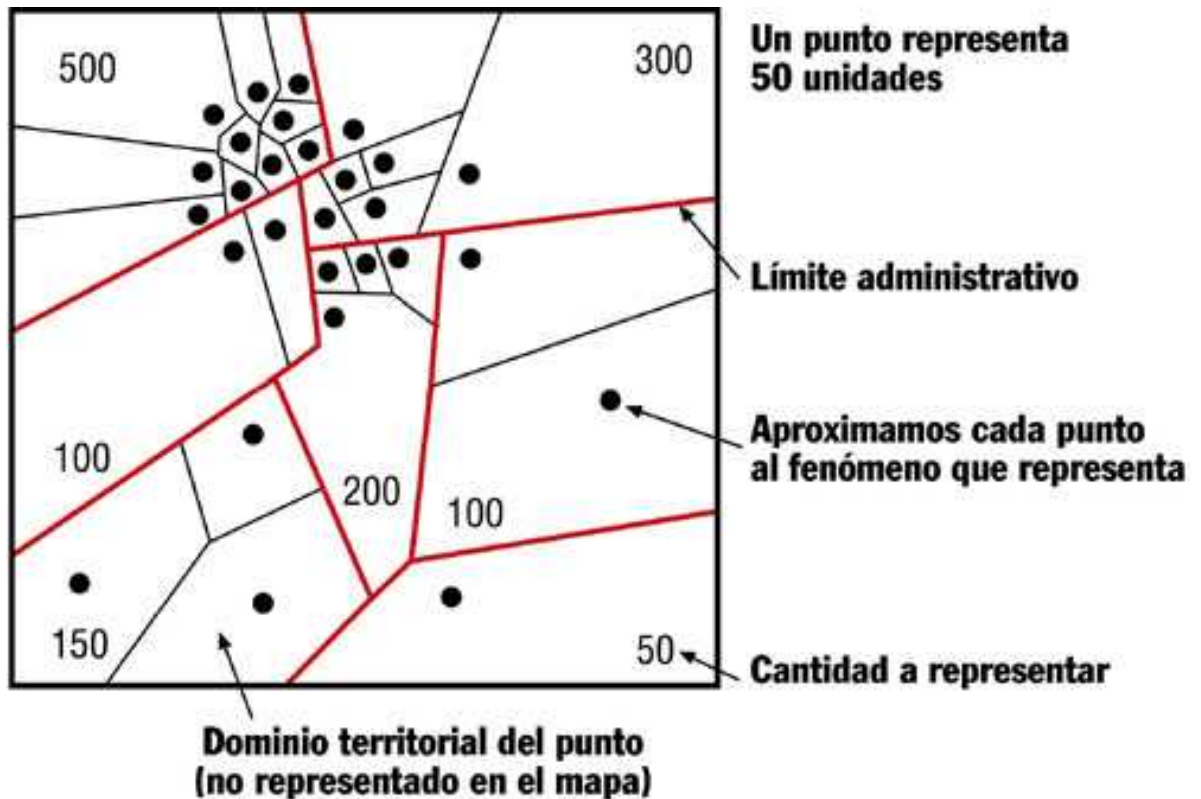
En el caso más simple un punto representa una unidad. Se selecciona un símbolo puntual para representar cada elemento discreto de la distribución y se coloca en la localización geográfica correspondiente dentro de cada unidad administrativa.

No obstante, normalmente un punto representará múltiples unidades. Entonces habrá que decidir acerca de ciertas cuestiones que comienzan a complicarse como la posición de cada punto, su tamaño y su valor. Se pasa ahora por tanto a estudiarlas con el siguiente orden: Localización, valor y tamaño del punto, distribución de los puntos y por último el diseño de la leyenda

4.3. LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

Generalmente un punto **no** tiene como valor la unidad, sino un valor superior.

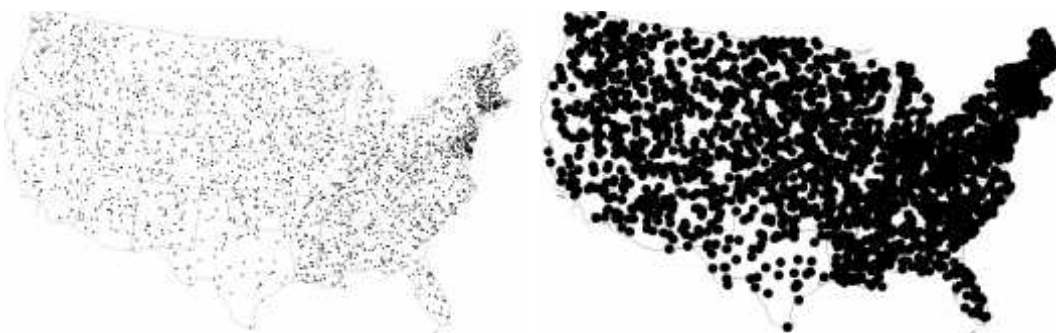
La localización del punto en el mapa tiene que ser una especie de "resumen de localizaciones". Es decir, el punto representa la distribución del dato en un área – dominio territorial del punto– y no en un punto, para lo que situaremos el punto según el principio del centro de gravedad - generalización de la distribución - el centro de gravedad se determina sustituyendo cada par de puntos por uno nuevo, hasta quedarnos por único punto en la zona unitaria



4.4. TAMAÑO Y VALOR DEL PUNTO

Al hablar del diseño de este tipo de mapas es importante considerar ciertos aspectos formales del símbolo puntual elegido, ya que sus variaciones influyen notablemente en los resultados.

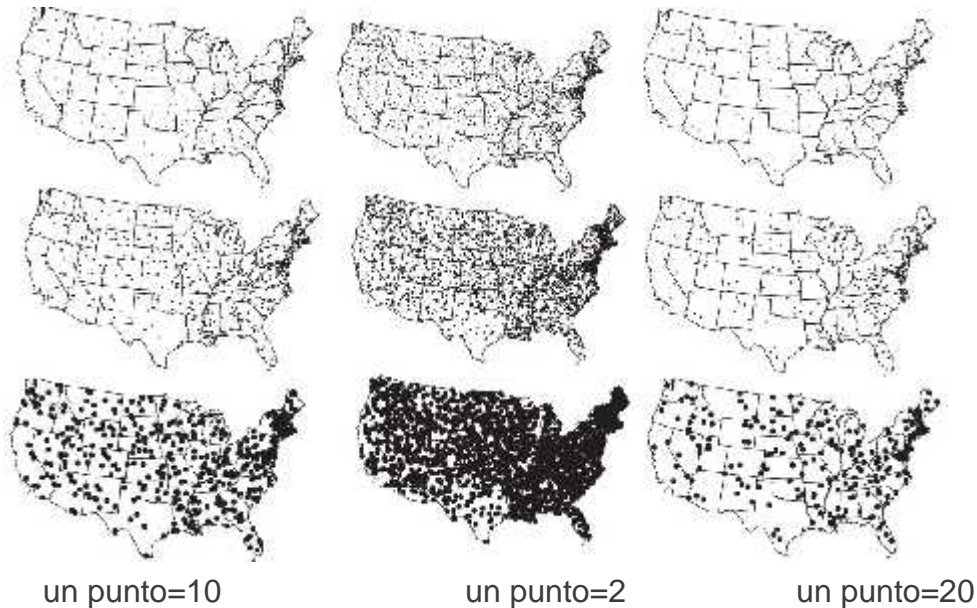
Tamaño del punto: Si el punto es muy grande: cubrirá mucha superficie del mapa existiendo muchos solapes entre puntos teniendo una apariencia tosca, lo que no es deseable. Un punto demasiado pequeño: proporciona un mapa de aspecto vacío



Valor del punto: Si éste representa un alto número de unidades en el mapa aparecerán pocos puntos, siendo difícil poder mostrar la distribución de la variable

de forma adecuada. Cuando el punto represente un número demasiado bajo para el mapa, la gran masa de puntos necesarios podría llegar a solaparse en toda la superficie cartografiada.

Tamaño y valor del punto: Deben ser analizados de forma combinada en cada mapa, ya que el tamaño depende del valor que vaya a representar el punto para un mapa dado



4.5. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS

La disposición de los puntos en el mapa sigue uno de los dos principios que se explican más abajo: Pueden distribuirse de forma regular sobre el área, con lo cual sólo se proporciona información numérica o se puede aportar una imagen más realista de la distribución basándonos en factores geográficos relacionados con la variable a representar.

DISTRIBUCIÓN REGULAR: Este tipo de distribución es adecuada cuando la información disponible para la construcción del mapa de puntos, está limitada a la cantidad del dato por superficie (en general una unidad administrativa) y no se pueden encontrar otras fuentes que puedan ayudar a deducir localizaciones más concretas. Entonces el número de puntos que representen la cantidad, deben situarse uniformemente sobre el área en forma de rejilla regular.

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE ENUMERACIÓN: Para realizar un mapa de puntos, se dispone de una serie de datos que en la práctica están asociados a unidades de enumeración, normalmente de tipo administrativo. Son datos por municipios, provincias, comunidades etc. Por lo tanto, cuanto menor sea el tamaño

de la unidad de recogida de los datos, más realismo de puede aportar en la imagen de la distribución final de los puntos.

Se considera ideal trabajar con la información disponible para unidades de enumeración de, al menos, un nivel inferior a la final. Si en un mapa de puntos de España, van a distinguirse las comunidades, se trabaja con información cuantitativa para provincias, obteniendo así una distribución de los puntos más sujeta a la realidad que si se trabaja con datos por comunidades.

DISTRIBUCIÓN EN BASE A FACTORES GEOGRÁFICOS: Si además de información numérica se dispone de otras informaciones geográficas, también es posible obtener un modelo de distribución más realista. Esta información se puede encontrar en diversas fuentes que aporten información sobre la distribución del fenómeno tratado; mapas topográficos, de suelos, de vegetación etc. Se trata de encontrar mediante su ayuda, áreas en las que el dato no pueda aparecer por razones lógicas, o pueda estar sujeto a otras limitaciones.

Este mapa sirve para indicar sobre él en qué zonas pueden repartirse los puntos correspondientes cada unidad administrativa. El número correspondiente a cada una solamente podrá dibujarse los polígonos formados por dichas sobre las zonas vacías o en blanco en la figura.



4.6. LA LEYENDA

La leyenda para este tipo de mapa en principio puede limitarse a una frase del tipo, 'un punto equivale a 25 cabezas de ganado'. No obstante este tipo de leyenda, puede no resultar suficiente.

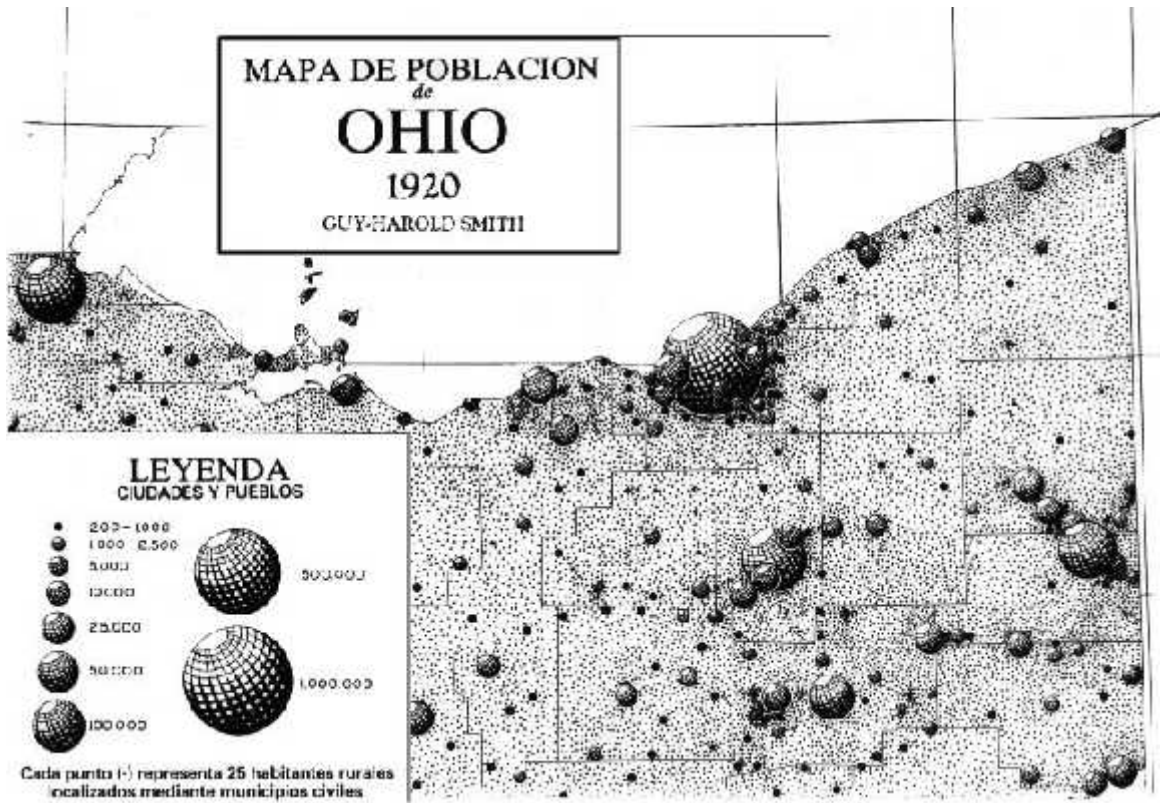
Puede completarse la leyenda y facilitar la lectura del mapa si además de la especificación del valor del punto, se entresacan tres muestras gráficas de densidades del mapa. Dos para las extremas y una para la densidad intermedia, respetando la escala del mapa para dichas muestras. Esta solución proporciona un aspecto gráfico de densidad

4.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MAPAS DE PUNTOS

Son mapas fáciles de entender e ilustran efectivamente la variación de densidades espaciales, mejor si son de naturaleza discontinua. En caso de que el mapa esté pensado para ello, se puede llegar al valor original de los datos (al menos aproximado) y resulta posible ilustrar más de una variable eligiendo puntos de diferentes colores.

Por otro lado el estudio de los factores que controlan la distribución de la variable en el mapa, y la adquisición y tratamiento de esta información, lleva tiempo y en consecuencia dinero. Además si el mapa se ha realizado para describir la densidad espacial relativa, normalmente no es posible llegar a los datos originales, y viceversa.

Visto lo anterior, será necesario sopesar las ventajas y desventajas del método para un tema determinado, antes de decidirse a hacer un mapa de este tipo



5. MAPAS DE ISOLÍNEAS

5.1. INTRODUCCIÓN

La técnica de isolíneas es una de las más importantes en el cartografiado cuantitativo, siendo, junto con los mapas de coropletas, los que proporcionan buena parte del volumen de mapas temáticos cuantitativos que se producen.

Cualquier fenómeno que varíe en magnitud de forma continua en los distintos puntos de un territorio sea real o conceptual, es susceptible de representarse mediante isolíneas. Al ser estos fenómenos semejantes a la altitud sobre el nivel del mar, resulta adecuado utilizar el principio de las curvas de nivel para su representación, uniendo todos aquellos puntos en donde la variable tome el mismo valor se obtienen las líneas isométricas correspondientes.

De esta manera cada tipo de curva particular toma un nombre determinado. Si las curvas son los lugares geométricos de puntos de la misma altitud se llamarán isohipsas; si se trata de igual declinación magnética, isógonas; igual nubosidad, isonefas etc.

Es importante destacar que en la confección de este tipo de mapa, la representación total ha de obtenerse a partir de un número limitado de observaciones - población estadística - y que el dibujo de las isolíneas procede por tanto de interpolación.

Como ocurre con los mapas de tintas hipsométricas, se pueden colorear los espacios interlineales con gamas de colores –isocoropletas–. La misión del color en este caso es facilitar la lectura del mapa, puesto que la información se halla en los símbolos lineales

5.2. CONSTRUCCIÓN DEL MAPA DE ISOLÍNEAS

De forma general los pasos a seguir para la confección de un mapa mediante esta técnica son los siguientes:

- Observación del dato en una serie suficiente de puntos.
- Inferencia de valores al resto de la zona (interpolación).
- Selección de intervalos.
- Diseño del mapa; colores, líneas, rótulos etc.

5.2.1 PUNTOS DE CONTROL

En el caso de dibujar las curvas de nivel para un mapa de gran escala, puede medirse la altitud de una serie de puntos suficientes para definir el volumen del terreno de forma adecuada a la escala final del plano. Los puntos necesarios para representar una zona de pendiente uniforme, son insuficientes para la definición

de otra zona más movida. A nuestro criterio queda seleccionar el número de puntos sobre los que efectuar las medidas correspondientes.

Sin embargo al cartografiar otros temas lo normal es disponer de un conjunto de datos que se proporciona, sin que exista modo de ampliar el número de observaciones o de mejorar su precisión. Podemos decir que la situación del punto de control —en donde se efectúa la medida— es conocida y viene de alguna manera ‘impuesta’ —por la propia ubicación de los observatorios meteorológicos por ejemplo—. Tenemos así las posiciones x , y (ó l , F) de los puntos y los valores z equivalentes al dato en ellos observados.

En el caso de poder influir en la selección de puntos de control se prefiere que éstos formen una red triangular, que no formen redes en filas y columnas para evitar equívocos en la interpolación.

El número de puntos de control es importante ya que a mayor cantidad, mejor será la representación del volumen. El grado de exactitud aumenta espectacularmente con dicho número, aunque también es verdad que sobrepasado un cierto límite no existe mejora en la calidad de lo representado.

5.2.2. INTERPOLACIÓN

La observación de todos los puntos de la zona a cartografiar es imposible en la práctica para la mayoría de los temas que se nos ocurran; estimamos los valores intermedios trazando las isolíneas partiendo de los datos conocidos y asumiendo la continuidad del fenómeno representado. Es decir, el utilizar este sistema de cartografiado implica suponer que la distribución es continua y regularmente ondulada, esto equivale a suponer la continuidad del fenómeno y un gradiente lineal entre las z conocidas, lo cual no siempre es cierto (densidad de población en zonas urbanas).

Por lo tanto, para curvas trazadas manualmente se asume un gradiente lineal en la construcción de las isolíneas. Pero si existen y se conocen teorías a tener en cuenta —como en la densidad de población en donde el gradiente tiende a ser curvilíneo—, hay que aplicarlas. Para ello utilizaremos aplicaciones informáticas que permitan elegir otros sistemas de interpolación no lineales y que se ajusten más a la distribución a representar.

En el caso de necesitar más información o detalle, siempre se puede aproximar más el mapa al modelo original, aumentando los puntos de control y afinando así la curva resultante aunque la interpolación se hubiera realizado linealmente.

Al utilizar este método de cartografiado cuantitativo el número de puntos de control, sus localizaciones y el modelo de interpolación seleccionado son tres factores determinantes, que afectarán conjuntamente a la exactitud del trazado de las isolíneas.

5.2.3: SELECCIÓN DEL INTERVALO

Es imposible mostrar todas las curvas, por lo tanto, debemos decidir cuáles figurarán en el mapa. Lo más adecuado y lógico en un mapa de isolíneas es que los intervalos sean iguales, o dicho de otro modo, que los planos horizontales que cortan la superficie estadística, sean equidistantes. Sin embargo hay excepciones impuestas por ciertos valores significativos dentro de cada tema.

No obstante la utilización de un único intervalo puede resultar difícil en muchos casos debido a que a menudo las distribuciones geográficas presentan 'grandes inclinaciones' o rangos de valores extremos muy amplios. Ello puede llevarnos a elegir algún otro tipo de selección de intervalos, para lo cual puede resultar útil algún método gráfico como una curva de frecuencias o un gráfico de dispersión por ejemplo

5.3. DISEÑO FINAL DEL MAPA

Si no se utilizan colores debe procurarse la dominancia visual de las líneas en el mapa, para lo que se utilizarán líneas sólidas y de grosor suficiente para asegurar que destacan sobre el resto de los elementos gráficos. Existen casos, donde además se requiera la representación de algunos puntos de control con sus "cotas", que no tendrán por qué ocupar un lugar tan destacado en la jerarquía visual.

Acotación de líneas: Conviene acotar las líneas para facilitar la lectura, sin saturar la hoja. Recomendamos tamaños discretos - no demasiado grandes pero suficientes para una cómoda lectura- y evitar las posiciones que obliguen al rótulo estar boca abajo.

Uso del color: La utilización de colores en estos mapas pretende únicamente facilitar su lectura, puesto que el dato está siendo representado por elementos lineales -isolíneas- y no por medio del color.

La leyenda: Es necesario que se reflejen las unidades de las isolíneas así como los intervalos de clase, y en el caso de que se realice un mapa de isocoropletas o coloreado del espacio interlineal, en la leyenda aparecerán además los colores elegidos indicando los intervalos a los que se corresponden de manera ordenada

5.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MAPAS DE ISOLÍNEAS

Dentro de los mapas de isolíneas se distinguen los de líneas isométricas o isaritmas de los de isopletas. El principio de su construcción es el mismo pero se diferencian en la naturaleza de los datos que generan estos mapas.

En los Mapas de isolíneas podemos distinguir dos tipos de datos que son por un lado los valores absolutos y por otro los valores derivados, dentro de los cuales están los datos relativos a unidades de superficie.

Las líneas isométricas (isaritmas) se obtienen a partir de datos (absolutos o derivados) que ocurren en puntos del territorio (lo que hemos visto anteriormente) y pueden realizarse con:

- Valores absolutos que son reales y existen como tal (ej.: altitudes, temperaturas, precipitaciones, grosores de estratos rocosos, etc.). Los datos de muestra se verán afectados únicamente por los errores de observación cometidos y los de su especificación espacial (en x e y).
- Valores derivados que no se dan de forma física en un punto, como promedios, proporciones..., pero representan cantidades que se aplican al punto para el que se calcularon (ej.: temperaturas medias, halladas a partir de diversas observaciones realizadas en un punto). Este tipo de dato, está sujeto a un mayor error que el dato real (absoluto) que se da en el punto.

Los mapas de isopletas se trazan a partir de datos que no ocurren sobre puntos sino por unidad de área. Los valores (z) que se utilizan consideran de forma directa o indirecta la superficie, para representar mediante isolíneas fenómenos como la densidad de población, el aprovechamiento por hectárea o la proporción de las tierras de cereales respecto del total de tierras de cultivo de la zona cartografiada.

En este caso sólo podremos hallar un valor medio para una unidad de superficie especificada y como cada unidad de superficie representa un agregado de puntos, ninguna ubicación puntual única puede tener tal valor. Sin embargo si pretendemos representar por medio de isolíneas variables de este tipo será necesario suponer la existencia de tales valores z en puntos concretos

5.5. LA CONSTRUCCIÓN DEL MAPA DE ISOPLETAS

El problema que conlleva este tipo de mapas es la localización de los puntos de control. Los datos se recogen por áreas y normalmente a cada área le corresponde un único punto que representará el "promedio" de la distribución en esa zona.

Si la unidad es regular y su distribución dentro de ella uniforme, basta con elegir el centro del área. Como esto no tiene por qué ser así, el punto se coloca según sea la distribución dentro de dicha unidad, buscando mejor el centro de gravedad de su distribución interna. El número de puntos que así se determinen debe ser suficiente para la interpolación de las líneas sin ambigüedad y deben distribuirse regularmente –dentro de lo posible– a lo largo del mapa.

Son unidades de área las superficies de las que se parte para hacer el mapa, a partir de las cuales tenemos datos y se trata normalmente áreas político-administrativas: La precisión del mapa resultante depende de su número y tamaño (en relación inversa para la misma escala), así como de la escala elegida para el mapa.

Un alto número de áreas para una escala muy pequeña no ofrece grandes problemas a la hora de localizar el punto de control. Sin embargo una gran escala con pocas áreas definidas, obligaría a ser muy cuidadosos con la localización de los puntos de control, e incluso a no utilizar esta representación, decisión que debe considerarse. Asimismo las diferencias en los tamaños de las áreas suponen diferentes niveles de precisión en el mismo mapa, lo cual tampoco es deseable en ninguna circunstancia.

Para la realización de un mapa de isopletas puede sugerirse el realizar primero un mapa de puntos previo y utilizar una superficie de control sobre la cual poder calcular las densidades que se asignarán a un punto único.

5.6. TERMINOLOGÍAS

El amplio uso que se da a este tipo de cartografiado, ha llevado a lo largo del tiempo a dar nombre propio a multitud de líneas dependiendo de lo que representen. Resultan conocidos los términos:

- isoclinas / declinación magnética
- isosistas / intensidad de un sismo
- isocronas / misma fecha para un acontecimiento

En las representaciones climatológicas tenemos entre otros muchos los siguientes términos:

- isoyetas / lluvias
- isobaras / presión atmosférica
- isohelias / horas de sol
- isocrías / heladas
- isonefas / nubosidad
- isotermas / temperaturas

5.7. USO DE LOS MAPAS DE ISOLÍNEAS

Los mapas de isolíneas sirven para proporcionar una visión global de la configuración de la superficie estadística y para representar la localización de una serie de cantidades. Se elige este sistema cuando al fenómeno le corresponde un volumen suavizado (distribución continua) o se le pueda considerar un volumen de este tipo (densidad de población). Además para su utilización es necesario comprender completamente la distribución de la variable en toda la extensión a cartografiar.

Como ventajas principales destacamos que muestran la distribución total de la variación espacial de un fenómeno. Además permiten tomar medidas para cualquier punto del mapa, ya que la interpolación es posible. Por otro lado se

adapta fácilmente a distintos niveles de precisión y detalle, por lo que podemos considerarlo un sistema flexible y la obtención de este tipo de mapa por medios automáticos es hoy en día sencilla.

6. MAPAS DE COROPLETAS

6.1. DEFINICIÓN

Los mapas de coropletas son una forma de cartografiado cuantitativo utilizada para la representación de fenómenos discretos asociados a unidades de enumeración (países, provincias, municipios...) a las que se aplican símbolos superficiales de acuerdo con su valor.

Se asume que el valor dentro de cada unidad de enumeración se mantiene constante y que sólo varía entre unidades.

Un mapa de coropletas puede ser comparado con una superficie estadística escalonada (no suavizada), ya que es simplemente una representación planimétrica de un modelo de datos tridimensional, en donde se consideran superficies y no puntos. En este modelo, la altura de cada prisma será proporcional al valor que tome la variable en la superficie de su base, lo que en el papel se debe traducir utilizando una simbología adecuada.

Normalmente se requiere la captura de datos por cada unidad estadística o administrativa –al que se denomina corograma–, después el diseño de la simbología superficial para estos valores y finalmente se aplicará cada símbolo a aquellas áreas cuyo valor esté dentro de la clase representativa de cada símbolo.

Crecimiento de la población 1980-1990



6.2. LOS DATOS

Por norma general se toman datos de naturaleza discreta: Un fenómeno continuo no puede ser representado por este sistema, ya que sus distribuciones no están controladas por divisiones de tipo administrativo.

Hay que tener presente también que las fronteras de cada corograma no tienen ningún valor asociado (al contrario que en un mapa de isolíneas) y que sólo funcionan como separadores.

En los mapas coropléticos tradicionalmente sólo se aceptan los datos en su forma relativa, pues la diferencia de los tamaños de las unidades administrativas altera la impresión de la distribución (así se evitará la influencia de las áreas en los datos y por lo tanto en la imagen).

En resumen esta técnica será adecuada para temas cuyos datos sean de naturaleza discreta y ocurran dentro de zonas bien definidas. Si los datos no pueden mostrarse de forma relativa entonces no se debe utilizar este sistema

6.3. LOS COROGRAMAS

Se denominan corogramas a las unidades de enumeración en este tipo de mapas. Su número y el tamaño en el mapa, depende del propósito de éste, de su escala y de los datos disponibles. Para una misma escala, el tamaño y el número de las unidades están relacionados entre sí, puesto que a mayor número de unidades, menor será necesariamente su tamaño.

También es importante mencionar que si los corogramas son de tamaños muy diferentes, el grado de generalización de la variación espacial del dato difiere de una zona a otra en el mismo mapa. Esto a menudo es inevitable, ya que se toman como unidades de enumeración las divisiones administrativas establecidas, pero sin duda no es deseable si pretendemos obtener una representación gráfica apropiada mediante esta técnica

6.4. MAPAS DE COROPLETAS SIN CLASES Y CONVENCIONALES

Los mapas de coropletas convencionales representan los datos clasificados mediante intervalos, lo que permite tomar de ellos una información general de forma sencilla y rápida. La forma de clasificación depende del propósito con el que se confeccione el mapa. Podemos mostrar la distribución general clasificando los datos en una serie de intervalos, de forma que una distribución compleja se simplifique con el objeto de facilitar su interpretación.

Realizada una clasificación cualquiera se pierde información pudiéndose distorsionar la distribución original. Por lo tanto es necesario minimizar estos errores a la hora de realizar este tipo de mapa:

- Una forma, es eligiendo el sistema de clasificación en intervalos más adecuado para cada caso, estudiando el conjunto de datos, analizándolo y comparando las imágenes proporcionadas por distintas opciones. Esto es hoy por hoy sencillo de realizar por medio de aplicaciones informáticas.
- Otra forma es confeccionando mapas de coropletas sin clases. No son sencillos de leer debido a los límites de percepción visual. Tampoco son mapas fáciles de interpretar ya que es al lector a quien corresponde realizar un ejercicio de comparación y generalización de los datos para la extracción de sus conclusiones.

Los convencionales obviamente poseen la ventaja de entenderse fácilmente, ya que el análisis y la simplificación de los datos es previamente realizada por el cartógrafo que proporciona una imagen sencilla y simplificada de lo que acontece en la distribución del dato, en tanto que en los mapas sin clases es el lector quien debe realizar mentalmente dicha labor.



6.5. CLASIFICACIÓN DE LOS DATOS

El problema fundamental de la clasificación de datos en intervalos es determinar los límites de cada clase; establecer por qué z debe intersectar cada uno de los planos horizontales a la superficie estadística correspondiente. Y es que con esta decisión se determina qué diferencias entre los datos aparecen representadas en el mapa y cuales se ignoran en la simbolización del mismo.

Los diversos sistemas existentes para agrupar los datos en clases, se pueden clasificar en sistemas con intervalos de clase constante, con intervalos sistemáticamente variables y con intervalos de clase irregulares. Los dos primeros grupos establecen primero el tamaño del intervalo, de lo que se desprenden después los límites. Esto los diferencia de los irregulares, en los que se antepone la definición del límite de clase al tamaño del intervalo. A menudo interesa además contemplar otros datos de propósito geográfico y estadístico que puede ser conveniente destacar en el mapa.

Si entre los datos existe alguno aislado que sea verdaderamente excepcional, bien por su valor bien por otros motivos, éste debe constar como tal en el mapa. Se debería ensayar con distintos sistemas de clasificación y elegir aquél que mejor represente la distribución original

6.6. NUMERO DE CLASES

Cuanto mayor sea el número de clases más detalle ofrece el mapa realizado, por lo que se aporta más información. Sin embargo limitaciones gráficas y de lectura restringen su número: La cantidad de colores diferenciables no es infinito y en la realización de intervalos hay que buscar el equilibrio entre el número de clases legible y la complejidad de la distribución. Es interesante llegado este punto

recordar el tema de la percepción del color y de los valores de gris que no es lineal para el ojo humano

6.7. LÍMITES DE CLASE

El problema fundamental de la clasificación de datos en intervalos es determinar los límites de cada clase; establecer por qué z debe intersectar cada uno de los planos horizontales a la superficie estadística correspondiente. Y es que con esta decisión se determina qué diferencias entre los datos aparecen representadas en el mapa y cuales se ignoran en la simbolización del mismo.

Los diversos sistemas existentes para agrupar los datos en clases, se pueden clasificar en sistemas con intervalos de clase constante, con intervalos sistemáticamente variables y con intervalos de clase irregulares. Los dos primeros grupos establecen primero el tamaño del intervalo, de lo que se desprenden después los límites. Esto los diferencia de los irregulares, en los que se antepone la definición del límite de clase al tamaño del intervalo. A menudo interesa además contemplar otros datos de propósito geográfico y estadístico que puede ser conveniente destacar en el mapa.

Si entre los datos existe alguno aislado que sea verdaderamente excepcional, bien por su valor bien por otros motivos, éste debe constar como tal en el mapa. Se debería ensayar con distintos sistemas de clasificación y elegir aquél que mejor represente la distribución original

6.8. SIMBOLIZACIÓN

Determinado el número de clases, debe elegirse la simbología superficial que se utilizará para representar cada clase. La variación debe ser en términos de claro-oscuro, por lo que la variable visual más adecuada es el valor, que puede combinar con otras variables en caso necesario (siempre generando una jerarquía visual). La manifestación de la propiedad perceptiva ordenada en la simbología que se emplee para el mapa es imprescindible en la consecución de un mapa de coropletas de fácil lectura

6.9. DISEÑO DE LA LEYENDA

Las leyendas para este tipo de mapa son sobradamente conocidas, pero parece interesante destacar aquí algunos aspectos. Por ejemplo, un error que puede ser importante en algunos casos proviene de las clases especificadas en la leyenda, en la que a veces se muestra aumentada la amplitud real entre los datos de cada intervalo. Esto persigue dar a la leyenda un carácter de continuidad, mostrando datos que en realidad no existen.

En principio no existe razón alguna que nos lleve a ampliar el rango de cada clase, ya que con ello no hacemos más que aumentar el error de lectura cometido en el mapa. Cuando los intervalos queden claramente definidos es preferible

"compactarlos" a llevar a cabo un estiramiento del intervalo sin necesidad. Si embargo puede justificarse cuando no existan saltos bruscos entre datos o no sean significativos.

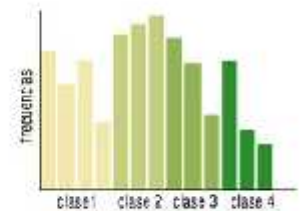
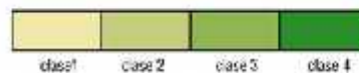
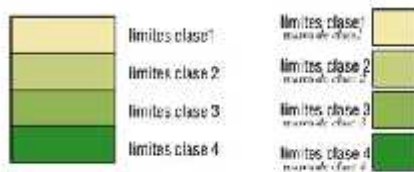
Resulta adecuado mostrar en la leyenda unos límites de clase más ajustados, de forma que los datos que estimemos al leer el mapa se aproximen más a los datos reales, aunque de esta manera existan vacíos entre las distintas clases en la leyenda que acompañe al mapa, lo cual puede no resultar deseable si los saltos entre datos y la ausencia de valores intermedios no lo justifican.

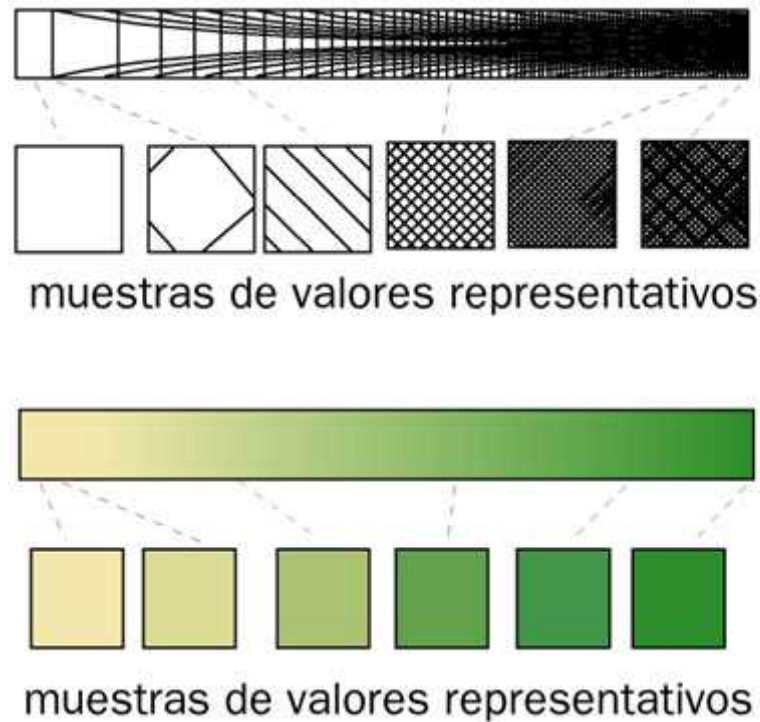
También cabe hablar aquí de la necesidad de evitar la apariencia solapes entre los intervalos, haciendo que éstos sean cerrados incluso cuando no exista necesidad por los datos originales a representar. Además es una forma de evitar la ambigüedades que pudieran surgir a la hora de hacer corresponder los corogramas a sus correspondientes clases, tal y como ocurriría con el que tuviera un valor de 20, 30 ó 50 en el caso de la leyenda mostrada en la imagen de la derecha.

En la leyenda además de la clásica representación de los colores/tramas utilizados en el mapa con sus respectivos límites de clase, se pueden también incluir otros elementos que ayuden en la interpretación de lo representado.

Por ejemplo es posible mostrar 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 manifiesta el modo en que se realizaron los intervalos

Mapas de Coropletas: Leyendas





6.10. 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 estamos muy familiarizados con la zona representada esto no supone un gran problema, pero no disponer de 'pistas geográficas' que nos ubiquen y ayuden a situar la distribución del dato puede arruinar el proceso de comunicación previsto con el mapa en según qué casos.

Sin embargo es lógica la ausencia de contenido del mapa base. Con esta técnica se utilizan colores oscuros aplicados a superficies para la representación del dato temático, con lo que la posibilidad de dar detalle en la base geográfica resulta limitada o al menos, lo es hacerlo de una manera agradable.

Se tienen dos alternativas:

- Representar un contenido mínimo en el mapa base. En este caso la representación temática condiciona a la base geográfica.
- Condicionar la representación temática al contenido del mapa base que se desee implantar.

Indudablemente y como ocurre a menudo en el diseño de cartografía temática la decisión final depende del propósito del mapa y de las necesidades del usuario.

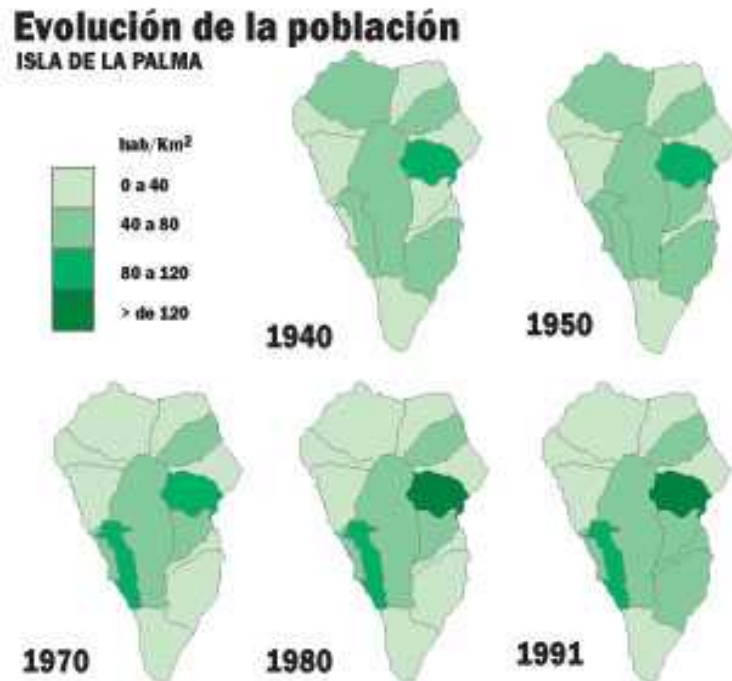
6.11. UTILIZACIÓN DE ESTOS MAPAS

Existen tres formas principales de uso de estos mapas.

- a.- Comprobar el dato asociado a una unidad del mapa.
- b.- Obtener una idea de la distribución general de la variable cartografiada.
- c.- Comparar cómo cambia la distribución de un mapa a otro.

El mapa de coropletas no persigue el objetivo **a**, ya que hallar un valor concreto es más fácil y preciso mediante una tabla de datos que consultando un mapa de este tipo.

El objetivo **b** se corresponde más con la realización de cualquier mapa en general y de los de coropletas en particular, aunque la función más importante y compleja es la **c**, comparar mapas y ver cómo cambian las distribuciones en el espacio, en el tiempo etc. En este último caso, es importante que el sistema de clasificación y simbolización de datos sea el mismo para todo el conjunto de mapas, aunque no sea el ideal para cada uno individual. Se trata en este caso de facilitar gráficamente las comparaciones y así sus interpretaciones

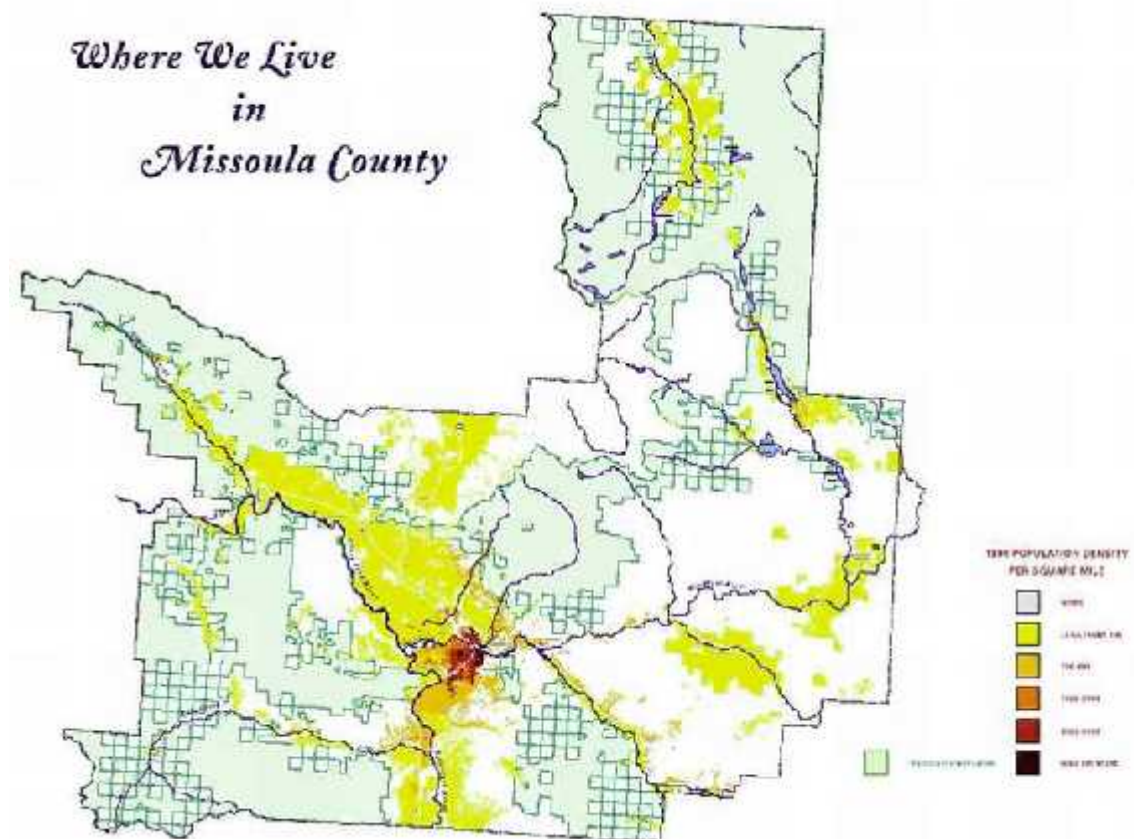


VII. MAPAS DASIMÉTRICOS

7.1. CONCEPTO

El **MAPA DASIMÉTRICO** es un mapa de coropletas en el que las áreas estadísticas se subdividen en áreas de homogeneidad relativa basándose en informaciones complementarias.

Representa datos cuantitativos con simbología superficial, por medio de la delimitación de zonas donde la variable toma un valor uniforme, separadas entre sí por zonas de cambios bruscos o muy rápidos y puede compararse el dasimétrico con un mapa de coropletas en el que los límites de representación de la variación del dato no son los administrativos, sino que son aquellos que encierran zonas de valor homogéneo



7.2. VARIABLES LIMITATIVAS

Para realizar un mapa de este tipo se parte de los mismos datos que para realizar un mapa coroplético simple. Se procede después a subdividirlos –ya que los corogramas no son áreas homogéneas– según otros factores relacionados con la variable en cuestión. En los propios datos no existe nada que indique dónde se hallan las zonas de cambio rápido o lento, por lo que es necesario buscar esta

información en otros datos, como aquéllos que tienen una relación estrecha con la distribución del dato a representar y otras variables geográficas. Se parte pues de otros mapas, fotos o documentos e incluso de trabajo de campo.

Los fenómenos en asociación con la distribución que se cartografía y en los que se basa la reorganización del área de unidad básica, son de dos tipos:

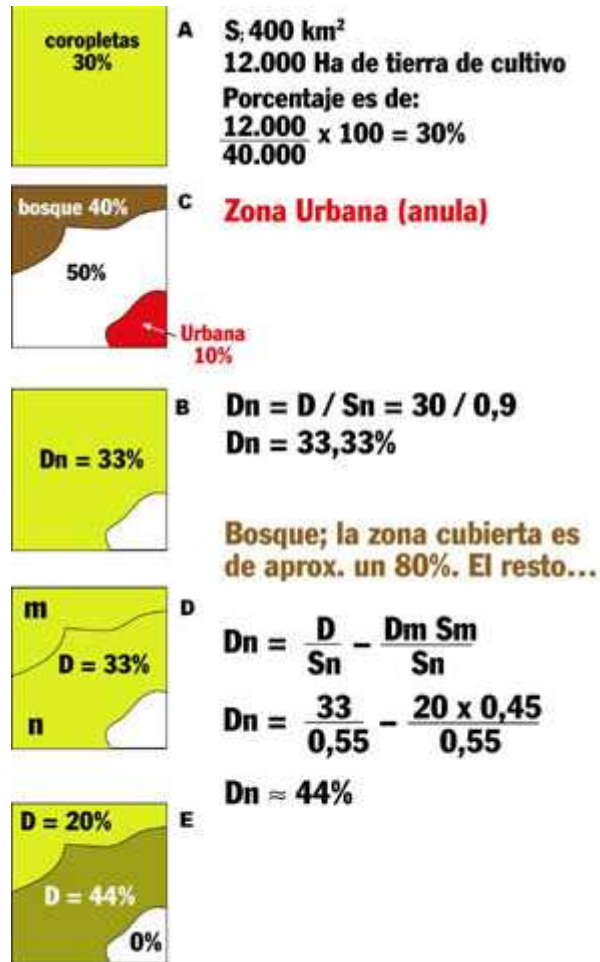
- *variables limitativas*: establecen un límite absoluto sobre la cantidad del fenómeno cartografiado que pueda producirse en un área. Cuando anulan la variable, equivalen a los factores de localización negativa que vimos en los mapas de puntos.
- *variables relacionadas*: aquellos fenómenos geográficos que muestran variaciones espaciales predecibles sobre la variable que se cartografía, pero que no pueden considerarse limitativas. Son más difíciles de manejar ya que no suponen un límite estricto, pero son de gran utilidad en la medida en que ayudan al cartógrafo a inculcar un cierto sentido geográfico en las estadísticas que normalmente se obtienen en base a divisiones administrativa

7.3. OBTENCIÓN DE UN MAPA DASIMÉTRICO

Para obtener un mapa de esta clase, puede comenzarse delimitando las zonas en las que es seguro que la variable se anula –factores de localización negativa–. A partir de ahí el resto de los límites se marcan en función de otras variables. Supongamos que debemos cartografiar por medio de la técnica dasimétrica el porcentaje de tierra agrícola en cada región.

Se representan primero los datos directos por coropletas ya que el porcentaje por corograma es conocido; pongamos que a un corograma determinado, considerando su superficie total, le corresponde el 30% de tierra agrícola (Figura A).

En vez de quedarnos ahí, tal y como ocurriría con un mapa de coropletas convencional, pasamos a estudiar otras distribuciones en la misma zona, como por ejemplo la presencia de áreas urbanas. En dicho corograma al menos un 10% de la superficie está ocupada por suelo urbano (variable limitativa), luego el terreno agrícola se reparte sólo en el resto de la superficie



De esta manera ese 30% que inicialmente se asociaba a toda la superficie (100%) aumenta en la zona no urbana. Se eliminan del mapa dichas zonas urbanas y se les asigna un valor igual a cero (Figura B). La densidad de tierra agrícola para el resto de la superficie en el corograma que nos ocupa es por lo tanto del 33%. Para el caso de localización negativa:

$$Dn = D / Sn$$

Dn: nueva densidad

D: densidad conocida

Sn: porcentaje de nueva superficie (de 0,1 a 0,9.)

Además existe otro factor conocido ya que en la zona superior existen bosques (otra variable limitativa) cuyo porcentaje de superficie viene dado por divisiones administrativas menores (p.ej. municipios; si en uno de ellos el 60% está ocupado por bosques, sólo el 40% podría ser tierra agrícola). En total un 40% de la región está ocupado por bosques (Figura C).

Para otras variables limitativas que no anulen el dato hay que distinguir zonas de densidades diferentes:

$$D_n = D / (1 - S_m) - D_m S_m / (1 - S_m)$$

D_m : densidad estimada en el sector M

S_m la fracción de la superficie de M (de 0,1 a 0,9).

D_m y S_m son estimaciones aproximadas, donde no es necesario medir la S_m exactamente, ya que el error cometido será menor que el de la estimación de D_m .

De este modo pueden calcularse o estimarse las nuevas densidades –más altas que las del mapa coroplético– en las zonas que no se han eliminado en el mapa, tal y como sucede en las figuras D y E, y se da un paso más en el conocimiento de la distribución real. Ello proporciona un cartografiado final más detallado que el obtenido con un simple mapa de coropletas, aunque es obvio que el trabajo necesario para su realización aumenta de forma considerable.

También se puede disponer de otras informaciones, como la morfología del terreno en donde se distinguen las zonas abruptas de las que son mucho más llanas. Lo normal es que exista una alta correlación positiva entre el terreno nivelado y el porcentaje de suelo agrícola (variable relacionada). De la misma manera pueden utilizarse otros factores en la confección del mapa final, como por ejemplo las características del suelo que se puede obtener de mapas de clases agrológicas por ejemplo

7.4. DIFERENCIAS CON LOS MAPAS DE COROPLETAS E ISOLÍNEAS

Cuando lo que hay que representar son datos en escalas de medida ordinal, de intervalo o de índice asociados a áreas (es decir, un volumen), se debe decidir si la representación se realizará en base a puntos, líneas o superficies. La elección depende de en qué se centre el interés; si lo que interesa son los valores cuantitativos específicos en lugares particulares pueden emplearse las coropletas y los símbolos proporcionales, que aportarán dicha información cada una con sus limitaciones ya mencionadas. Si se trata de mostrar la organización geográfica de las magnitudes, indicando las direcciones de los gradientes de cambio, interesa más emplear técnicas como las isolíneas, los mapas de puntos o la técnica dasimétrica.

Un mapa dasimétrico muestra la variación espacial indicando cuáles son las direcciones de cambio y a qué velocidades se produce dicho cambio en las distintas direcciones, mostrando también las zonas de cambio abrupto. Así se puede decir que donde la variable cambia de forma gradual, el mapa tiene un aspecto parecido a los mapas de isolíneas y donde cambia de forma brusca se acerca más en su aspecto a un mapa de coropletas.

Las diferencias gráficas son bien visibles entre las coropletas y el mapa dasimétrico. En el mapa de coropletas (figura A) los límites de cada dato coinciden

con los límites del corograma y en el dasimétrico (figura C), la localización de los límites en el mapa no coinciden con las unidades de enumeración. No obstante, en ambos las líneas que separan una clase de otra no tienen ningún valor numérico.

En el mapa de isolíneas (figura B), al igual que en el dasimétrico, la posición de las líneas que limitan el intervalo de clase también es independiente de las unidades de enumeración pero tienen un valor constante a lo largo de ellas.

Como puede verse la realización cartografía dasimétrica requiere de una mayor inversión en tiempo que la que precisan los mapas coropléticos, pero sin duda aproxima más la descripción de la variable a su realidad, lo que hoy en día se facilita con la adecuada utilización de los Sistemas de Información Geográfica que pueden superponer capas de información temática y realizar operaciones con las mismas

8. MAPAS DE FLUJO

8.1. INTRODUCCIÓN

Los mapas que muestran movimientos lineales se denominan mapas de flujo o mapas dinámicos y se utilizan para la representación de temas relacionados con el transporte de productos, importaciones y exportaciones, así como en la cartografía histórica. Los símbolos utilizados son lineales.

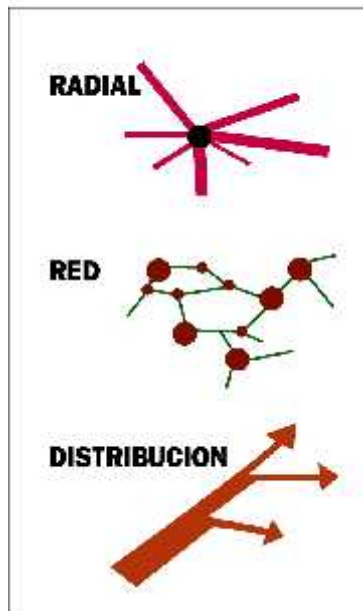
La organización de los datos puede ser de tipo nominal, ordinal o de intervalo y además pueden estar los datos en su forma absoluta o relativa

8.2. TIPOS DE MAPAS DE FLUJO

El ancho de la línea es proporcional a la cantidad a representar (cantidad de pesetas, toneladas, metros cúbicos etc.). Un ejemplo típico de este tipo de mapas son los de densidad de tráfico. En ellos se varía el ancho de las líneas para simbolizar el número de vehículos que pasan en una unidad de tiempo en una cierta vía o en un tramo de la misma.

Entre los mapas de flujo de tipo cuantitativo se pueden distinguir tres grupos distintos (Dent 1999):

- radiales: se distinguen por su aspecto radial, pues las características cartografiadas toman formas nodales (ej.: volumen de tráfico).
- de red: son los que se utilizan con el fin de representar la interconectividad entre distintos puntos (ej.: mapas de rutas aéreas).
- de distribución: describen distribuciones (ej.: Los flujos comerciales o los envíos de alimentos entre países)



8.3. DISEÑO

Es necesario tener muy presentes las jerarquías que existen entre los datos e intentar traducirlas de la manera más limpia posible al mapa. Las líneas de flujo deben resaltar sobre el resto del contenido y ser claramente visibles ocupando el puesto más alto en el orden visual que se defina, sin que exista ningún conflicto entre lo que es línea de flujo y el resto de la simbología utilizada.

Los siguientes cinco puntos pueden orientar a la hora de diseñar un mapa de flujo:

- 1.- Las líneas de flujo serán las de mayor importancia visual en el mapa.
- 2.- Las líneas más pequeñas irán encima de las más grandes y nunca al revés.
- 3.- Si el sentido del flujo es importante para la buena comprensión del mapa, se introducirán cabezas de flecha que no sean demasiado pequeñas.
- 4.- El contraste entre lo que es tierra y lo que es mar es esencial.
- 5.- Toda la información contenida en el mapa debe mantenerse simple, incluyendo el escalado de los groesores de las líneas de flujo.

Es importante también elegir una proyección del mapa base que se adapte bien al dibujo final de las líneas

8.4. SIMBOLIZACIÓN DEL FLUJO

El escalado es lineal y por tanto la elección de los anchos de línea, no supondrá un gran problema (recordamos la relación estímulo gráfico-respuesta perceptiva en estos casos). Normalmente, al igual que en el caso de los símbolos

proporcionales, se fija primero el máximo ancho de línea admisible para el mapa, teniendo en cuenta que cuando un símbolo lineal se vuelve más y más ancho, éste toma características de símbolo superficial.

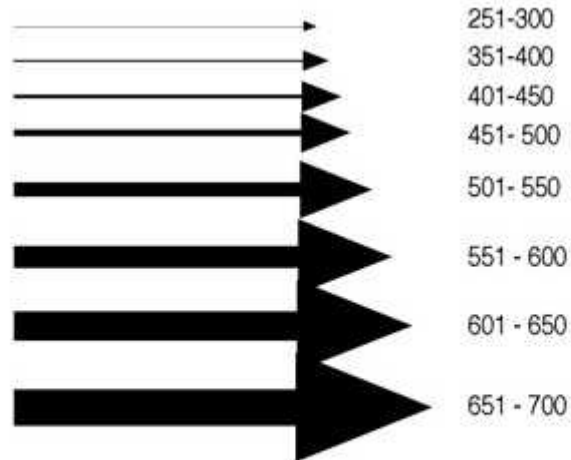
A partir de este valor se calcula el grueso que corresponderá al resto de las líneas prestando especial atención a las más finas. Si es imposible graduar las líneas de forma que la más ancha sea aceptable y la más estrecha visible, entonces podemos abandonar esta técnica y elegir otro tipo de mapa.

También pueden idearse soluciones de otro tipo como hacer que una línea estándar represente a todos los valores por debajo de un cierto valor crítico. Claro que esto sólo valdría cuando esta pérdida de información no influyera en la calidad del mapa final.

Aparte de las líneas de anchos proporcionales, también se han utilizado otros recursos gráficos para representar cantidades de flujo; por ejemplo la aplicación del principio de repetición (del punto o de la línea), en donde cada punto/línea representa una cantidad fija de flujo y se coloca a lo largo del recorrido del flujo.

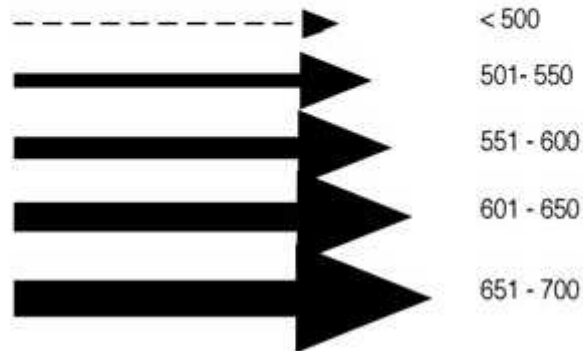
Las diferencias de volumen se perciben así fácilmente sin pisar con tanta rotundidad otras informaciones del mapa.

También podríamos aplicar tramados a líneas de ancho uniforme empleando distintos valores de un mismo tono para dar el carácter de cantidad al mapa o con distintos valores de un par de tonos en caso de que existan dos clases diferentes en el mismo mapa



Escalado estándar de las líneas de flujo

Si el rango de datos es demasiado grande como para escalar todas las líneas proporcionalmente, se puede tomar un tipo de línea que simbolice varios valores.



9. CARTOGRAMAS

9.1. INTRODUCCIÓN

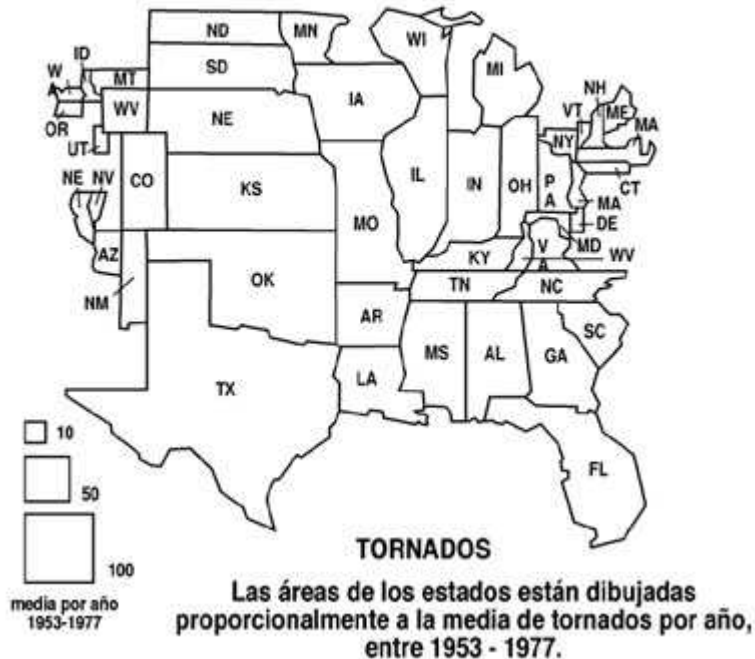
Un cartograma es más que un mapa. Es un diagrama que muestra datos cuantitativos asociados a áreas, mediante la modificación de los tamaños de las unidades de enumeración. Aporta información mediante la distorsión de las superficies reales, utilizando cada superficie de enumeración a modo de un símbolo proporcional que aumenta o disminuye siempre en función de los correspondientes valores.

Los cartogramas carecen de mapa base, ya que es la propia base geográfica quien se convierte con su distorsión en contenido temático.

El lector ve una imagen distorsionada

CARTOGRAMAS

Mapas temáticos cuantitativos en donde los símbolos son la propia base geográfica.

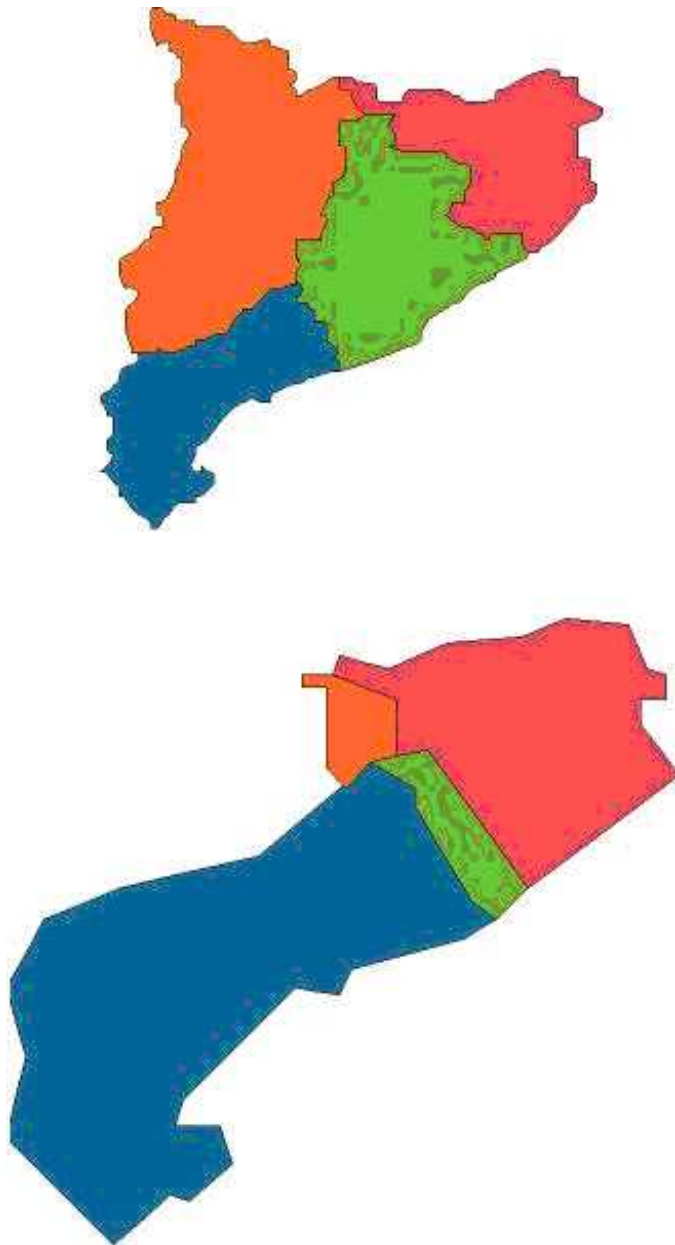


9.2. CARTOGRAMAS CON CONTIGÜIDAD

En los cartogramas con contigüidad las unidades internas son adyacentes las unas a las otras haciendo que el mapa se parezca relativamente a uno convencional.

Conservar la contigüidad permite asociar de un modo relativamente sencillo esta imagen distorsionada con el espacio geográfico que se conoce. El mantenimiento de la relación de límites y fronteras hace que el cartograma se acerque más al verdadero espacio geográfico y que no sea necesario "rellenar" mentalmente las zonas no representadas para completar la forma total del mapa (existe una posible comparación con el espacio geográfico real).

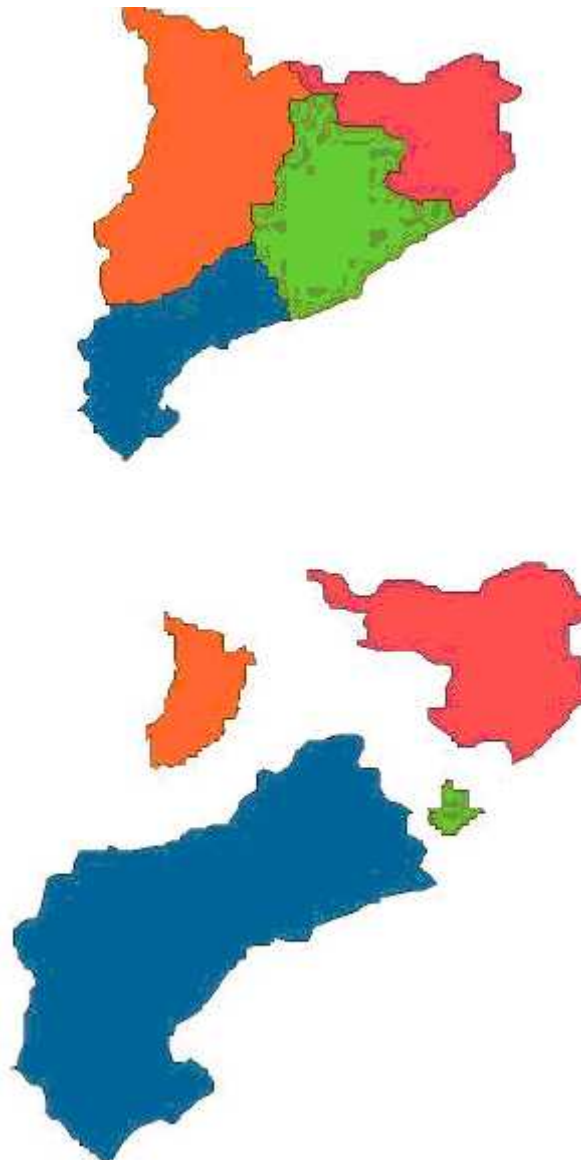
Si las distorsiones son fuertes que las formas de las unidades internas se hacen difíciles de reconocer habría que considerar seriamente la utilización de otro sistema de representación

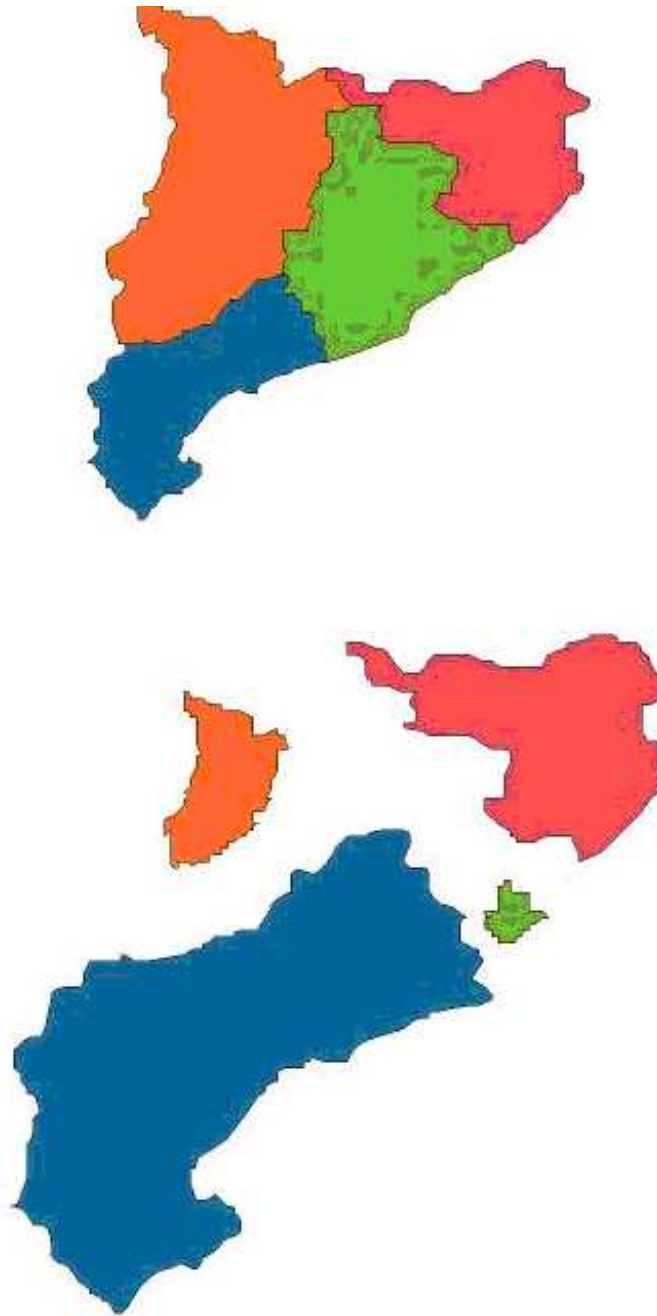


9.3. CARTOGRAMAS SIN CONTIGÜIDAD

En estos cartogramas las unidades internas preservan su forma a costa de sacrificar la contigüidad entre ellas, que se colocan en una posición más o menos correcta con relación a la de sus vecinas, dejando para ello espacios vacíos. Estos cartogramas requieren del lector infiera la representación contigua que no poseen. Como ventajas puede apuntarse que son más fáciles de construir y que conservan las formas originales (subrayamos aquí la importancia de la forma en el reconocimiento de cualquier objeto).

Sin embargo, la no conservación de la naturaleza continua del espacio geográfico es una desventaja importante que hace difícil su interpretación. Otra desventaja reside en no poseer una forma total compacta de lo representado





9.4. LA COMUNICACIÓN MEDIANTE CARTOGRAMAS

La comunicación mediante cartogramas es difícil y requiere que el lector tenga un buen conocimiento previo de la zona representada, para que pueda relacionar lo que ve con su geografía real y extraer de ello sus conclusiones. En cualquier caso puede resultar un medio tan bueno como otros para mostrar distribuciones geográficas, siempre y cuando lo representado siga siendo reconocible a pesar de las distorsiones mencionadas.

En un mapa, cada unidad contiene cuatro tipos de información elemental, que son el tamaño, la forma, la orientación y la contigüidad. En un cartograma sólo debe ser transformado - desde un punto de vista teórico - el tamaño y deben conservarse al máximo posible los otros tres (la contigüidad es un caso especial).

Las unidades individuales deberán ser similares a la realidad, de forma que uno sea capaz de identificar claramente cada área, por lo que se deberá decidir hasta que punto puede llevarse la transformación del área sin deformarla demasiado.

La orientación geográfica, el orden interno de las unidades, es otro factor importante en los cartogramas. Las distorsiones en la transformación pueden hacer que este orden se altere y entorpecer la comunicación. Basta con imaginar el resultado de ver Galicia al sur de Asturias por ejemplo.

Con la Contigüidad ocurre otro tanto. De los elementos tamaño, forma, orientación y contigüidad, esta última es la que resulta menos decisiva en el proceso de comunicación. En los cartogramas sin contigüidad, también es posible mantener una continuidad relativa mediante una colocación adecuada de las unidades, aunque entre ellas existan espacios vacíos.

De las cualidades mencionadas antes, la forma es sin duda la propiedad más importante. Por ello, se podrá usar esta técnica sólo cuando sepamos que el lector está familiarizado con las formas internas de las unidades de enumeración, desechándola en cuanto no se dispusiera de dicha seguridad

9.5. CUANDO ES ADECUADO ESTE MÉTODO

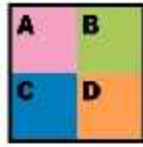
El área es el elemento que varía en un cartograma, pero existen límites fijados por la naturaleza de los datos:

- no tendría sentido representar por medio de un cartograma valores que de por sí ya sean proporcionales a las superficies de las unidades temáticas.
- tampoco tendría sentido representar una situación en la que una sola unidad ocupe el total.

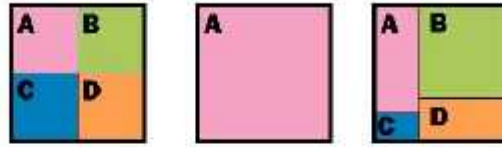
El cometido principal del cartograma es ilustrar una distribución temática de forma impactante. Por eso los datos deben adecuarse a este tipo de representación o no merecerá la pena realizarlo.

Antes de proceder a la confección del mapa, hay que comparar los datos a cartografiar con la base geográfica. **Si a unidades grandes les corresponden datos pequeños y viceversa, entonces resultará adecuado un cartograma como representación de dicha distribución**

espacio geográfico original



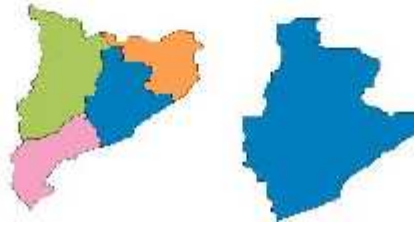
cartograma resultante



espacio geográfico original



cartograma resultante



9.6. CARTOGRAMAS DE DOS VARIABLES

Si realizamos un cartograma en el que las provincias españolas tienen un tamaño proporcional a su población, podemos representar sobre él (mediante distintos valores de gris o por colores) otra variable como en un mapa de coropletas. Por ejemplo, al mapa anterior le podemos superponer información sobre la renta per cápita media de cada provincia, asignando distintos grises a cada unidad según el valor correspondiente.

Una segunda variable en un cartograma, también podría ser integrada mediante escalas de símbolos proporcionales, aunque la lectura del mapa comenzará a hacerse entonces sensiblemente más difícil.

9.7. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Entre las ventajas podemos destacar:

- es impactante por lo que favorece la comunicación cartográfica.
- provoca en el lector la necesidad de pensar, al tener que comparar el gráfico que tienen delante con el mapa mental que posee de la zona cartografiada.

Las desventajas en muchos casos superan las ventajas anteriores:

- son difíciles de leer y que parecen mapas incompletos en algunos casos.
- su novedad, el no poder localizar puntos determinados, su aspecto de poca precisión... pueden provocar un rechazo hacia el mapa por parte del usuario.

También hay quien pensará que es una desventaja el hecho de que provoque en el lector la necesidad de pensar y trabajar ya mencionada debida a la comparación necesaria del gráfico con el mapa mental que se posee (cuando se posea) de la zona cartografiada.

10. GRÁFICOS Y DIAGRAMAS

10.1. INTRODUCCIÓN

Los gráficos y diagramas que se acostumbran a ver en libros e informes para visualizar datos estadísticos también se utilizan con propósitos cartográficos, donde proporcionan información cuantitativa asociada a puntos, líneas o superficies. Se trata de realizar gráficos que descansen después adecuadamente sobre una base geográfica.

La mayor dificultad viene con la integración de las gráficas en los mapas, pues su tamaño normalmente no es pequeño y requieren mucho espacio. Además la irregularidad de formas de algunos tipos de gráficas tampoco facilita su disposición, que ha de llevarse a cabo sin que existan malentendidos respecto al elemento que cuantifican

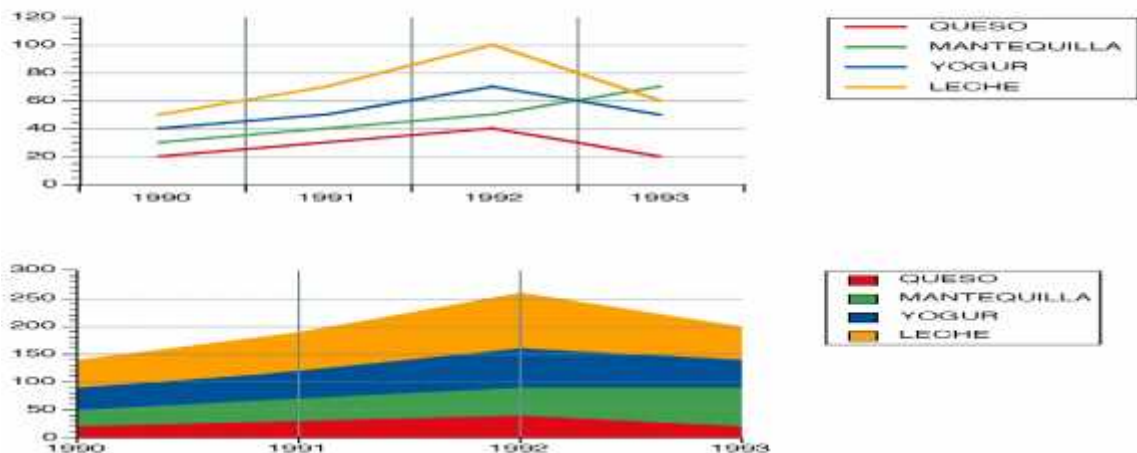
10.2. GRÁFICOS DE LÍNEA

En los gráficos de línea se distinguen los simples, los múltiples y los compuestos. El primero es el caso más sencillo en donde se muestra únicamente la relación existente entre una variable y otra.

Cuando se desee mostrar la relación que existe entre una variable independiente y varias dependientes, se pueden confeccionar gráficos múltiples; las distintas líneas tendrán distinta simbología para diferenciarse cualitativamente entre sí y serán explicadas en la leyenda del mapa o del gráfico.

El número de variables dependientes representables es en teoría ilimitado, pero en la práctica no debe ser mayor de 5 ó 6 si queremos que sea legible

GRAFICOS DE LINEA: MULTIPLES Y COMPUESTOS

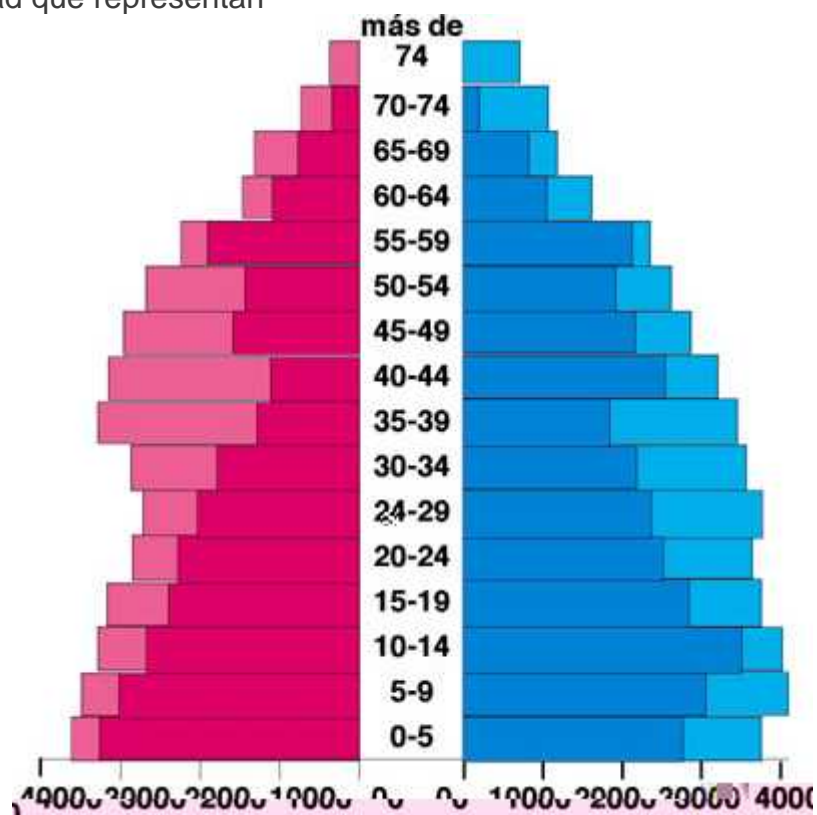


10.3. GRÁFICOS DE BARRAS (O DIAGRAMAS DE COLUMNAS)

Los gráficos de barras utilizan el mismo principio que los gráficos de líneas, pero utilizan columnas o barras (verticales u horizontales). Al igual que en el caso anterior se clasifican en simples, múltiples y compuestos.

También es un tipo de gráfico muy utilizado para mostrar la estructura de la población por sexo y edad, el gráfico llamado pirámide de población, que emplea barras horizontales.

Verticalmente la pirámide se forma a base de escalones, cada uno de los cuales muestra la cantidad de sujetos que están comprendidos entre los límites de la clase de edad que representan



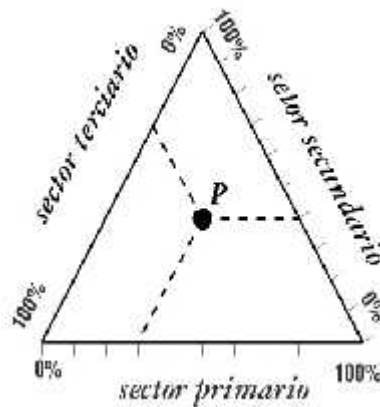
10.4. GRÁFICOS TRIANGULARES

Los gráficos triangulares se basan en un sistema de coordenadas con tres ejes que forman un triángulo equilátero y se utilizan para mostrar características dependientes de tres variables.

El área del triángulo queda dividida en otras más pequeñas representando cada una de éstas la actividad económica dominante. En la figura distinguimos las zonas A, B y C que en el ejemplo son:

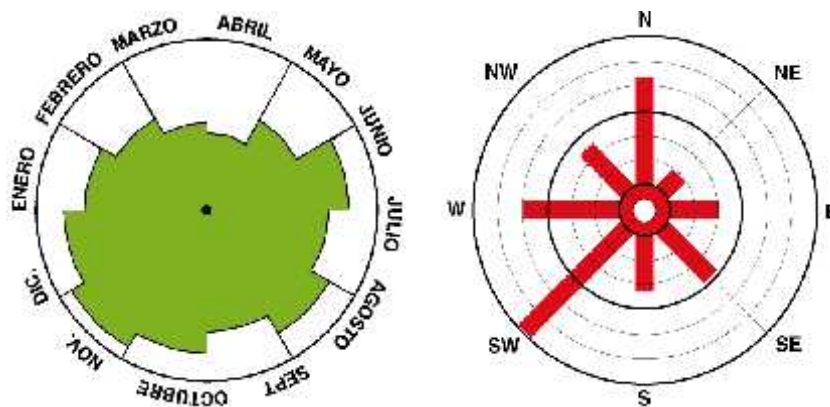
- A: Mayoría de población trabajadora en el sector primario
- B: Mayoría en el secundario
- C: Mayoría en el terciario

En la ilustración cada punto del gráfico se define por su porcentaje del sector primario del secundario y del terciario. Los tres ejes están graduados de 0 a 100. Cada vértice del triángulo tiene dos valores: 0 para una escala y 100 para la adyacente. El punto P de la figura está determinado por el porcentaje de los tres sectores. Así la estructura de las actividades económicas en P puede ser descrita como: 30% del sector primario, 40% del secundario y 30% del terciario



10.5. GRÁFICOS CIRCULARES

Este tipo de gráfico que también se denomina gráfico polar o de reloj, se utiliza para representar características periódicas, como todas las informaciones que presenten alguna variabilidad a lo largo de los 12 meses del año. También son adecuados para describir una variable direccional como sucede con las rosas de los vientos, donde las barras o puntas de estrella se corresponden a las intensidades de la fuerza de los vientos en cada una de las direcciones más usuales y los círculos concéntricos indican las velocidades

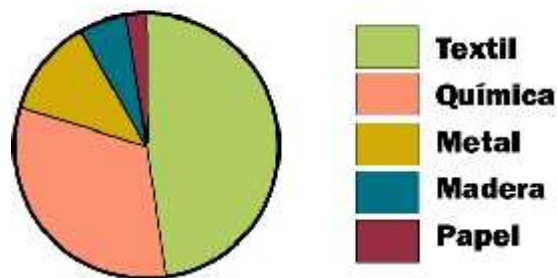


10.6. GRÁFICOS DE TORTA

Los gráficos de torta son círculos divididos en dos o más sectores y se utilizan para representar información cuantitativa de un grupo de valores relacionados con un total. El tamaño del sector se dibuja proporcional al valor que representa y se expresa en porcentajes, con lo que sólo aporta información cuantitativa relativa.

Todos los sectores tendrán un mismo origen, para lo que se elegirá un punto destacado del círculo como por ejemplo, las doce en punto o las tres y cuarto. Asimismo siempre se seguirá un mismo sentido de avance.

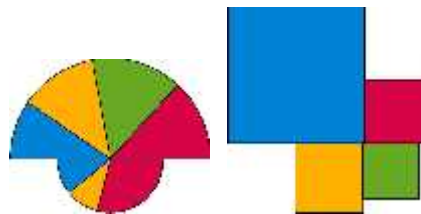
Cuando los gráficos de torta representen información cuantitativa de varias variables a la vez o de una misma variable separada por un periodo de tiempo, se pueden utilizar dos tortas concéntricas



10.7. SÍMBOLOS ADYACENTES

Los símbolos adyacentes se utilizan para comparar datos diferentes que ocurren en un mismo lugar y en ellos se aplica el principio de "el tamaño es proporcional al valor". La dimensión en que se expresen las cantidades debe ser la misma para todos los segmentos o cuadrados y en caso contrario, debe estar claramente especificado y no dar lugar a falsas interpretaciones.

Existen muchas variaciones del principio de los gráficos adyacentes. Por ejemplo es posible y además muy utilizado, combinarlos con los gráficos de torta

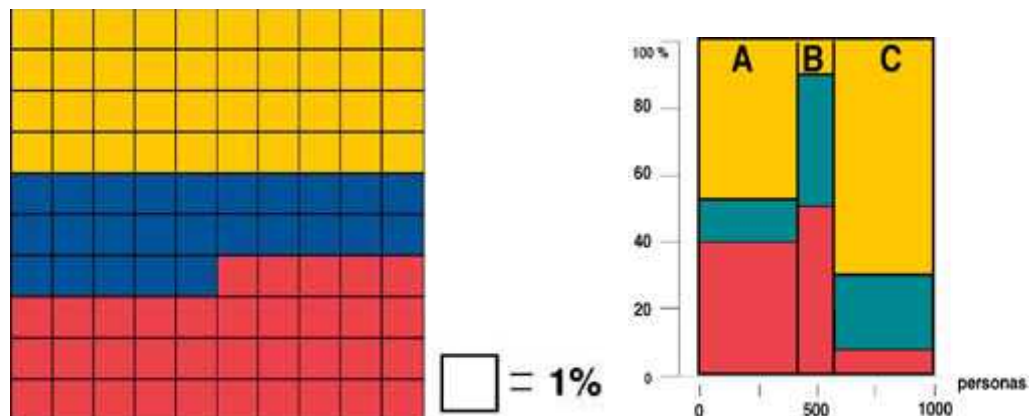


11.3. RECTÁNGULOS DIVIDIDOS

De la misma forma que se puede dividir un círculo en partes proporcionales, también un rectángulo puede ser subdividido en sus componentes, cuando las tiene.

Se muestran dos ejemplos de rectángulos divididos:

- El primer rectángulo se divide en cien pequeños cuadrados cada uno de los cuales representa el uno por ciento, por lo que para conocer el correspondiente a cada uno de los componentes no hay más que contarlos. Este tipo de representación no muestra cantidades absolutas.
- El segundo rectángulo, ligeramente más complicado, sí lo hace. En él hay tres columnas cada una de las cuales se refiere a un área particular (A, B o C) y cuyo ancho corresponde a la cantidad absoluta de la característica cartografiada. El porcentaje de los componentes de la característica se dibuja a lo largo del eje vertical graduado de 0 a 100% de modo que las alturas de los rectángulos se mantienen constantes



11. GEOGRAFIA EN LOS MAPAS

11.1. GEOGRAFÍA FÍSICA

11.1.1. Relieve

La representación del relieve se consigue fundamentalmente mediante curvas de nivel, aunque se prevé la utilización de otros medios auxiliares de dibujo.

La equidistancia normal será de 10 metros, dibujándose en grueso superior –como curvas maestras– aquéllas cuya cota sea múltiplo de 50 metros, que se rotularán en tantos lugares como sea necesario para conseguir una interpretación inequívoca del relieve. Se sitúan siempre los números con su parte superior en la zona del terreno más elevada que la curva.

Esta equidistancia es apropiada para la escala en la mayor parte del territorio nacional; sin embargo, hay zonas para las que resulta excesiva, mientras que para otras es insuficiente. Por tanto, esta norma general no será rígida, aplicándose soluciones especiales donde proceda.

Se empleará la equidistancia de 20 metros con curvas maestras cada 100, en las zonas en que la pendiente alcance valores del 80 por 100 (en las que las curvas equidistantes 10 metros deberían dibujarse a 0,5 milímetros). Las curvas impares, suprimidas en estas zonas, se cortarán ostensiblemente para impedir errores de interpretación y las maestras se rotularán en los bordes de zona. Este método se empleará siempre en zonas que superen los 4 kilómetros cuadrados (8 x 8 centímetros de mapa) y en zonas menores, a juicio del autor de la minuta.

Los puntos notables llevan rotulada su cota, distinguiéndose por el tipo de rotulación la precisión de la misma. Son puntos con cota de precisión aquellos cuya altitud se ha determinado por métodos de nivelación, entre los que cabe considerar todos los vértices geodésicos y las señales destacadas de la nivelación de alta precisión.

La cota de los restantes puntos, menos precisa, es deducida de la restitución fotogramétrica, y se indicará en casos especiales.

La densidad de cotas de estos puntos no sobrepasará los límites que permiten una lectura fácil y un reconocimiento inequívoco del punto a que se refieren. Además no se acotará ningún punto que no tenga representación planimétrica y se indicará el origen de altitud en cada hoja del mapa.

Todo lo anterior es de aplicación a las formas de relieve que pudieran considerarse normales; pero existen algunas, cuyas características requieren un tratamiento especial, a tener en cuenta en las distintas fases de ejecución del mapa, con el fin de conseguir una interpretación correcta, pese a la necesidad de simplificación de sus formas. Entre estas formas de relieve destacan

especialmente las calizas muy alteradas de los torcales, los campos de lava en terrenos volcánicos y los campos de dunas.

11. 1.2. Hidrografía

El dibujo de las costas corresponde a la posición hipotética del nivel medio del mar, definida por el punto de cota cero del mareógrafo de Alicante en todo el territorio peninsular, en tanto no se disponga de elementos suficientes para utilizar otros que en algún caso pudieran ser más convenientes. Para los restantes territorios se emplearán los datos de sus respectivos mareógrafos.

La cota de las islas pequeñas en que no exista mareógrafo se determinará desde la costa más próxima.

La escala del mapa hace perceptibles las diferencias entre este nivel teórico y las posiciones reales extremas del límite de las aguas (pleamar y bajamar), especialmente en las costas de mareas más fuertes con orillas de poca inclinación. En estas costas se dibujarán ambas líneas, con expresión clara de su diferente significado. En las costas acantiladas o en aquellas en que las mareas sean tan débiles que el desplazamiento horizontal de las aguas resulte inferior a los 25 metros (1 milímetro en el mapa) se dibujará únicamente la orilla definida por la cota cero.

El relieve submarino quedará representado por las curvas batimétricas de 5, 10, 20, 50, 100 metros y los sucesivos múltiplos de esta última. En el caso de conocerse con precisión alguna curva inferior a 5 metros se representará acotándose siempre.

La red fluvial se dibujará completa obtenida por los métodos topográficos adecuados y clasificada de acuerdo con criterios geográficos que permitan distinguir entre sí los ríos considerados como principales y sus afluentes; el arroyo y, si fuera posible, el manantial considerado como origen de cada río.

Se distinguirán los cursos permanentes de los intermitentes. La anchura de los ríos se representará a escala cuando las dimensiones de su cauce en crecida (no en inundación) lo permitan. En los demás casos se dibujarán con una línea de grueso convencional, proporcionado a su importancia relativa, representando las islas fluviales o los brazos de división de la corriente, cuando los haya.

Las cascadas o rápidos se indicarán con signos, y si las dimensiones no lo permitieran mediante rotulación.

Los lagos se dibujarán con su máxima extensión, indicándose la cota alcanzada por las aguas en esta posición y la cota de fondo. En las lagunas de superficie muy variable se distinguirá además el contorno mínimo, señalando de modo especial la zona cubierta intermitentemente. Siempre que sea posible, se representará el relieve sumergido.

La condición de ser las aguas saladas se indicará mediante rótulo, excepto cuando lo manifieste la toponimia.

Los glaciares se representarán dibujando en azul las curvas de nivel que los atraviesan, e indicando el contorno del hielo.

Los manantiales naturales se representarán mediante signo, cuidando de registrar su nombre propio siempre que lo tengan.

Respecto a las obras hidráulicas, los embalses se representarán según su curva de máxima capacidad, indicando junto a la presa la cota del aliviadero. En la zona cerrada por la línea de máximo embalse se dibujará mediante trazos intermitentes el curso de los ríos que afluyen al embalse en el espacio en que resulten habitualmente visibles. Se dibujarán las curvas batimétricas en los fondos de embalse, cuando la información de la que se disponga sea fiable.

Los canales se clasificarán según su anchura sea inferior o superior a tres metros. Mediante signos se distinguirán los tramos subterráneos y los elevados, así como las estaciones de bombeo.

Los pozos, fuentes, estanques, albercas y abrevaderos tendrán los signos convencionales correspondientes. Constará su topónimo si lo tuvieran, pero de no ser así no se rotulará el genérico. En zonas en que sean muy abundantes se hará una selección proporcional a su número y posición.

11.1.3. Usos del suelo

Bajo este epígrafe se describen no sólo los cultivos de toda índole y la vegetación natural y espontánea, sino también los distintos tipos de suelo carente de vegetación y dotado de características propias, cuyo conocimiento puede ser de interés.

La gran variedad de cultivos existentes y la rotación que en su siembra se practica impiden una representación exhaustiva de ellos, no sólo por su elevado número, sino por su poca permanencia. Por esta razón se representan bajo denominaciones colectivas y con signo único las asociaciones de cultivos que simultánea o sucesivamente pueden aparecer en una zona.

Las posibilidades de representación concreta aumentan cuando la permanencia del cultivo es mayor, como ocurre cuando se trata de árboles, tanto en el caso de bosques naturales o repoblados, como en el de cultivos arbóreos.

Las zonas forestales, con independencia del tipo de árbol dominante, admiten dos tipos de representación correspondientes a modalidades distintas: el bosque continuo o cerrado y el monte abierto o disperso. El bosque cerrado se representará por sus líneas naturales, empleando masas de color verde, con signos en sobreimpresión, para indicar las especies exclusivas o dominantes. Las

especies forestales especialmente destacadas mediante signo propio serán: pinos, encinas, robles, castaños, hayas y eucaliptos. En los bosques en que convivan varias especies se alternarán los signos correspondientes.

En todos los casos anteriores se destacarán los cortafuegos mediante su representación planimétrica, interrumpiendo en ellos la masa de color y limpiándolos de signos convencionales.

Los árboles aislados de grandes dimensiones o notables por alguna causa se representarán con el signo de su especie encerrado en una circunferencia verde, consignando su nombre propio si lo tuviera.

Son cultivos arbóreos las plantaciones establecidas artificialmente para el aprovechamiento de sus productos. Generalmente forman masas ordenadas extendiéndose en algunos casos sobre zonas extensas de límites bien definidos. En el mapa aparecerán coloreados en verde de menor intensidad que el de las masas forestales. En sobreimpresión se representarán mediante signo convencional verde las siguientes especies: olivar, naranjos y limoneros, palmares, frutales emparrados y frutales en general.

Los cultivos de siembra anual permiten diferenciar varios tipos:

- **Secano:** Tierras de labor, preferentemente dedicadas a cereales. Se representan mediante trama siena de baja densidad.
- **Regadío:** Cultivos para cuyo desarrollo se utiliza el riego de modo constante. En ellos se deberá representar la red de acequias de distribución (con indicación del sentido de la corriente), las desviaciones de los ríos o canales y los pozos. Se representan mediante líneas paralelas, no rigurosamente rectas, en color verde.
- **Huertas y vegas:** Zonas de regadío de cultivo intensivo, preferentemente dedicadas a hortalizas. Se representarán mediante tramas verdes, destacando también los riegos por aspersiones circulares, que sean representables en restitución.
- Hay cultivos de gran importancia, pero de explotación muy localizada, entre los que hay que destacar los arrozales, plataneros, plantaciones de tabaco y caña de azúcar y cultivos en invernadero, para todos los cuales se establecen signos especiales.
- **Terrenos aprovechables no cultivados:** Comprende los eriales con pastos y las praderas naturales, representados mediante signos dispersos sobre su zona, distribuidos sobre trama verde débil, en ambos casos y con distinta profusión en cada uno.
- **Terrenos improductivos:** Aquellos sobre los que no crece vegetación aprovechable. Entre ellos cabe destacar las zonas rocosas, los pedregales de guijarros sueltos, las playas y extensiones cubiertas de arena, las escombreras de mina. Un caso especial son los campos cubiertos de lava, cuya representación gráfica requiere un tratamiento apropiado en el dibujo de relieve, y la restitución de las principales líneas de configuración.

11.2. GEOGRAFÍA HUMANA

Se estudian a continuación los distintos tipos de agrupaciones de edificios destinados a alojamiento de la población, en relación con su representación cartográfica.

Esta representación atenderá exclusivamente al dibujo a escala de la situación real, sin que en ella influyan consideraciones de índole legal, como son las derivadas de la importancia que las poblaciones puedan tener en el orden administrativo.

Las distintas categorías que en este sentido existen quedarán de manifiesto mediante la rotulación.

11.2.1 Núcleos urbanos

Agrupaciones ordenadas de edificios formando una red de calles y plazas, de distinta conformación, según la topografía y el desarrollo histórico de cada localidad.

Es posible conseguir una representación expresiva de las poblaciones en la que resulte destacada la red viaria fundamental, prescindiendo de detalles internos de las manzanas de edificios y de las calles menos importantes.

Los edificios oficiales o de gran interés artístico o histórico se remarcarán de modo especial, rotulándose cuando sea posible.

Los jardines situados en el interior de poblaciones se dibujarán en verde, mientras la escala lo permita. Igualmente se detallarán las fuentes o estanques que pueda haber en ellos.

Las poblaciones de menor tamaño se representarán del mismo modo en cuanto a planimetría, utilizando sólo el color correspondiente a extensión actual.

En cada población se consignará la cota correspondiente a su vértice geodésico o topográfico; en las de mayores dimensiones se rotularán además las cotas correspondientes a lugares característicos y fácilmente identificables, de modo que resulten expresivas del relieve de la zona urbana. Este tratamiento gráfico se aplicará a todas las agrupaciones urbanas que integren un casco, con independencia de que sean o no capitales de término municipal.

Edificaciones dispersas

La representación de las poblaciones que administrativamente constituyen una unidad y no forman un casco urbano concentrado será el resultado de la representación de todos los edificios dispersos que la forman.

La entidad administrativa quedará de manifiesto mediante la rotulación.

Las casas aisladas se representarán a escala cuando sus dimensiones lo permitan y de no ser así, se utilizará un signo convencional.

Igual criterio respecto a dimensiones se seguirá con los edificios notables, para los que se prevean signos convencionales específicos.

Las cuevas se clasificarán distinguiendo las habitadas, las de interés arqueológico o deportivo y las de uso industrial (bodegas, criaderos de champiñón).

Las zonas de extensión suficiente para representarse, que estén ocupadas por cuevas-vivienda, se rodearán con un signo convencional, rotulándose además si fuera posible.

Son representables a escala los depósitos de gas y otros combustibles, los *campings*, hipódromos, campos de deportes, plazas de toros y cementerios.

Los edificios en ruinas se distinguirán mediante dibujo especial. Se representarán los muros de corrales y las cercas de fincas.

Caso de emplearse signo, en la rotulación se omitirá el genérico si el topónimo no ofreciese lugar a dudas; si no se utiliza signo, se rotulará siempre el genérico

11.2.2. Restos Históricos

Su representación debe diferenciarse claramente de la de ruinas modernas o antiguas carentes de interés. Según su extensión, podrán representarse a escala o habrá que utilizar signos convencionales (castillo, monasterio, etc.), complementados con una rotulación especial

11.2.3. Campos de batalla y otros puntos de interés histórico

Según su extensión, será o no posible localizarlos mediante un punto centrado en el que se sitúe un signo convencional, con la fecha correspondiente. Cuando esta solución no sea factible, se imprimirá una nota marginal informativa

11.2.4. Vías de comunicación

Se incluirán en el mapa carreteras y caminos, ferrocarriles, vías navegables, teleféricos.

Se representarán todas las alcantarillas, empleando distinto signo para las de dimensiones mínimas y las que alcancen varios metros, sin llegar a ser representables a escala. El mismo procedimiento se empleará con los puentes.

Carreteras

Se representarán y distinguirán las siguientes clases: Autopistas, Autovías, Carreteras de uso (de primer orden), Carreteras de uso (de segundo orden), Carreteras de uso (de tercer orden), Carreteras de uso privado y pistas con algún tipo de firme.

Todas las vías reseñadas se rotularán con su denominación oficial. Una nota marginal, denominada «Nomenclatura de carreteras», indicará junto a la denominación numérica, la designación completa correspondiente.

Caminos

Bajo este epígrafe se consideran aquellas vías de comunicación formadas por el tránsito natural, a pie, a caballo o sobre vehículo, en cuyo trazado y formación no ha habido utilización de maquinaria y cuyo piso no ha sido especialmente acondicionado:

Caminos naturales (aptos para cualquier vehículo en todo tiempo y sólo aptos para vehículos especiales), Caminos no aptos para vehículos (caminos de herradura, sendas) y Caminos ganaderos (cañadas, veredas, cordeles, etc.).

En el espacio interior del marco se rotulará el nombre de la población inmediata a cada salida de carretera, y si fuera conveniente, también de algún camino.

Se rotularán todos los caminos que tengan nombre propio, no haciéndolo cuando su denominación indique sólo los nombres de las poblaciones que enlazan, si éstas se encuentran dentro del campo del mapa.

Ferrocarriles

En este grupo de medios de transporte se distinguen los siguientes tipos y situaciones:

Ferrocarriles públicos, de explotación (minera, industrial de puertos, etc.), los que están fuera de servicio (pero completos en su instalación), desmantelados y en construcción.

En cualquiera de estos casos se distinguirán los trazados de una y de dos vías, así como de ancho normal y de ancho inferior (vía estrecha).

Se especificarán también los ferrocarriles electrificados, los de tracción por cable y los de cremallera.

En los túneles de longitud inferior a 250 metros se representará la vía con un signo especial; para los de mayor longitud se dibujarán las bocas, señalando de modo aproximado el recorrido subterráneo.

Una nota marginal, análoga a la empleada para las carreteras, reseñará las vías férreas existentes en cada hoja.

Los transportes funiculares se representarán con signos especiales para sus distintos tipos: teleféricos de cabinas, telesillas, telesquíes, etc.

Hitos kilométricos

Aunque la gran facilidad con que se altera su posición convierta este dato en provisional, su utilidad suele ser grande, por lo cual se designarán con un punto y la cifra del kilómetro, tanto en carreteras como en ferrocarriles y canales.

Vías pecuarias

Se dibujarán las cañadas existentes en la actualidad, pero no los tramos desaparecidos, entendiendo que los mapas representan situaciones de hecho y no de derecho.

La anchura de estas vías oficialmente establecida en su época las hace representable sin deformación (21 metros las veredas, 37,5 los cordeles y 75 las cañadas reales). En ocasiones, algunas carreteras modernas siguen su trazado y hay tramos en que una vía tiene simultáneamente los dos usos. Puede entonces dibujarse el borde de la cañada paralelo y exterior al de la carretera, que quedará encerrada a causa de su menor anchura.

Si una cañada desaparecida coincidiese con límites actuales entre fincas y resultara identificable su trazado, podrá representarse esta situación especial mediante un signo. El nombre particular de estas vías se rotulará cuantas veces sea necesario para su clara identificación sobre el mapa.

Caminos antiguos

En su mayoría se trata de calzadas romanas, pues los caminos medievales no tienen pavimentación especial y al haber seguido en uso no se distinguen de los demás si no es por el nombre.

El caso de las calzadas romanas admite un tratamiento propio en los tramos en que han subsistido sin modificación: se emplea un signo y una rotulación especial, análoga a la utilizada para los restos históricos antiguos.

Canales

Los canales navegables se representarán con el tipo de signos previstos en el apartado de la hidrografía, con su anchura a escala cuando sea posible. La rotulación indicará su uso

11.2.5. Bases de comunicación

Puertos

Las dimensiones de las instalaciones portuarias permiten su representación a esta escala sin necesidad de signos convencionales. Se cuidará la representación de las vías férreas de servicio hasta los muelles de carga, los almacenes, rompeolas, escolleras, balizas, faros y demás detalles característicos.

En los puertos militares se registrará la máxima información permitida por la censura. En tal sentido se establecerán por el Consejo Superior Geográfico criterios actualizados. Esta observación ha de entenderse como extensiva a todos los casos en que se ejerce la censura militar.

Aeropuertos

Los campos de aviación, en sus distintas categorías (aeropuertos, aeródromos, aeroclubs, campos de vuelo sin motor, helipuertos, bases aéreas), son representables a escala, con sus principales instalaciones (pistas de vuelo y rodadura, torre de control, hangares, estación terminal). Las balizas precisan de signos convencionales

11.2.6. Líneas eléctricas

Como norma general se establece el límite de representación de las líneas de alta tensión en los 45.000 voltios, prescindiéndose de éstas y de las menores. Sin embargo, en zonas en que la escasez de información planimétrica haga de una línea menor una referencia notable se consignará ésta.

Por el contrario, en zonas inmediatas a grandes poblaciones, en las que la representación de la totalidad de las líneas inmediatas a las subestaciones haría confuso el mapa, deberán eliminarse las que se consideren menos importantes o las que más estorben a la interpretación de la zona.

En las líneas de 110.000 voltios se indicarán mediante puntos, las torres correspondientes a cambios de dirección; en las de voltajes mayores se representarán todas las torres. Además se dibujarán los cortafuegos correspondientes a las líneas eléctricas, despejando su espacio de colores y signos de vegetación

11.2.7. Transmisiones

Estaciones de comunicación, los repetidores de TV, antenas de radio y antenas de seguimiento de satélites se representarán mediante signos. Las instalaciones anejas se representarán a escala, siempre que sus dimensiones lo permitan, rotulándose el nombre del establecimiento

11.2.8. Divisiones Administrativas

Los signos convencionales se dibujarán ininterrumpidamente y precisamente en la posición exacta respecto a los detalles planimétricos. Se representará la línea límite entre entidades menores, suprimida en las últimas ediciones del 1:50.000.

Se empleará signo para las líneas identificables y correctamente amojonadas, cuyos hitos más característicos figurarán en el mapa, y otro diferente para las de identificación dudosa

Gráficos de división administrativa

Se representarán a escala 1:200.000, mediante reducción del dibujo a 1:25.000. Sobre este croquis se numerarán ordenadamente los términos municipales, como referencia para una relación adjunta. En el mismo croquis se rotularán las comarcas de gran extensión comprendidas en la hoja

Hitos fronterizos

Se representarán y rotularán con su número los correspondientes a cambios de dirección, los coincidentes con cruces de vías de comunicación y todos aquellos cuyo número de identificación sea múltiplo de 5

11.2.9. Países Limítrofes

Previo acuerdo con los Institutos Geográficos de los países limítrofes, se representarán sus territorios, con los datos de su cartografía oficial de la misma escala o de la más próxima, utilizando las presentes normas para su homogeneización con el resto del mapa

11.2.10. Apoyos Geodésicos

Los vértices geodésicos se indicarán por el signo correspondiente a su orden, sin expresar su nombre, que por ser convencional en muchos casos produce errores y alteraciones en la toponimia. Como se ha indicado en el apartado del *Relieve*, sus cotas se rotularán en tipos especiales.

En el margen de la hoja se incluirá la relación de vértices existentes, con sus coordenadas planas.

Los puntos de nivelación de alta precisión se reducen su representación a los correspondientes a estaciones de ferrocarril, cotas oficiales de las poblaciones y aquellos que ocupen alguna posición especial, destacada e identificable