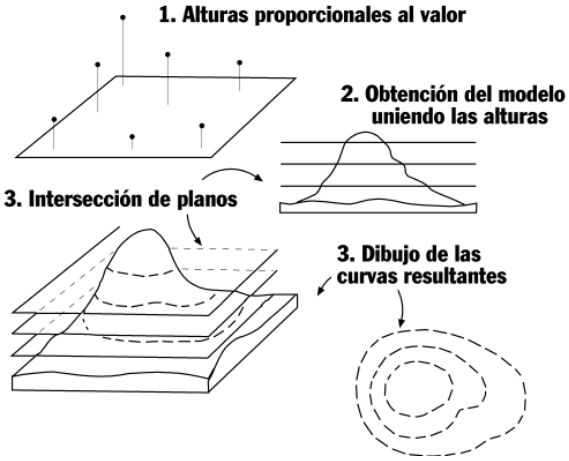
Capítulo 5. Mapas de isolíneas

1 Introducción

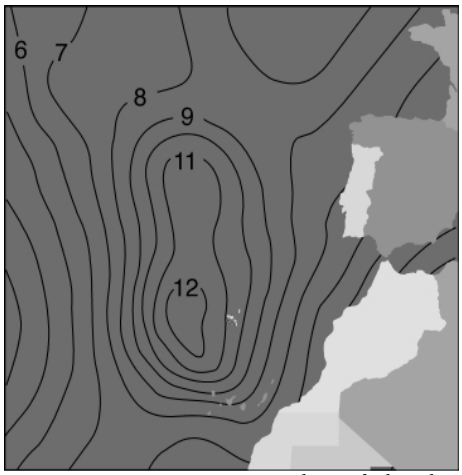
La técnica de isolíneas es una de las más importantes en el cartografiado cuantitativo, y es la que junto con los mapas de coropletas proporciona buena parte del volumen de mapas temáticos cuantitativos que se producen.

Hay muchos fenómenos que se presentan en todos los puntos del territorio, por ejemplo el magnetismo terrestre, las temperaturas, la presión atmosférica… 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 obteniendo las líneas isométricas correspondientes.

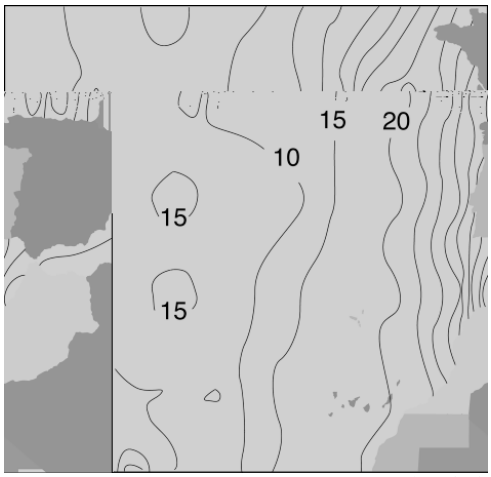


No es necesario que el volumen que se representa por isolíneas sea un volumen real. El volumen generado por las temperaturas medias de una zona es perfectamente cartografiable mediante esta técnica; cualquier fenómeno que varíe en magnitud de forma continua en los distintos puntos de un territorio, sea real o conceptual, es susceptible de representarse mediante isolíneas.

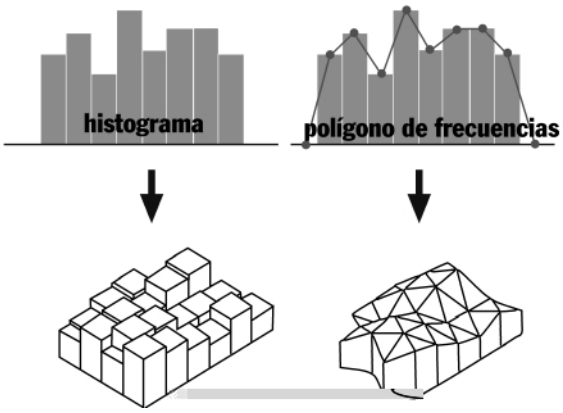
De esta manera cada tipo de curva particular toma un nombre determinado. Si las curvas son los lugares geométricos de puntos de la misma altitud se llamarán isohipsas; si se trata de igual declinación magnética, isógonas; igual nubosidad, isonefas etc.



Altura de las olas



Salinidad



Las curvas que se representan en el mapa son las que separan zonas de distintos valores característicos de la distribución, y que llamamos isolíneas o isaritmas, de donde damos nombre a esta técnica cartográfica.

Este tipo de técnica es la más adecuada para la representación de distribuciones continuas, y es por tanto la herramienta fundamental para la creación de mapas relacionados con la meteorología.

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 y que el dibujo de las isolíneas procede por tanto de interpolación.

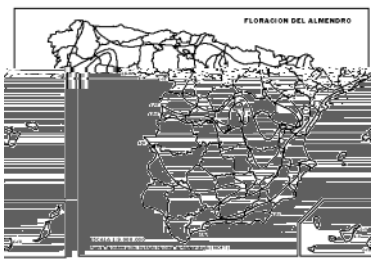
De toda la población estadística, número infinito de puntos, se eligen una muestra característica en la que efectuar dichas observaciones, y tener así datos suficientes y adecuadamente distribuidos para una posterior interpolación. Por lo tanto, la selección de este método implica suponer una distribución continua del fenómeno, así como un volumen suavizado sobre el que poder estimar la magnitud de valores intermedios.

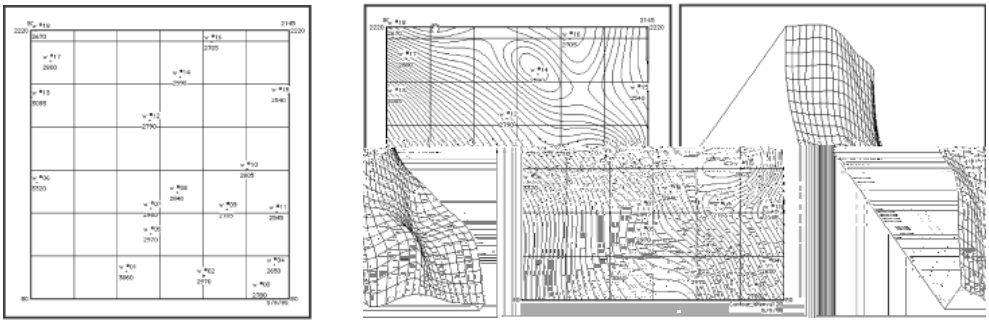
Como ocurre con los mapas de tintas hipsométricas, se pueden colorear los espacios interlineales con gamas de colores –isocoropletas–. La misión del color en este caso es facilitar la lectura del mapa, puesto que la información se halla en los símbolos lineales.

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.





De una información fragmentaria, se extrapolan datos para la totalidad.

2.1. Puntos de control

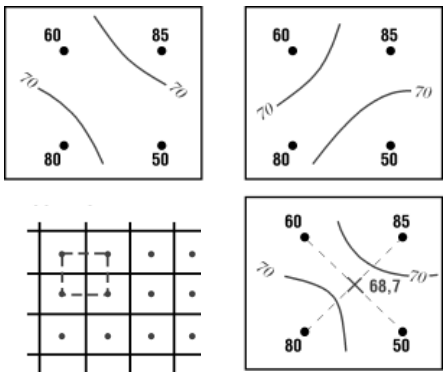
En el caso de dibujar las curvas de nivel para un mapa de gran escala, puede medirse la altitud de una serie de puntos suficientes para definir el volumen del terreno de forma adecuada a la escala final del plano. Los puntos necesarios para representar una zona de pendiente uniforme, son insuficientes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

Por ello se debe tratar de equilibrar el nivel de exactitud que se pretenda conseguir alorando el coste que supone la obtención de un mayor número de puntos.



Si se puede influir en la ubicación de los puntos de control, es mejor que éstos formen redes triangulares.

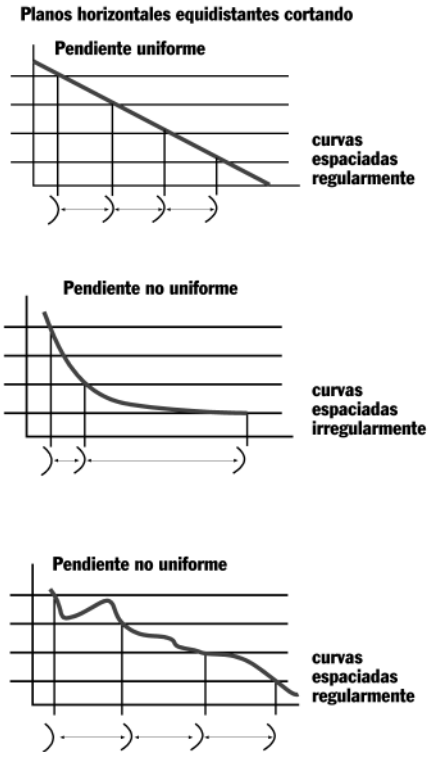
Huelga decir que la calidad de los datos observados, al igual que el cambio de la localización del punto –distribución espacial de los puntos de control–, tiene a su vez un efecto importante en la localización de las isolíneas, ya que de ambos depende su trazado.

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.

En el caso de los mapas de isolíneas, la interpolación realizada es definitiva para el resultado final del mapa. Se sitúan las líneas entre los puntos a distancias proporcionales según sea la z de los puntos adyacentes. 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).

Así puede ser conveniente adoptar un gradiente de cambio no uniforme, que desplazará las isolíneas, pero debido a la complejidad de fondo que implica considerar gradientes no lineales en el dibujo manual de curvas, y sobre todo debido a que el patrón de cambio de la variable de punto a punto es a menudo desconocido antes del cartografiado, lo habitual será asumir cambios lineales entre puntos de control; cuando existen diferentes hipótesis que puedan encajar para un conjunto de datos, elegimos siempre la más sencilla.



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.

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.

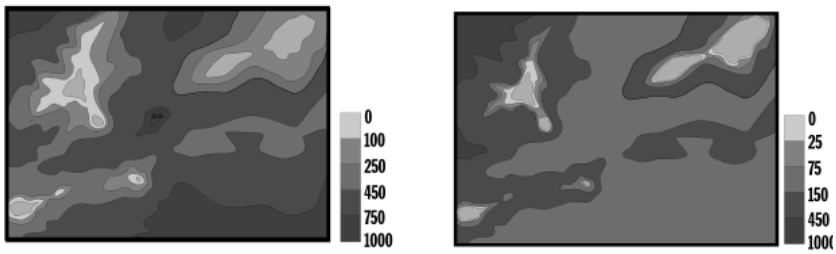
Al utilizar este método de cartografiado cuantitativo el número de puntos de control, sus localizaciones y el modelo de interpolación seleccionado son tres factores determinantes, que afectarán conjuntamente a la exactitud del trazado de las isolíneas.

2.3. Selección del intervalo

Es imposible mostrar todas las curvas, y debemos por lo tanto 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.

Utilización de distintos intervalos de clase para representar una misma topografía submarina. Cada clasificación enseña unas curvas determinadas.



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.

Es posible que existan 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.

3.1. 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.

3.2. Uso del color

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

Recordar el concepto fondo-figura

Así, en el caso de la utilización de colores se opta por gamas de valor creciente con el dato que refuercen gráficamente las caracterísicas particulares de la distribución. Estas gamas podrán ser de un tono único o de más de uno, pudiendo así ampliar el número de intervalos. También cabe destacar la utilización de dos gamas –creciente y decreciente– con el fin de diferenciar tendencias positivas y negativas existentes en la distribución, o "neutralizar" visualmente algún valor intermedio.

3.4. 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 correponden de manera ordenada.

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.

La manera de realizar los mapas de isolíneas no varía, pero debido a la distinta naturaleza de los datos estadísticos que pueden emplearse, es conveniente realizar la siguiente diferenciación. 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, como por ejemplo 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. Por ejemplo las temperaturas medias, halladas a partir de diversas observaciones realizadas en un

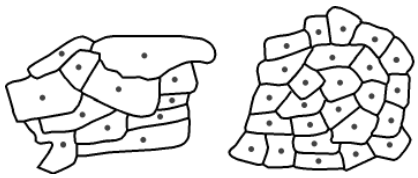
punto. Este tipo de dato, está sujeto a un mayor error que el dato real (absoluto) que se da en el punto. Los errores de determinación de medias, medianas, proporciones etc, se sumarán en este caso a los anteriores. No obstante, si se definen rigurosamente y se calculan de forma uniforme, tendrán una validez cercana a la de los valores reales.

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.

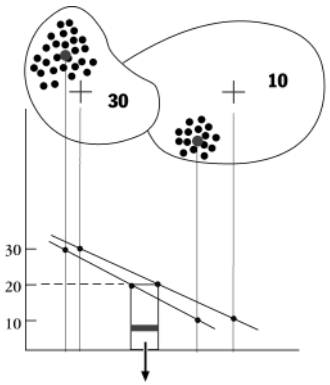
5. La construcción del mapa de isopletas

La base que sustenta este método cartográfico es la misma que en el caso del mapa de isolíneas normal. Sin embargo su realización conlleva algún problema añadido, que fundamentalmente consiste en 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.



Diferencia en la posición de la isopleta de valor 20 según se elijan los centros.

● centro de gravedad
+ 'centro geográfico'

La posición del punto la establece así el cartógrafo durante el proceso de creación del mapa, y por tanto se debe ser conscientes de las consecuencias que conlleva una localización deficiente de los puntos. Es evidente que el error en este tipo de mapas es mayor que en los de líneas isométricas debido a lo incierto o arbitrario si se desea, de la localización de los puntos de control. Además el tamaño y la forma de tales áreas afectará a las localizaciones de las isopletas.

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 relizar 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.

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:

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

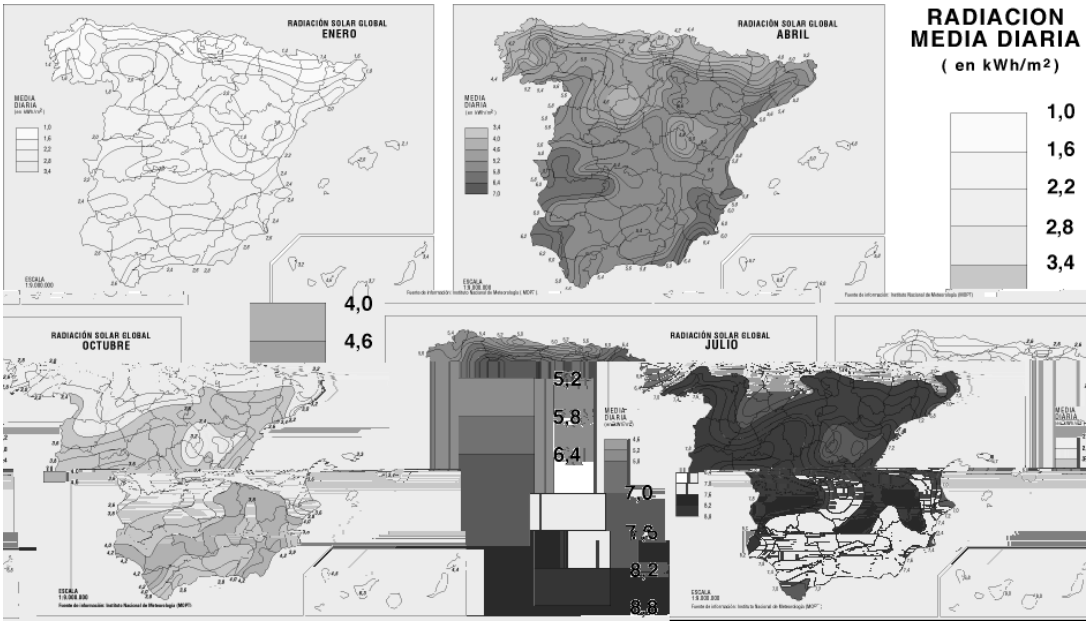
En las representaciones climatológicas tenemos entre otros muchos los siguientes términos:

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

También queremos mencionar la utilización de las líneas para la representación de fechas, duraciones y tiempos. Las isolíneas de duración, muestran los lugares que experimentan una duración similar de ciertas condiciones medias (duración media de un periodo vegetativo determinado). Las isolíneas fechadas unen puntos que experimentan cambios similares en la misma fecha (como la fecha de desaparición o de la primera nevada).

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 conti-

nua), 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.