

INTELIGENCIA DE UBICACIÓN CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.



Miguel Calvo Melero
Maria Luisa Palanques Salmeron

Prólogo



Un antiguo compañero de trabajo me comentó en una ocasión: leer un libro técnico no aporta nada al espíritu, tan solo es una colección de fórmulas, teorías, tecnologías o procedimientos que una vez finalizado tu trabajo se olvidan sin dejan ningún rastro en nosotros.

Evidentemente no es posible comparar el interés intelectual de una novela con un libro técnico, sin embargo no estoy tan de acuerdo respecto a la huella que puede dejarnos.

Recuerdo el impacto que me provocó el profesor Francisco Vazquez Maure de la Universidad Politécnica de Madrid. Acudí un día a una de sus clases de Cartografía cuando aún no había decidido que iba a estudiar y tras escucharle, ya no tuve ninguna duda. Lo que explicaba, me pareció tan interesante, como para matricularme en la carrera de Ingeniero Técnico en Topografía. Esa ha sido mi vocación y en base a esa clase he desarrollado toda mi vida profesional.

La idea básica para escribir este libro ha sido la de introducir a los lectores en el mundo de la Inteligencia de Ubicación. Pensamos que se trata de un campo de considerable interés para un amplio abanico de profesionales. Gracias a nuestro papel como profesores de universidad hemos tenido la posibilidad de impartir docencia en programas de grado, en másteres en cursos internacionales o participar en congresos de diversas disciplinas y en diversos países.

Descubrimos entonces que numerosos profesionales descartan todo aquello relacionado con Cartografía, Información Geográfica o Datos Espaciales, como algo ajeno a su trabajo cotidiano y descartan su utilización.

Sin embargo, como enseguida comprobara a lo largo de esta publicación, la evolución de la tecnología ha provocado un proceso de “democratización” de la misma, esto es, se han facilitado los procesos de gestión de todo lo relacionado con la Gestión de Datos Espaciales permitiendo que, un mayor número de profesionales puedan pensar en incorporar esos datos y procesos de análisis a su trabajo cotidiano.

Muchos han descubierto que la tecnología geomática puede darles un mayor valor añadido a su trabajo.

Durante varios años hemos colaborado y desarrollado proyectos con profesionales, profesores y alumnos de distintas disciplinas como: marketing, medio ambiente, biología, criminología o análisis de riesgos, entre otros.

Pero esta ha sido una experiencia mutua. Nosotros hemos aprendido cuales son sus necesidades y que pueden aportarle, a sus investigaciones o trabajos, herramientas como los Sistemas de Información Geográfica.

Por su parte, ellos han descubierto, el potencial de esta tecnología y las facilidades actuales para incorporarla a su trabajo. Su contacto con la tecnología de Inteligencia de

Ubicación les ha hecho replantearse algunos de sus procesos para incluir en ellos la Información Geográfica.

Esto no es nuevo, ya Sun Tzu, general y discípulo de Confucio decía en el siglo IV antes de nuestra era: *A menos que conozcas las montañas y los bosques, los desfiladeros y los pasos, y la condición de los pantanos, no puedes maniobrar con una fuerza armada. A menos que utilices guías locales, no puedes aprovecharte de las ventajas del terreno.*

Por ello para el desarrollo de este libro los “guías locales” han sido imprescindibles y a ellos debemos agradecer el interés que pueda despertar en los lectores.

José Luís Borcosque profesor de la Universidad de Santiago de Chile (USACH), no sólo ha sido uno de ellos, si no también quien nos animó a trabajar en esta publicación, confiando en la utilidad de nuestros conocimientos y a la posibilidad de aplicarlos en numerosos campos ajenos a los tradicionales de la Geomática, la Geo-mensura, la Topografía o la Geografía.

Contamos también con la inestimable ayuda de otros profesores como Juan Carlos Espinoza, quien hizo posible desarrollar proyectos conjuntos entre nuestra Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y la USACH y de José Grandón con quien desarrollamos aspectos relacionados con la Visualización Científica.

Nuestros guías en el campo del Geo-marketing fueron las profesoras de la Facultad de Economía y Empresas de la UPV/EHU Pilar Zorrilla, Gloria Aparicio, Maria Soledad Aguirre así como el profesor Andrés Araujo.

Con el profesor Júlio Vasquez de la Universidad Católica del Norte en Chile (UCN) descubrimos las posibilidades de esta tecnología en Biología, la Ecología y el Medio Ambiente y su papel como guía, fue mucho más allá, al hacer que nos replanteásemos el propio título de la publicación orientada en un principio al mundo del geo-marketing. Los proyectos desarrollados con sus alumnos nos abrieron campos de aplicación insospechados.

En el campo del Geo-crimen debemos agradecer sus aportaciones al profesor Heinz Saller de la Karlsruhe Hochschule (Alemania) a Eileen Matz y a los inspectores de la policía municipal de Vitoria-Gasteiz José Antonio Vicho, Silvia Rodríguez y Kepa Solla.

Esperamos haber sido capaces de reflejar fielmente en este libro, todo lo que ellos nos han transmitido.

Miguel Calvo Melero.

Copyright

ISBN: 978-84-617-8399-1

© Miguel Calvo Melero

Doctor en Geografía

Ingeniero Técnico en Topografía

Profesor de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

© María Luisa Palanques Salmerón.

Doctora en Geografía e Historia.

Profesora de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

Febrero de 2017

PRIMERA PARTE

● ¿Qué es la inteligencia de ubicación?



El mapa que salvó vidas.

Estamos en Londres en agosto de 1854 la mayor ciudad del mundo en esos momentos superando los dos millones y medio de habitantes. Las condiciones de vida eran realmente extremas: basura por todas partes, cientos de miles de pozos negros y un Támesis extremadamente contaminado y maloliente.

Estas condiciones desencadenan una tragedia: una epidemia de cólera que provoca la muerte de 10738 personas.

Pero no toda la ciudad se ve afectada de la misma manera. En el barrio de Soho en menos de una semana la epidemia causa casi mil muertos.

Existe además un factor añadido: casi todos los fallecimientos se producen dentro de un círculo de aproximadamente medio kilómetro.

Es entonces cuando un médico que residía cerca de esa zona llamado John Snow (1813-1858) decide realizar un estudio para determinar con exactitud “donde” se produce esa concentración de casos.

Para ello adquiere un mapa con el callejero de la ciudad y comienza a trazar pequeños segmentos correspondientes a las personas fallecidas de cada edificio. Como resultado obtiene lo que hoy denominaríamos un “mapa temático” sobre la epidemia de cólera.

El documento resultante, le proporciona una respuesta clara a su pregunta: el lugar común a todos los fallecidos era una fuente pública de Broad Street a donde acudían los moradores de la zona para abastecerse de agua.

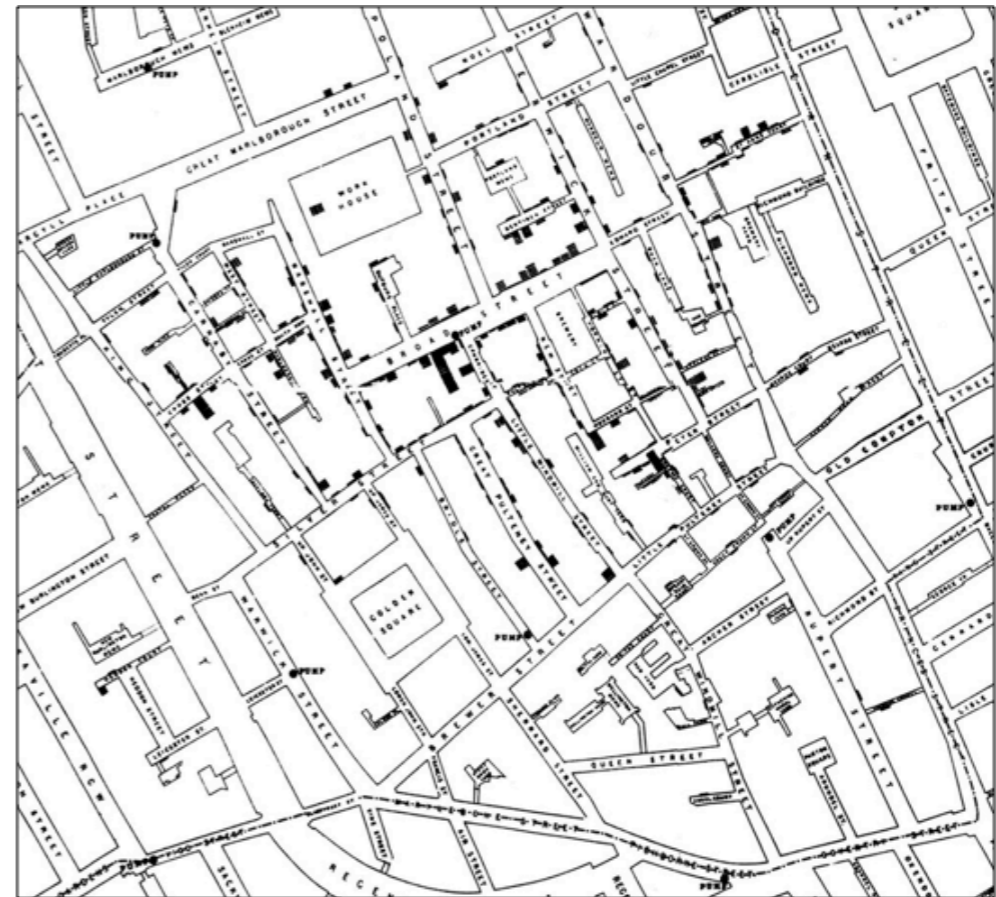


Figura 1.1.- El mapa de John Snow de 1854

(fuente [http://matrix.msu.edu/~johnsnow/images/
online_companion/chapter_images/fig12-5.jpg](http://matrix.msu.edu/~johnsnow/images/online_companion/chapter_images/fig12-5.jpg))

John Snow no detecto con su mapa la causa de la epidemia (ocasionada por la contaminación del agua de la fuente) pero gracias a identificar el lugar común a los afectados evitó numerosas muertes.

Posiblemente este es uno de los orígenes de la Inteligencia de Ubicación y un claro ejemplo de su aplicación en un caso concreto: la epidemiología.

Introducción

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

- 1.- El mapa que salvó vidas.
- 2.- El escenario actual.
- 3.- Definiciones.
- 4.- Estrategias espaciales.
- 5.- Estructura del libro.

En los últimos años la convergencia de inteligencia de negocios y grandes datos ha dado lugar organizaciones que los utilizan no sólo para verificar la intuición, sino para aplicarlos directamente en negocios, marketing, desarrollo de nuevos productos y cualquier otra actividad operacional. Pero las plataformas de inteligencia de negocios por lo general olvidan una dimensión importante de análisis de datos : la ubicación.

“The Eureka Moment: Location Intelligence and Competitive Insight”

Marzo de 2015 Pitney Bowes

[http://www.forbes.com/forbesinsights/location_intelligence/
#sthash.EaHBvApA.dpuf](http://www.forbes.com/forbesinsights/location_intelligence/#sthash.EaHBvApA.dpuf)

El mapa que salvó vidas.

Estamos en Londres en agosto de 1854 la mayor ciudad del mundo en esos momentos superando los dos millones y medio de habitantes. Las condiciones de vida eran realmente extremas: basura por todas partes, cientos de miles de pozos negros y un Támesis extremadamente contaminado y maloliente.

Estas condiciones desencadenan una tragedia: una epidemia de cólera que provoca la muerte de 10738 personas.

Pero no toda la ciudad se ve afectada de la misma manera. En el barrio de Soho en menos de una semana la epidemia causa casi mil muertos.

Existe además un factor añadido: casi todos los fallecimientos se producen dentro de un círculo de aproximadamente medio kilómetro.

Es entonces cuando un médico que residía cerca de esa zona llamado John Snow (1813-1858) decide realizar un estudio para determinar con exactitud “donde” se produce esa concentración de casos.

Para ello adquiere un mapa con el callejero de la ciudad y comienza a trazar pequeños segmentos correspondientes a

las personas fallecidas de cada edificio. Como resultado obtiene lo que hoy denominaríamos un “mapa temático” sobre la epidemia de cólera.

El documento resultante, le proporciona una respuesta clara a su pregunta: el lugar común a todos los fallecidos era una fuente pública de Broad Street a donde acudían los moradores de la zona para abastecerse de agua.

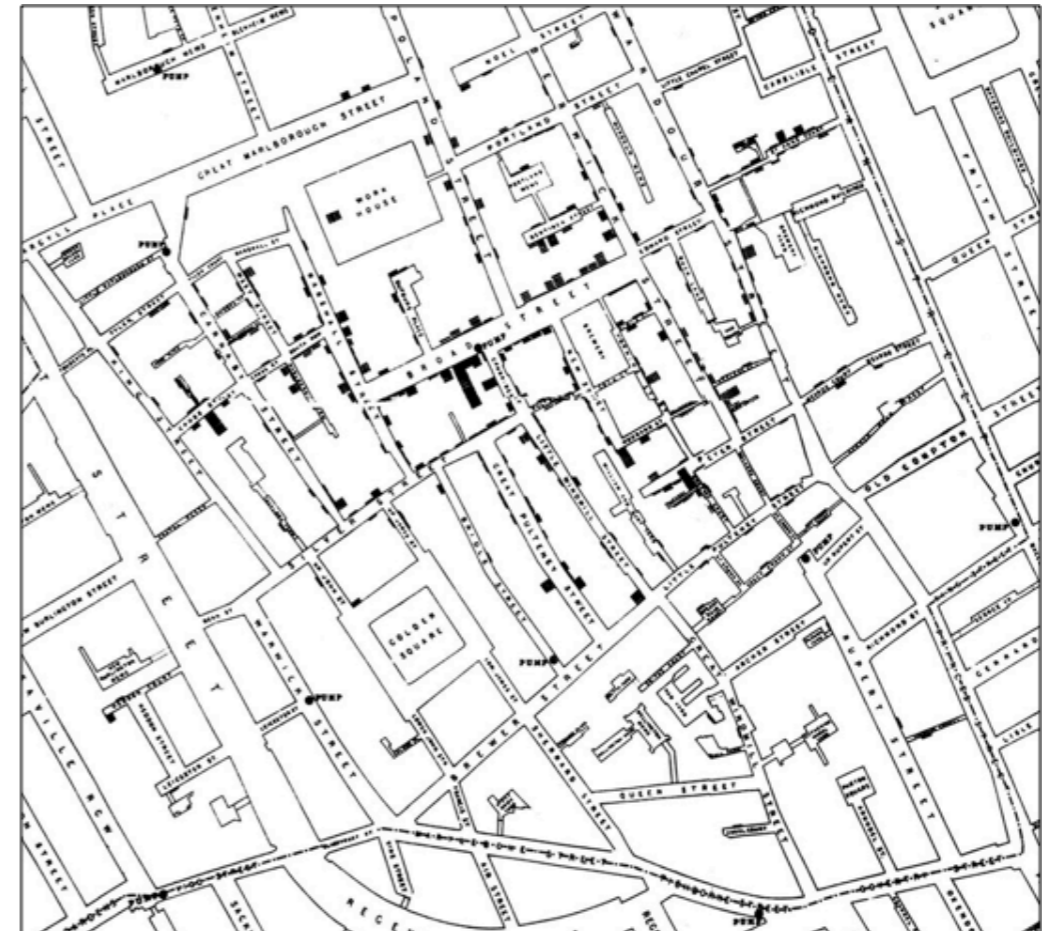


Figura 1.1.- El mapa de John Snow de 1854

(fuente http://matrix.msu.edu/~johnsnow/images/online_companion/chapter_images/fig12-5.jpg)

John Smith no detecto con su mapa la causa de la epidemia (ocasionada por la contaminación del agua de la fuente) pero gracias a identificar el lugar común a los afectados evitó numerosas muertes.

Posiblemente este es uno de los orígenes de la Inteligencia de Ubicación y un claro ejemplo de su aplicación en un caso concreto: la epidemiología.

El escenario actual.

Situémonos ahora en alguna de las grandes ciudades del mundo en 2016; como: Tokio (31,1 millones de habitantes), Shanghai (25,5 millones) o Yakarta (25,4 millones), todas ellas diez veces más grandes que el Londres de 1854. ¿Qué sucedería si se declarase una epidemia?, ¿cómo buscar uno o varios focos posibles?, ¿cómo detectar lugares de acumulación de casos?, ¿cómo evoluciona la epidemia? o ¿cuál puede ser la causa de factor común a la epidemia?. Desgraciadamente en este caso, adquirir un mapa de calles de la ciudad e ir poniendo puntos en aquellos lugares en donde se producen casos, no sería suficiente. Habría que procesar una cantidad enorme de datos, detectar los lugares de acumulación de casos y tratar de buscar correlaciones con un gran número de factores que no se limitan al lugar del que procede el agua que consumen, habría que buscar causas como ¿dónde han estado los infectados?, ¿dónde comen?, ¿donde compran su comida?, ¿cuáles son sus condiciones sanitarias?, ¿cuál era su estado de salud?, ¿han realizado viajes?, ¿han visitado a amigos?, etc...

Cuando John Snow identificó el foco de la epidemia, la información disponible era muy limitada y el mundo era mucho menos complejo (ciudades pequeñas, menos movimiento de la población, etc...). Sin embargo en la actualidad el volumen de información es enorme, se encuentra en formato digital y se

genera de forma constante gracias, por ejemplo a los teléfonos celulares. Es lo que denominamos “Big Data”.

Es una cantidad de información compleja tan grande que desborda en mucho nuestras capacidades “visuales” para analizar todos esos datos en su conjunto.

Para afrontar este estudio es necesario integrar toda la información, teniendo en cuenta sus características espaciales, habrá que buscar “en donde” se producen esas acumulaciones de casos, habrá que determinar “que sucede” en esos lugares para cada uno de los factores buscando correlaciones espaciales o de ubicación, y para hacerlo será también necesario determinar “como” tratar toda esa información de forma integral y como representar de forma efectiva los resultados.

En esta publicación intentaremos facilitar este trabajo de análisis de localización respecto a esos tres aspectos: dónde, qué y cómo.

El punto de partida es común a todo investigador a quien pueda interesar realizar este tipo de análisis, es decir se dirige a personas no especializadas en información geográfica pero que consideran que la información geográfica o espacial puede ser un punto de vista interesante para el trabajo que desarrollan.

Nada mejor que un ejemplo para mostrar de forma práctica los objetivos de este libro.

Supongamos que como Snow nos enfrentamos al mismo problema pero disponemos de los medios actuales para ayudarnos en la localización del foco de la epidemia.

Una de las primeras experiencias de la Inteligencia de Ubicación fue el mapa realizado en 1854 por John Snow con el objeto de identificar el origen de la epidemia de cólera que asolaba Londres causando centenares de fallecimientos.

Disponemos un mapa digital (el mismo utilizado por John Snow) y vamos a realizar un análisis de localización utilizando alguno de los conceptos que se expondrán en los siguientes capítulos.

Nos interesa, en especial, descubrir donde se produce una mayor densidad y acumulación de fallecimientos.

Para hacerlo existe un algoritmo de análisis especial denominado “kernel” capaz de proporcionarnos aquellos lugares denominados “puntos calientes” o ubicaciones en donde se acumula un determinado fenómeno. Este algoritmo analiza, no solo donde se produce el fenómeno, si no además como lo hace en posiciones cercanas.

El algoritmo nos proporciona un mapa como de la siguiente figura.

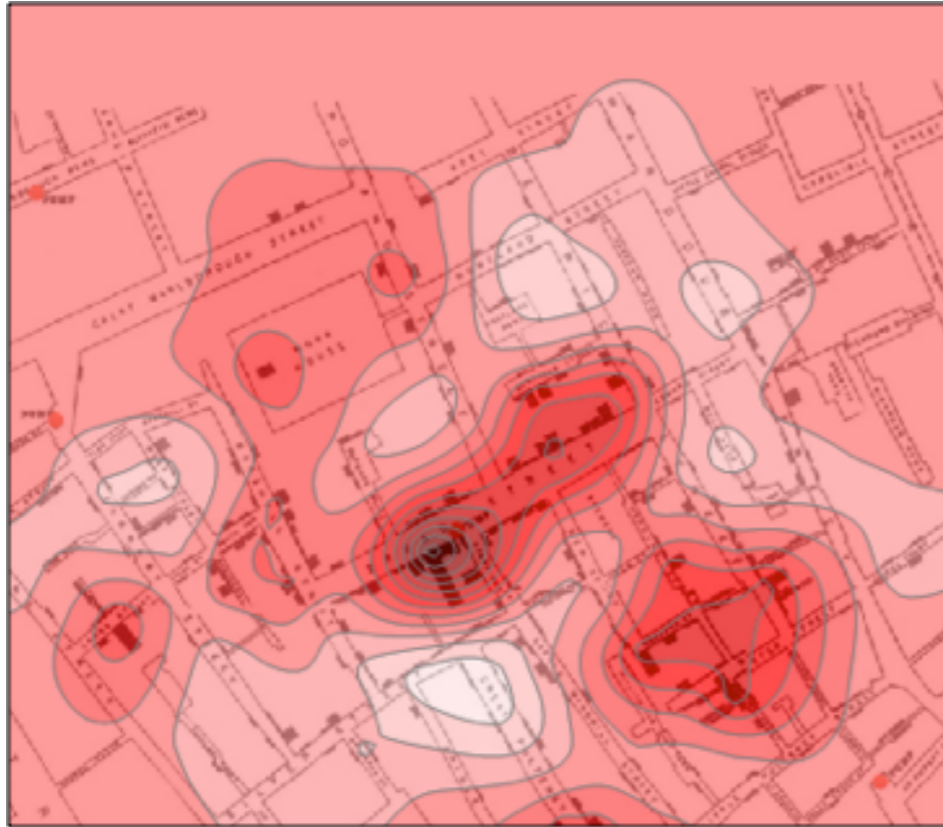


Figura 1.2.- Aplicación del algoritmo “Kernel” a partir del mapa de John Snow

Es evidente que cerca de la parte central desplazado un poco hacia el SW existe un punto de mayor densidad y acumulación de fallecidos que en el resto de la zona representada. ¿Qué sucede en ese lugar?

Si ahora activamos la capa que contiene las fuentes públicas, obtenemos el siguiente documento:

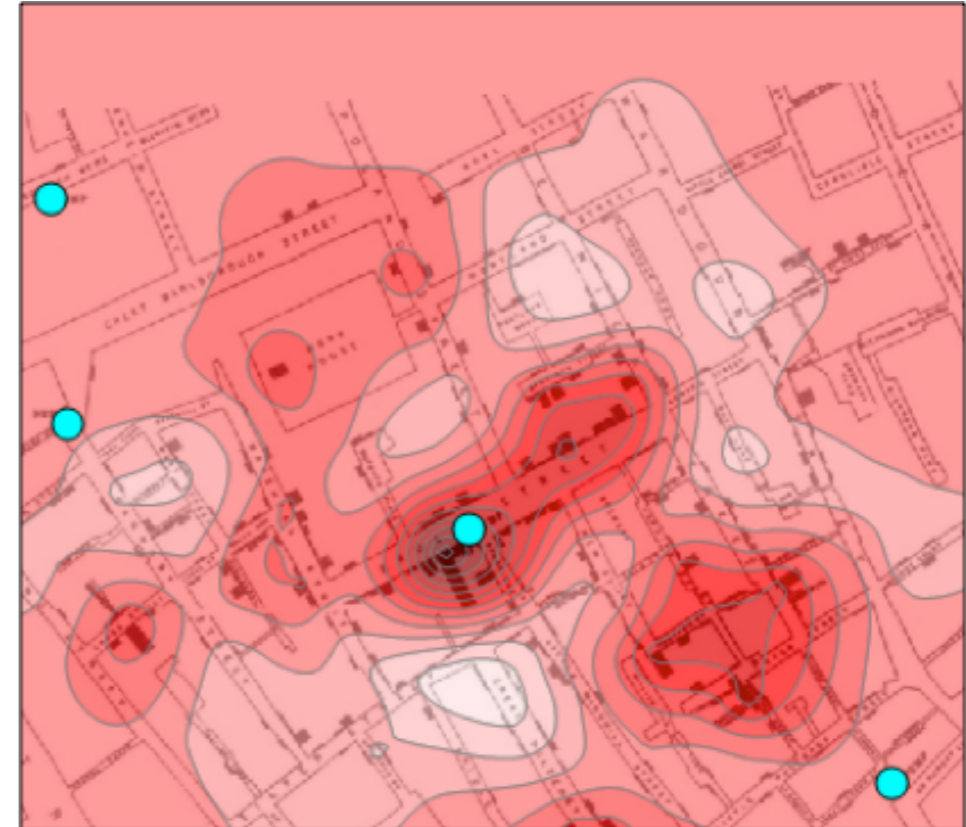


Figura 1.3.- Kernel y fuentes:

Observamos que precisamente en ese lugar en donde se producen una mayor densidad/acumulación de casos hay una fuente pública de donde se abastecían de agua los habitantes de la zona.

Con los datos adecuados, el algoritmo preciso para su tratamiento y un programa capaz de llevarlo a cabo, disponer de mucha información o de grandes volúmenes de datos a procesar ya no representa un problema; mas bien al contrario, representa una oportunidad para integrar otros factores como: análisis bacteriológico del agua en varios puntos, red de distribución de

aguas (conexiones y dependencias entre tuberías), estado de los componentes de la red, detección de filtraciones, posibles averías, etc...

La utilización de un Sistema de Información geográfica (SIG) para aplicar algoritmos de análisis de grandes volúmenes de datos espaciales es la base necesaria para la Inteligencia de Localización (IL) o de ubicación (IU).

Definiciones.

Desde un punto de vista estratégico la Inteligencia se define como: Un proceso sistemático de obtención y análisis de la información con el objeto de producir conocimiento útil para la tomar decisiones, definir estrategias, planificarlas, desarrollarlas y ejecutarlas o llevarlas a cabo.

Evidentemente quienes deben tomar decisiones, a cualquier nivel y en cualquier campo de actividad, necesitan disponer de información relevante para identificar aspectos como: factores, problemas, relaciones, ventajas, desventajas y oportunidades, para decidir como actuar y determinar la estrategia a seguir..

Una vez tomada la decisión, la información y el conocimiento adquirido, servirán de base para desarrollar las decisiones y las estrategias.

El punto final consistirá en desarrollar esas estrategias sobre el problema concreto a resolver.

Pero la Información por si misma no es de mucha utilidad, es necesario analizarla y encontrar relaciones (en nuestro caso “relaciones espaciales”), para convertir los datos en un componente estratégico y útil para facilitar la toma de decisiones.

Este no es un problema nuevo, hace ya más de 2500 años Sun Tzu en “El Arte de la Guerra” escribía lo siguiente:

El general que gana una batalla hace muchos cálculos en su cuartel, considera muchos factores antes de que ésta se libere. El general que pierde una batalla hace pocos cálculos en su cuartel, considera pocos factores antes de que ésta se libere. Muchos cálculos llevan a la victoria, pocos cálculos llevan a la derrota.

Convertir toda la información disponible en algo útil pasa por “hacer muchos cálculos para la batalla”,

Naturalmente esos cálculos le permitirán a los generales, a quienes les corresponde, tomar una decisión, desarrollar una estrategia y definir los planes de ataque para, posteriormente llevarlo a cabo.

Llevar este concepto a otros ámbitos mas pacíficos permite analizar datos, identificar problemas y diseñar estrategias

específicas para desarrollar procesos de análisis o investigación en la búsqueda de soluciones.

En el caso concreto de este libro el factor común es la localización o “ubicación espacial” de los fenómenos a estudiar y sobre los cuales deben tomarse decisiones.

La Inteligencia de Ubicación se centra en el análisis de datos geo-espaciales para identificar relaciones existentes entre ellos que permitan resolver problemas específicos. Se estima que al menos el 80% de los datos almacenados en estos momentos en todo el mundo en formato digital (Big Data) pueden ubicarse o relacionarse con los elementos espaciales, en consecuencia, la IU puede servir para analizar datos de muchas categorías de información alguna de las cuales ya tiene incluso entidad propia como especialidad; es el caso del geo-marketing, el geo-crimen, etc...

El informe de Forbes Insight “The Eureka Moment: Location Intelligence and Competitive Insight”

THE EUREKA MOMENTS: LOCATIONAL INTELLIGENCE AND COMPETITIVE INSIGHT

http://www.mapinfo.com/wp-content/uploads/2015/03/Pitney_Bowes-F-Insights_Report-Final_web.pdf

La Inteligencia de Ubicación se centra en el análisis de datos geo-espaciales para identificar relaciones existentes entre ellos que permitan resolver problemas específicos.

define la IU como el proceso de obtener una visión significativa de las relaciones de datos geoespaciales para resolver un problema particular (de negocio).

Desde nuestro punto de vista, la Inteligencia de Ubicación puede definirse como:

Un proceso sistemático de obtención y análisis de la información relacionada, directa o indirectamente con el entorno geográfico, con el objeto de producir conocimiento útil para la tomar decisiones, definir estrategias, planificarlas, desarrollarlas y ejecutarlas o llevarlas a cabo.

Este proceso incluye la búsqueda o captura y estructuración de datos, su geo-codificación, su tratamiento y la obtención de resultados tanto mediante mapas visualmente efectivos (semiológicamente correctos) como: listados, informes o cualquier otro tipo de resultados que permitan identificar con facilidad esos lugares con características especiales.

En el mencionado informe se considera que: “...tradicionalmente, este tipo de inteligencia ha sido responsabilidad en exclusiva de los usuarios altamente especializados en Sistemas de Información

Geográfica altamente especializados (SIG). Pero la evolución de estas herramientas ha simplificado tanto el acceso que ya hay numerosas organizaciones que los utilizan. Algo tan simple como pasar los datos de una hoja de cálculo a un mapa permite descubrir relaciones importantes que previamente no fueron percibidas obteniendo un nuevo conocimiento del tema...”.

En la actualidad al ser posible acceder a un enorme volumen de información (Big Data) se abren grandes perspectivas para la Inteligencia de Ubicación, sin embargo al acceso a esos datos no garantiza un resultado efectivo, la información no es sinónimo de inteligencia. Esta se consigue sabiendo como tratar esa información para conseguir resultados efectivos.

No obstante, saber utilizar un Sistema de Información Geográfica no garantiza que un usuario sea capaz de desarrollar aplicaciones de Inteligencia de Ubicación, para

hacerlo se necesita como mínimo: conocer la información geográfica (naturaleza, tipología y estructura) y saber desarrollar “estrategias” de toma de decisiones mediante la construcción de procedimientos de tratamiento de este tipo de información.

Es totalmente cierto que la tecnología asociada a la Información geográfica se ha simplificado y democratizado, pero la información espacial tiene unas características especiales y tanto los propios datos como su tratamiento para conseguir unos

Se estima que al menos el 80% de los datos almacenados en estos momentos en todo el mundo en formato digital (Big Data) pueden ubicarse o relacionarse con los elementos espaciales.

resultados óptimos, requieren un conocimiento de este tipo de información, los algoritmos que permiten procesarla para realizar análisis y las técnicas de representación cartográfica que permiten la creación de documentos con un alto nivel de “efectividad visual” es decir de poder de comunicación que faciliten su comprensión por parte de quienes tienen que analizar estos resultados.

También el “Arte de la guerra” de Sun Tzu encontramos la siguiente recomendación:

“No es posible aprovechar las ventajas naturales de un terreno para librar una batalla si no disponemos de guías locales”.

El objetivo de este libro es servir de guía para aprovechar a fondo las ventajas de la información geográfica y el potencial que aportan en el campo de la Inteligencia de Ubicación.

En base a estos comentarios consideramos que respecto a las características fundamentales de la Inteligencia de Ubicación y la democratización o facilidad de uso expresado en el informe Eureka es necesario hacer las siguientes reflexiones:

Toma de decisiones en base a Datos Espaciales: La Toma de Decisiones en base a datos espaciales no es totalmente similar a la que se basa datos en general. Los Datos Espaciales son un

tipo de información heterogénea. Por una parte están los componentes geográficos (sobre los que se hablará más adelante en esta publicación) y por otra los datos que pueden asociarse a esos componentes. Los componentes geográficos tienen unas características especiales por su propia naturaleza y es necesario, para evitar errores, conocer como mínimo las fundamentales para poder realizar análisis efectivos en donde se encuentren soluciones reales. La mayoría de los usuarios no tendrá problema con los datos geo-referenciables al ser el tipo de información que han estado manejando habitualmente. Los problemas pueden aparecer cuando se quieren relacionar con los componentes geográficos ya que para eso se requiere un proceso de geocodificación que no siempre es evidente.

En consecuencia la toma de decisiones a partir este tipo de información debe hacerse de una manera diferenciada y siendo conscientes de sus características especiales.

Algoritmos: Un algoritmo es: *Un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.*

En el mundo de los SIG un algoritmo puede considerarse asociado a una “funcionalidad” o “comando” que aplica una serie de operadores para realizar un tratamiento de información geográfica.

Un algoritmo es: Un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Un proceso o procedimiento consiste en un conjunto de algoritmos encadenados que nos llevan desde los datos, correspondientes a los factores que intervienen en el análisis a desarrollar, hasta la solución final.

Tanto en la segunda como en la tercera parte de esta publicación se desarrollarán a fondo las funcionalidades SIG o algoritmos y

los procedimientos de tratamiento de información o modelos.

Estrategias: Marcan las líneas generales del proceso a desarrollar, el

tipo de información a buscar y procesar, los resultados que quieren obtenerse y los procedimientos de análisis y tratamiento de información a aplicar para alcanzar esos resultados.

Es el usuario del SIG quien debe conocer y desarrollar la estrategia. Un experto en Información Geográfica puede desarrollar con facilidad procesos de tratamiento de información, pero para definir esos procesos se requiere un conocimiento profundo del tema al que se pretende aplicar la IU.

Por ejemplo el desarrollo de un análisis de geo-marketing sobre el mejor lugar para comenzar una determinada actividad comercial requiere que un experto en marketing aporte sus conocimientos para hacerlo, esto es: los factores que intervienen, los datos existentes, las características de la clientela, etc...

En el caso de la IU las estrategias se materializaran en “modelos de tratamientos de la información (datos)” encadenando algoritmos para ir desde los datos hasta la obtención de resultados.

Minería de datos: Una vez definida la estrategia o proceso de tratamiento de la información es necesario localizar la información geográfica correspondiente a dicho proceso. A este trabajo de búsqueda se le conoce como “minería de datos” y para el caso concreto de la Información Geográfica se dispone, además de las herramientas convencionales de Internet, catálogos de datos geográficos. Como ya se ha comentado la cantidad de datos disponible (Big Data) es enorme si bien no todos son de utilidad, el proceso de minería de datos se ocupa no sólo de su localización si no además de su evaluación respecto a sus posibilidades de relación con el entorno geográfico, su precisión o su adaptación a los factores a analizar.

En muchos proyectos de Inteligencia de Ubicación este proceso puede ocupar más del 50% del tiempo necesario.

Sistema de Información Geográfica: Los SIG son los programas imprescindibles para desarrollar los procesos de tratamiento de datos necesarios para seguir las estrategias de análisis y toma de decisiones. Se trata de programas especializados que permiten construir “procedimientos” basados en “algoritmos” y generar salidas gráficas (cartográficas) para visualizar los resultados.

Visualización Científica: Muchos de los trabajos de la IU finalizan con la obtención de un mapa temático.

A lo largo de nuestra vida profesional hemos visto como complejos análisis han dado lugar a mapas totalmente ininteligibles a partir de los cuales era imposible sacar alguna conclusión arruinando todo el tiempo empleado.

Los mapas temáticos se crean para responder a una o varias preguntas del tipo: ¿Dónde sucede.....?, ¿dónde se concentran...?...

Un mapa temático es efectivo a nivel comunicación si al menos de un primer vistazo es posible establecer un “orden” o una clasificación con los elementos que lo integran. La leyenda con la correspondencia entre la simbología utilizada y los datos se utilizará para añadir un nivel de precisión superior y poder establecer diferencias entre unos y otros elementos.

La creación de mapas temáticos no es tan sencillo como puede parecer y sigue las normas de la Semiología gráfica en general y de la cartográfica en particular. Tal y como el lenguaje escrito tienen una gramática y una sintaxis el lenguaje gráfico posee unas variables visuales y una semiología específicas que marcan la construcción de símbolos e imágenes y en este caso concreto: mapas temáticos.

Un mapa temático erróneo o con bajo nivel de comunicación puede hacer fracasar todas las estrategias y procesos desarrollados y convertir en inútil todo el trabajo realizado.

Los Sistemas de Información Geográfica disponen de herramientas para la creación de mapas temáticos pero estas no siempre garantizan un el nivel de comunicación adecuado y efectivo. En la parte tercera de este trabajo se propone una introducción a las principios básicos de la cartografía temática imprescindibles para obtener resultados semiológicamente correctos.

Nuestra intención es exponer y desarrollar todos estos aspectos de forma sencilla y al alcance de cualquier usuario potencial de este tipo de tecnología proporcionando a los lectores los conocimientos necesarios para utilizar los Sistemas de Información Geográfica en problemas relacionados con la IU de una manera efectiva y competente aprovechando al máximo las posibilidades que pueden proporcionar estas herramientas y esta tecnología.

Estrategias espaciales.

Uno de los objetivos fundamentales de la Inteligencia de Ubicación es el desarrollo de estrategias espaciales que permitan

localizar lugares con características especiales respecto a los datos Geográficos.

Estas se organizan en torno a la búsqueda de ubicaciones estratégicas o especiales según el esquema siguiente:

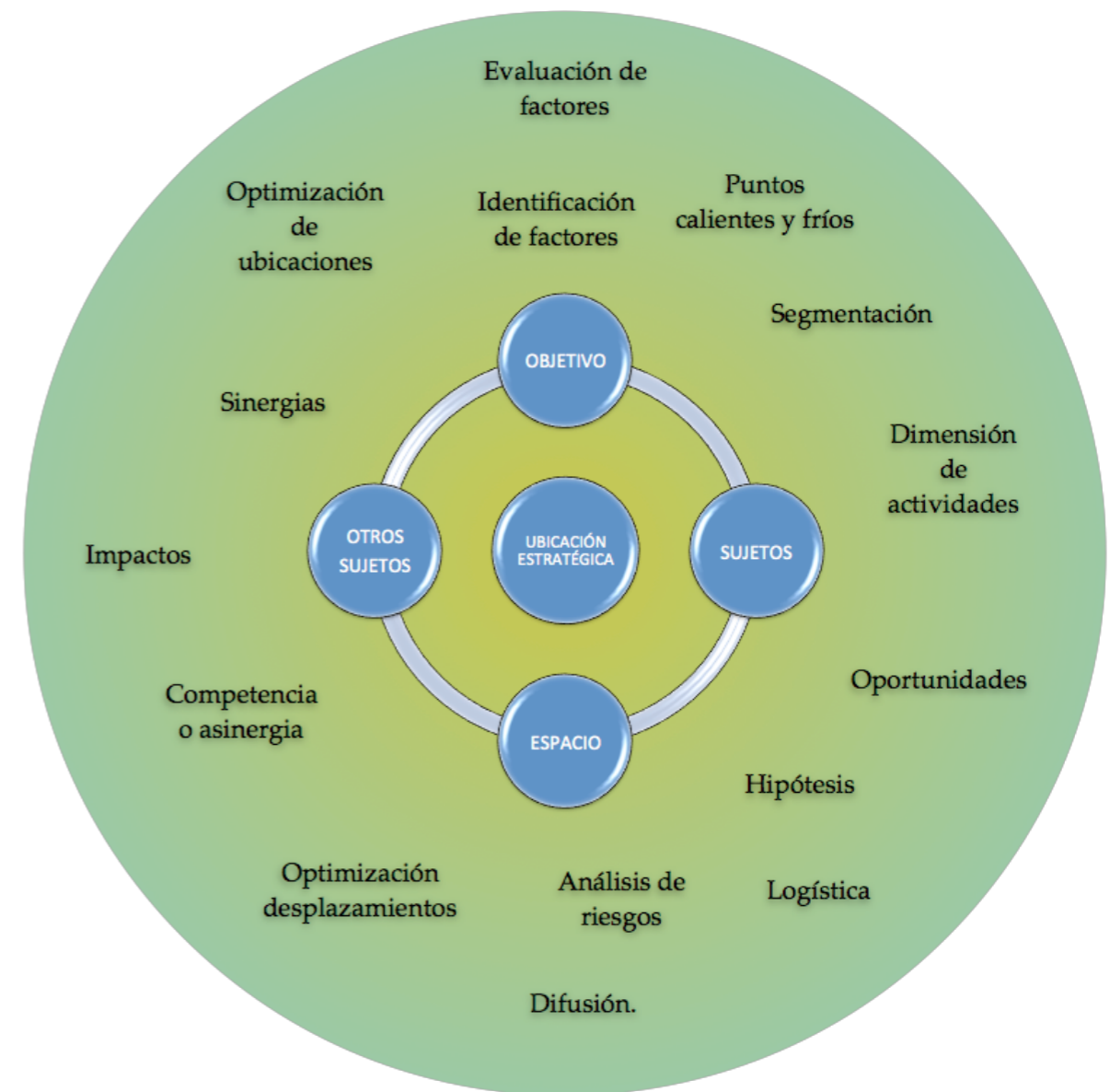


Figura 1.4.- Estrategias de ubicación.

El “núcleo” de las estrategias de ubicación está formado por cuatro elementos:

Objetivos: en base a los cuales se hace el estudio de ubicaciones estratégicas. Por ejemplo en Geomárketing se trata del tipo de comercio o negocio que pretende abrirse u optimizarse; en Geo-crimen, los lugares en donde se concentran los delitos; en biología los hábitats para determinadas especies.

Sujetos: son personas, ubicaciones, lugares, fauna, flora, etc... que están directamente relacionados con los objetivos. También pueden ser mensajes puestos en las redes sociales (twitter, facebook...).

Por ejemplo en el caso del geomárketing se trata de los clientes.

Otros sujetos: son elementos mas o menos similares a las actividades, productos o servicios entre los que puede existir una relación de competencia (asinergia) o de sinergia. En geomárketing sería por ejemplo comercios o negocios similares; en fauna y flora especies sinérgicas o especies competidoras, etc....

Espacio geográfico: está constituido por todos los componentes geográficos y muy en especial, por las redes de transporte y comunicaciones a través de las cuales pueden

analizarse aspectos como tiempos de acceso, dificultades, limitaciones, etc...

Las estrategias se crean a partir de las relaciones entre estos cuatro elementos y se han organizado en según tres niveles valorando sus relaciones con ellos.

❖ Segmentación.- Tiene dos posibles definiciones respecto del escenario o de los sujetos:

1.- Conjunto de atributos, características o factores del escenario en donde va a desarrollarse el estudio. Debe ajustarse a las necesidades o deseos de los sujetos objeto de cada lugar. Ejemplos: perfil de la clientela para un determinado producto, características físicas de un determinado hábitat, características de un lugar en donde puede existir un

Las estrategias marcan las líneas generales del proceso a desarrollar, el tipo de información que hay que buscar y procesar, los resultados a obtener y los procedimientos de análisis y tratamiento de información a aplicar para alcanzar esos resultados.

determinado riesgo.

2.- Identificación de pautas espaciales y/o características de los sujetos objeto del estudio (tanto los de base como el resto). Ejemplo: edades, niveles de renta o estilos de consumo adecuados para un determinado producto o servicio,

características de los individuos de una determinada especie animal o de sus depredadores, tipología de las víctimas de delitos de violencia.

- ❖ Identificación de factores.- Como veremos más adelante los factores se determinan al principio del proceso de toma de decisiones, sin embargo a veces es necesario analizar la propia información espacial para identificar esos factores analizando las características de los lugares en donde sucede un determinado fenómeno. Por ejemplo si en un lugar se produce una acumulación de una determinada especie de animal, superior a la de otros lugares, puede ser interesante analizar los factores ambientales concurrentes en ese sitio para analizar si se corresponden con los factores asociados al hábitat de esa especie o existen otros que pueden ser interesantes y no contemplados en un primer análisis.
- ❖ Evaluación de factores.- Es un proceso continuo al anterior. Si se identifica un factor utilizando la estrategia de ubicación del mismo modo pueden asignarse valores a los mismos en base a como se produce el fenómeno en esos lugares.
- ❖ Análisis de competencias o asinergias.- Análisis de la ubicación de negocios, productos o servicios como actividades competidoras o asinérgicas respecto a la actividad comercial o producto, análisis de ubicación de especies depredadoras, factores del entorno que inhiben la comisión de un tipo de delito o acto criminal.

- ❖ Análisis de sinérgias.- Análisis de actividades comerciales complementarias, puntos de atracción turística potenciadores de la clientela, especies vegetales sinérgicas.
- ❖ Optimización de desplazamientos.- Lugares con posiciones especiales en redes de comunicaciones o tiempos de acceso valorando sus posiciones y las de los sujetos objetivo. Por ejemplo: comisarías de policía, centros de emergencia, hospitales, puestos de prevención de incendios.
- ❖ Logística.- Análisis de situaciones y posibilidades de mejora y optimización del servicio teniendo en cuenta las ubicaciones, los sujetos objetivo y las redes de transporte. Análisis y optimización de servicios de logísticas (abastecimiento, venta, suministros...), facilidades de acceso a lugares potencialmente peligrosos (incendios, delitos...).
- ❖ Identificación de puntos calientes y fríos.-

Puntos calientes: lugares en donde se producen densidades/ acumulaciones de sujetos, actividades, competidores, riesgos, etc... Puntos fríos: lugares en donde se producen densidades/ acumulaciones bajas respecto a los mismos conceptos de los calientes.
- ❖ Dimensión de actividades.- Evaluación de las condiciones de las ubicaciones estratégicas para adecuarse a las necesidades o factores de los sujetos objetivo. Por ejemplo en el caso de un centro de emergencias proporcionará la

cantidad de camas, equipos, médicos. En el caso de los delitos permite identificar el despliegue de los cuerpos policiales. En la conservación del medio ambiente las necesidades asociadas a cada hábitat

- ❖ Oportunidades.- Identificación de ubicaciones óptimas respecto a puntos calientes o fríos. Por ejemplo buscar ubicaciones para un nuevo comercio en donde exista poca competencia de negocios similares y mucha clientela potencial. Lugares en donde pueda fomentarse o favorecerse la recuperación de una determinada especie.
- ❖ Impactos.- Análisis de los impactos previstos al desarrollar nuevas actividades, productos o servicios. Por ejemplo cuantos clientes pueden ganarse a la competencia en una determinada ubicación, los riesgos potenciales de una zona forestal respecto al riesgo de incendios.
- ❖ Optimización de ubicaciones.- Análisis de lugares estratégicos respecto a los factores que los condicionan. Permiten identificar los mejores lugares para instalar un nuevo negocio, un puesto de prevención de incendios o donde ubicar una patrulla para evitar determinada actividad delictiva.
- ❖ Difusión:- Identificación de pautas espaciales para el desarrollo de nuevas actividades. Por ejemplo despliegue estratégico de la policía para prevenir el crimen, campañas

de “buzoneo” o publicidad, campañas informativas para la prevención de riesgos ambientales.

- ❖ Hipótesis.- Planteamiento y desarrollo de análisis estratégicos integrando toda la información, previa a la toma de decisiones. Se trata de sintetizar todo el conjunto de datos y algoritmos para realizar análisis integrales y evaluar sus posibilidades, impactos, ventajas o inconvenientes.
- ❖ Análisis de riesgos.- Estimación de factores de riesgo tanto a nivel físico (aludes, deslizamiento de laderas), biológico (evolución de epidemias, detección de lugares peligrosos a nivel biológico, detección de contaminación), ambiental (incendios, amenazas para la fauna o la flora) o económicos (clientelas inadecuadas, evoluciones en las actividades económicas, acumulación de establecimientos), entre otros.

Estructura del libro.

Nuestra filosofía de trabajo al escribir este libro se ha basado en los siguientes puntos:

- 1.- Crear una base científica para facilitar el análisis y la resolución de problemas relacionados con la Inteligencia de Ubicación utilizando Sistemas de Información Geográfica.

2.- Desarrollar todo con un enfoque universal y “no comercial” es decir: sin vinculación a un programa o marca concreta para que sea de utilidad a la totalidad de los lectores con independencia del software utilizado.

3.- Democratizar el acceso a la Inteligencia de Ubicación haciéndola comprensible a cualquier profesional interesado en utilizarla en su trabajo o investigación sin necesidad de disponer de conocimientos previos sobre el tema. El libro está organizado en cuatro bloques o capítulos.

El primer capítulo titulado “¿Que es la Inteligencia de Ubicación?” se centra en la descripción general y las definiciones de Inteligencia de Ubicación, en el proceso de toma de decisiones utilizando Información Geográfica, las fases o pasos que lo integran y de las herramientas disponibles para hacerlo.

El segundo capítulo titulado ¿Cómo trabajar con la Información espacial? está dedicado a los conceptos fundamentales y específicos de esta clase de datos, al proceso de abstracción o conceptualización que permite transformar el mundo real en objetos o componentes (en esta publicación lo denominamos “geoconceptualización”) que serán procesados utilizando Sistemas de Información Geográfica, en los algoritmos o funcionalidades específicas en base a las cuales se realiza ese tratamiento y en la construcción de modelos de tratamiento encadenando componentes y algoritmos para encontrar

soluciones aplicando los conceptos desarrollados en el primer capítulo pero adaptados a la Información Geográfica.

Dentro del contenido de este capítulo queremos destacar especialmente que los componentes geográficos o las funcionalidades utilizadas no se corresponden con un programa SIG comercial específico si no por el contrario se han centrado en la construcción de modelos genéricos aplicables a cualquiera software especializado en este tipo de información.

Para nosotros, centrarse en un determinado programa comercial, por muy extendido o generalizado que sea su uso, limitaría su utilidad para los posibles lectores que no disponga del mismo.

El tercer capítulo ¿Donde...? se dedica a la exposición de ejemplos o casos, de ámbitos diversos, utilizando de forma práctica todos los conceptos desarrollados en los capítulos anteriores.

Todos ellos son casos reales si bien se muestran de forma simplificada por una parte para facilitar su comprensión por parte de los lectores y por otra debido a las cláusulas de confidencialidad firmadas con las empresas o instituciones para las cuales se desarrollaron.

Los casos se han organizado según sus niveles de complejidad y de un orden lógico de las funcionalidades utilizadas, descritas en detalle tras cada uno de los casos, para ir creando una base de conocimiento escalonado para los lectores.

Finalmente el capítulo cuarto titulado “Visualización científica de la Información Geográfica” se ocupa de describir y desarrollar conceptos de “Semiología cartográfica” para conseguir diseñar y construir “mapas efectivos” dotados del máximo nivel posible de comunicación visual evitando caer en errores que malogren el resultado de los análisis desarrollados utilizando Inteligencia de Ubicación.

Los Sistemas de Información Geográfica

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

1. Introducción.
2. Conjuntos de Datos
3. Big Data, redes sociales y Sistemas de Información Geográfica.
4. Datos Espaciales Estructurados
5. El proceso de toma de decisiones
6. Más sobre información estructurada
7. Ventajas de la Información Estructurada

Introducción.

La definición mas utilizada de SIG es la propuesta por el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) estadounidense para quienes los Sistemas de Información Geográfica son:

Sistemas de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Otra perspectiva diferente sobre el mismo concepto nos lo ofrece el economista francés especializado en Información geográfica Michel Didier para quien los SIG son:

Conjuntos de datos espaciales y estructurados a partir de los cuales es posible extraer síntesis útiles para la toma de decisiones.

Como veremos, esta última definición se relaciona directamente con el concepto de *Inteligencia* descrito en la sección anterior

Conjuntos de Datos.

En apariencia sólo algunas informaciones se relacionan directamente con el territorio, por ejemplo: las temperaturas, los usos del suelo, la geología, las divisiones administrativas, los lagos o los ríos.

Estos elementos son los denominados “geo-referenciados”, esto es, poseen una posición geográfica conocida determinada por unas coordenadas y están situados sobre un mapa digital o en papel.

Estos elementos pueden tener directamente asociados a ellos un conjunto de datos alfanuméricos o atributos proporcionándonos información sobre su naturaleza, cualidades o cantidades numéricas asociadas a ellos.

Además de esa información asociada directamente existen conjuntos de informaciones contenidas en otras bases de datos externas a la del SIG (por ejemplo en BigData) relacionables con esos elementos. A esta información la denominamos geocodificable o geo-relacionable.

Veamos un ejemplo:

Las siguientes coordenadas definen la posición de un observatorio meteorológico en una base de datos SIG:

$$X = 465789.900; Y = 567098.186$$

Además de estas coordenadas conocemos los siguientes datos asociados a ese elemento:

NOMBRE DEL OBSERVATORIO: Montealto.

TIPO: Estación meteorológica de primer orden.

PROPIETARIO: Servicio Meteorológico Nacional.

Por su parte el Servicio Meteorológico Nacional dispone de una serie de tablas (en formato EXCEL por ejemplo) como la siguiente:

OBSERVATORIO	Precipitación media anual en mm.	Temperatura máxima anual	Temperatura mínima anual
Valle del Lobo	1238	32	-8
Casetas	902	39	-6
Montealto	1089	31	-12
Loma verde	982	35	-6
Corrales	851	41	-5

Las divisiones administrativas suelen ser unidades estadísticas en base a las cuales se asocia su número de habitantes, su renta per cápita, sus niveles de bienestar, el desempleo, las tasas de natalidad y mortalidad, etc...

Un lago o un embalse puede ser además un recurso para el suministro de agua potable a la población. El agua pueden tener unas características sobre su calidad bacteriológica, la presencia de metales pesados o la existencia de determinada fauna o flora.

Un río puede presentar niveles de contaminación que pueden acrecentarse o disminuirse aguas abajo.

Todos estos son ejemplos de informaciones que si bien no están directamente sobre un mapa si pueden asociarse a elementos que están sobre el.

Como ya hemos mencionado en la sección primera, mas del 80% de la información contenida en las bases de datos digitales en internet es potencialmente susceptible de asociarse a elementos geográficos, es decir, se trata de información geo-referenciable. Basta para ello un simple campo como: divisiones administrativas, nombres de ciudades, de elementos geográficos, etc... para establecer ese enlace con la ubicación espacial.

El potencial de análisis y proceso de la información adquiere entonces unas dimensiones enormes e implica una gran cantidad de actividades humanas en donde es necesario tomar decisiones “pensando espacialmente”, esto es, analizando las posiciones y las posibles interacciones entre los elementos y sus factores asociados a nivel “espacial”.






Esto supone el desarrollo de estudios específicos como: geo-marketing, geo-delito, geo-salud, geo-seguros, etc...

Un pequeño ejemplo puede servir para introducirnos en el proceso general que seguiremos en este libro:

Un lago cuyas aguas se destinan al abastecimiento a diversas poblaciones ha comenzado a presentar concentraciones de metales pesados que pueden ser nocivos para las personas que beben ese agua. El objetivo es detectar el foco de contaminación a partir de los lugares del lago en donde se producen mayores concentraciones de los metales pesados.

¿Dónde se produce el vertido que ocasiona el problema?.

El proceso a seguir para encontrar la solución puede ser similar al siguiente:

EJEMPLO DE PROCESO	
FASE	DESCRIPCIÓN
	Para localizar los lugares en donde se produce una mayor concentración de metales pesados en un lago pueden tomarse muestras de agua en diversos puntos y al mismo tiempo, obtener coordenadas de cada uno de esos lugares. El lago y los lugares en donde tomamos las muestras son elementos “geo-codificados”.
	
	Una vez en el laboratorio, se analizan las muestras y se obtiene la concentración de metales pesados. Ese dato sería “geo-codificable”.
	Finalmente esa información se relaciona con los puntos en donde se obtuvieron las muestras, se procesa y se elabora un mapa temático en donde es fácil identificar los lugares en donde se produce una mayor concentración.
	

Big Data, redes sociales y Sistemas de Información Geográfica.

La posibilidad de geo-codificar datos mediante diversos procedimientos abre la puerta a una cantidad enorme de información y multiplica las posibilidades de gestión y aplicación de la Inteligencia de Ubicación a campos hasta hace poco impensables.

Existen aplicaciones para geo-codificar mensajes emitidos en redes sociales como Twitter, Facebook, WhatsApp, etc... Una ubicados espacialmente pueden procesarse mediante algoritmos de análisis espacial como los que se exponen en el capítulo 3.

En realidad esos datos pueden considerarse como capas añadidas al Sistema de Información Geográfica con todas sus consecuencias.

Por ejemplo existen aplicaciones para que las personas que se encuentren en la calle envíen mensajes a la policía denunciando situaciones sospechosas, robos, intimidaciones, acciones terroristas, o cualquier otra circunstancia anómala.

Esa información dispone de ubicación y un programa de la aplicación analiza la concentración de esos mensajes. Si estos superan un cierto umbral de coincidencia o presentan ciertas

características inemndaitamente se activa la situación de alarma y la policía acude de forma inmediata.



Figura 1.5.- SIG, Big Data y redes sociales.

Datos Espaciales Estructurados.

Los SIG son una consecuencia de la evolución tecnológica de la Cartografía.

Esa evolución ha venido acompañada de importantes conceptos relacionados con la calidad de los datos y el proceso cartográfico.

Cuando los mapas se imprimían sobre papel, su precisión venía condicionada por el denominado “límite de percepción visual”. Este límite es la distancia mínima existente entre dos líneas paralelas para percibir las como separadas por el lector medio. Su valor es de 0.25 milímetros.

En un principio los mapas se diseñaban para “ser vistos”, en consecuencia la parte final del proceso cartográfico finalizaba con la obtención de un mapa impreso.

Así, en un mapa impreso diseñado a escala 1/20.000, las diferencias entre las posiciones de los puntos sobre el mapa y las definidas por sus coordenadas mediante un método de mayor precisión no debería ser superior al límite de percepción visual multiplicado por el denominador de la escala.

En este caso:

$$\text{Precisión} = 0.00025 \text{ m.} * 20000 = 5 \text{ m.}$$

Con la aparición de los programas de Dibujo Asistido por Ordenador (CAD) el mapa se visualizaba en la pantalla de una computadora y se siguió utilizando el mismo criterio de calidad del utilizado para los mapas impresos, es decir seguía siendo pensado para “ser visto”.

Más adelante, se comienzan a utilizar estos documentos cartográficos digitales para realizar algunas aplicaciones simples, como por ejemplo la obtención de las áreas de los edificios. Esto supone un cambio muy importante: los mapas pasan de ser documentos “pasivos” a otros de tipo “activo” sobre los cuales pueden realizarse preguntas y desarrollar las primeras aplicaciones de tratamiento de datos geográficos.

En un mapa para ser impreso, si un elemento zonal (como es el caso de un edificio) no era una línea cerrada, carecía de importancia y bastaba con asignarle una trama.

Pero en un mapa digital que va a ser utilizado para realizar un cierto nivel de gestión, ese nivel de calidad ya no es suficiente.

En la figura siguiente es posible valorar la importancia de este hecho. En la parte superior (1) tenemos un edificio que no es una línea cerrada pero al estar relleno por una trama lo parece. En la parte inferior tenemos el mismo edificio pero en este caso si se trata de una línea cerrada.

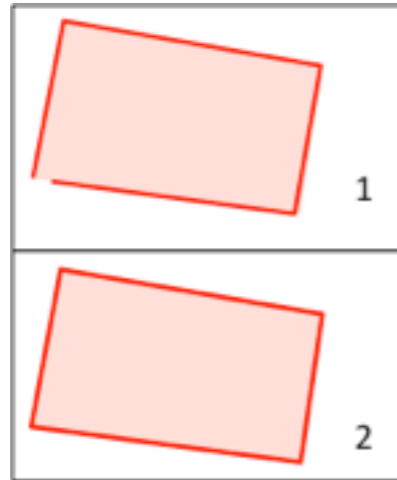


Figura 1.6.- Ejemplo de error estructural en los datos.

Si se genera un listado con las áreas que tiene cada edificio en el primer caso sería cero, al tratarse de una línea abierta y en el

segundo nos daría el número de metros cuadrados ocupados por el. Por lo tanto se precisa un nuevo nivel de calidad que ya no sólo contemple la “precisión posicional” si no además la

“estructural” y esta estructura, como veremos más adelante, no se limita a “áreas cerradas” si no que va mucho más allá siendo muy importante para el desarrollo de la propia gestión.

La evolución de la cartografía, desde su formato inicial “analógico”, impreso sobre papel y pensado para ser visto por el ojo humano hasta las actuales “bases de datos digitales” pensadas para ser gestionadas por programas informáticos ha requerido un nuevo nivel de calidad en donde, además de la calidad “posicional” debe tenerse en cuenta otros aspectos como la conectividad, los cierres de recintos o la inclusión de líneas ocultas (por ejemplo túneles de carreteras) para hacer posible una gestión parcial o totalmente automatizada.

Más adelante se proporcionan otros casos en donde esta característica impide totalmente la realización de cualquier tipo de análisis.

El proceso de Toma de Decisiones.

El ejemplo expuesto con anterioridad sobre la presencia de metales pesados en un lago es un tipo de estudio muy simple Y puede resolverse simplemente con la elaboración de un mapa temático, pero en la mayoría de los casos, para tomar una

decisión, es preciso valorar numerosos factores y combinarlos entre ellos para llegar a obtener conclusiones.

Si se quiere decidir cuál es el mejor lugar para instalar un nuevo negocio, será necesario, valorar factores como: número de clientes

potenciales, competencia entre establecimientos similares, complementariedad o sinergías con otros negocios, potencial adquisitivo de las personas en donde va a instalarse, turistas que visitan esa zona, etc...

La valoración de todos ellos supera, con mucho, la capacidad de la mente humana para procesar esa

información de una forma efectiva y al mismo tiempo útil. Dicho de otra manera: un simple análisis visual no es suficiente para tomar una decisión teniendo en cuenta, de manera efectiva, todos los requisitos a valorar.

Para desarrollar un proceso complejo de análisis de información espacial, para la identificación de ubicaciones estratégicas, es necesario automatizar procedimientos mediante algoritmos y es ahí en donde la “información estructurada” adquiere un valor fundamental.

Los SIG son aplicaciones desarrolladas precisamente para eso, para procesar datos espaciales, combinarlos y sacar síntesis que puedan ayudar a tomar de decisiones como por ejemplo identificar los mejores lugares para instalar una determinada actividad económica.

En 2013 una Agencia Central de Inteligencia gubernamental puso en internet un anuncio para contratar a un experto en Cartografía y SIG con el siguiente texto:

...La Dirección de inteligencia de la Agencia está buscando cartógrafos experimentados para incorporarse al equipo que produce mapas que contribuyen a realizar análisis complejos,

La Para conseguir resultado afectivos en el análisis de ubicaciones estratégicas, aplicando algoritmos, mediante un SIG es imprescindible disponer de información estructurada.

útiles para políticos que deben tomar decisiones, incluyendo al presidente del país....

Esto supone que los SIG se utilizan no sólo para tomar decisiones simples, si no además para las que alcanzan niveles estratégicos y altamente delicados.

Los SIG se han diseñado para responder a preguntas como:

¿Dónde instalar un nuevo negocio?, ¿dónde se cometen más delitos? para planificar un despliegue policial, ¿dónde hay más riesgo de que se produzca un alud?, ¿qué tipo de productos son los más adecuados para los habitantes de un lugar?, ¿dónde instalar un nuevo centro de emergencias?...

Todos estos problemas requieren el análisis de varios factores así como las posibles combinaciones entre ellos, lo que implica el desarrollo de un proceso.

Este se inicia con el planteamiento de un problema sobre o la toma de una decisión y finaliza con la obtención de una o varias soluciones o respuestas y todo ello “desde un punto de vista espacial” entendiendo como tal a los elementos que integran el espacio geográfico.

Más sobre información estructurada y su gestión.

Ya se ha expuesto la importancia de disponer de información geográfica con unos requisitos determinados a nivel “estructural”. Este nivel de calidad es muy importante porque a mayor calidad de información, mayores posibilidades de gestión y sobre todo de “automatización” en el proceso de toma de decisiones. Si los datos geográficos no están estructurados no será posible ni gestionarlos ni automatizar procesos.

Cada vez que utilizamos un ordenador mediante un sistema operativo estamos aprovechando, sin ser conscientes de ello, las ventajas de disponer de esa información estructurada y de sus posibilidades de automatización.

Por ejemplo, cada vez que hacemos doble clic sobre el icono de un programa para abrir la aplicación, el ordenador debe resolver el problema y determinar el lugar en el que se encuentra el cursor en la pantalla y el polígono en el interior del que se encuentra.

El problema es que los humanos utilizamos un entorno visual en donde nos es muy fácil identificar si un punto se encuentra dentro o fuera de un polígono, mientras que la máquina debe procesar esa información a nivel digital y analítico mediante un algoritmo previamente programado.

Un ejemplo. la siguiente tabla contiene los datos de un polígono, definido por las coordenadas de los puntos que definen su contorno (puntos de 1 al 13) y los de seis puntos identificados por las letras A, B, C, D, E y F.

Intente determinar (sin realizar ningún dibujo y en menos de dos segundos) cuales se encuentran dentro y cuales fuera.

POLIGONO			PUNTOS			SITUACIÓN	
PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y	DENTRO	FUERA
1	526234.972	4744515.380	A	526525.382	4744700.400		
2	526143.633	4744693.373	B	526321.626	4744595.009		
3	526389.545	4744775.344	C	526696.349	4744527.090		
4	526694.007	4744681.663	D	526244.340	4744812.816		
5	526476.200	4744618.429	E	526354.415	4744468.540		
6	526815.792	4744517.722	F	526635.457	4744449.804		
7	526508.988	4744475.566					
8	526888.394	4744304.599					
9	526548.802	4744241.364					
10	526038.242	4744283.521					
11	525989.060	4744463.856					
12	526499.620	4744342.071					
13	526375.493	4744573.931					

Evidentemente es una tarea prácticamente imposible, la causa se debe a la dificultad que tenemos los humanos para procesar información “no visual”. Sin embargo para una máquina es muy sencillo, siempre y cuando disponga de un programa capaz de resolver el algoritmo que lleva a la solución.

Sin embargo si esta información se muestra de forma gráfica:

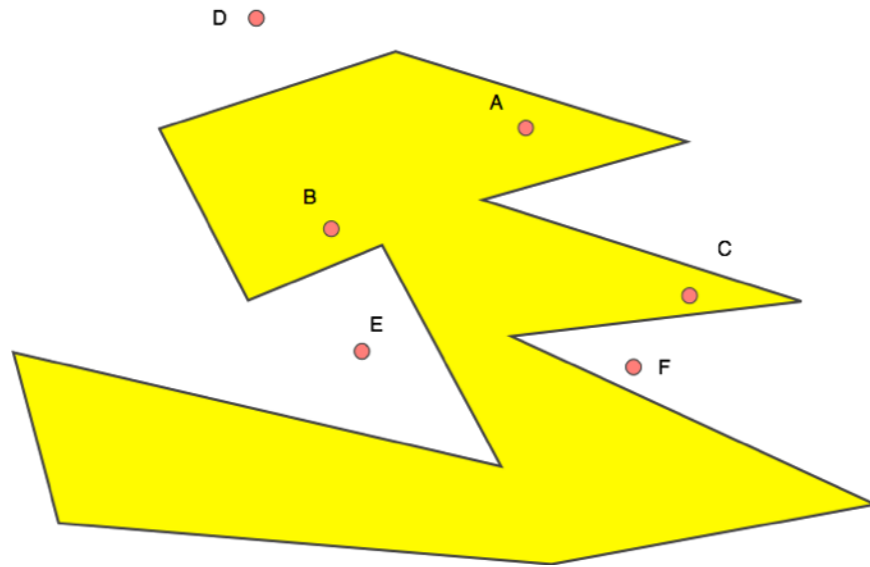


Figura 1.7.- Identificación de ubicación de puntos respecto a un polígono.

Nuestra respuesta será inmediata: los puntos A, B y C se encuentran dentro y D, E y F están fuera.

Para una máquina no es fácil procesar esa información y en ese aspecto está totalmente en inferioridad respecto a nuestra capacidad de proceso visual.

Por supuesto que ya existen programas de visión artificial capaces de entender y procesar esa información sin embargo ese no es el caso de los Sistemas de Información Geográfica.

Es necesario establecer una comunicación hombre-máquina, es decir, desarrollar programas informáticos que permitan a los ordenadores procesar esa información.

¿Cuál es el algoritmo que le permite a la máquina encontrar la solución?, o dicho de otra forma: ¿qué procedimiento debe seguir un ordenador para darnos una solución?.

Existen varios, pero el más sencillo es el denominado “de plomada”. Consiste en trazar un segmento que comience en el punto a valorar y extenderlo en cualquier dirección de forma indefinida (generalmente se hace hacia abajo y por eso en algunos libros se denomina a este proceso el algoritmo de la plomada).

La solución es la siguiente:

Basta y contar las intersecciones de esa línea con el polígono. Si el número de es par, entonces el punto se encuentra fuera y si es impar, entonces está dentro.

Para el ordenador es simplemente un problema de geometría analítico. Para evitar ambigüedades (por ejemplo si la intersección se produce en un vértice) el segmento se traza en varias direcciones.

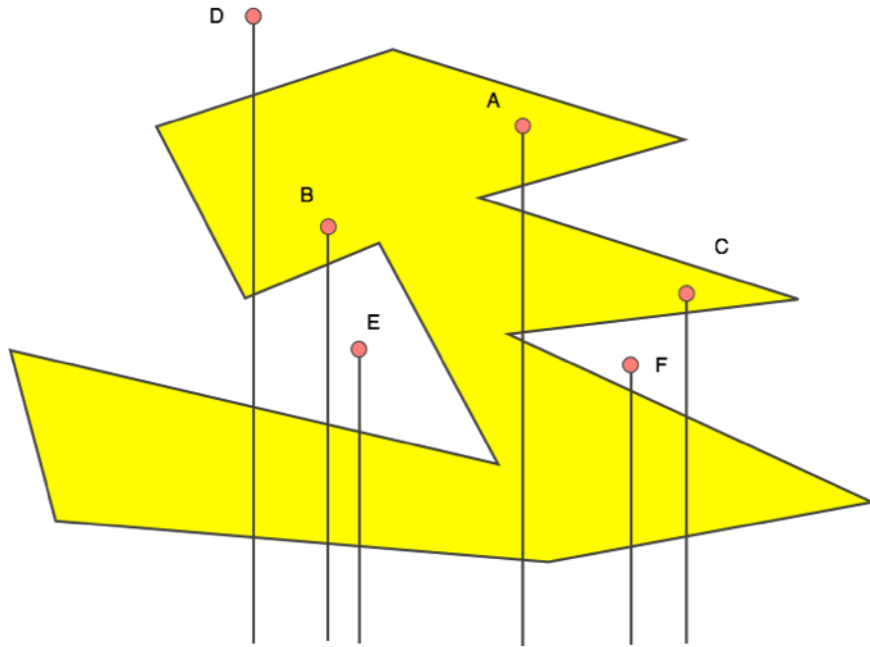


Figura 1.8.- El algoritmo de la plomada.

Vemos que los cortes de los segmentos que se inician en cada punto con la línea perimetral del polígono son los siguientes:

PUNTO	NUMERO DE CORTES	UBICACIÓN
A	5	Dentro
B	3	Dentro
C	3	Dentro
D	4	Fuera
E	2	Fuera
F	2	Fuera

Ventajas de la Información Estructurada.

El caso anterior es sólo un pequeño ejemplo de las ventajas que puede tener disponer de información de buena calidad estructural, pero existen casos de uso diario en donde utilizamos información mucho más compleja, que requiere un tratamiento complicado de los datos y en donde se precisa información muy estructurada.

Cuando utilizamos el navegador de nuestro teléfono móvil para saber cómo desplazarnos en coche entre dos puntos, en el menor tiempo posible, estamos utilizando, seguramente sin ser conscientes de ello, instrumentos de posicionamiento global (GPS), un Sistema de Información Geográfica (SIG) y un conjunto de datos altamente estructurados.

En la figura 1.7 aparece un pequeño conjunto de calles, sus sentidos de circulación y el tiempo de recorrido (para simplificar, se supone para este ejemplo que el tiempo de recorrido es el mismo para ambos sentidos en aquellos que los tienen).

En la figura las direcciones de las flechas indican los sentidos en los que está permitido circular y los números en medio de las líneas indican el tiempo de recorrido de cada tramo.

Si este pequeño mapa estuviese en un navegador y quisiésemos desplazarnos, lo más rápido posible, desde el punto 1 hasta el 6,

para conseguir una respuesta deberemos seguir las siguientes fases:

- 1.- Encontrar todos los caminos posibles existentes entre el punto 1 y el 6 recorriendo la red.
- 2.- Una vez encontrados estos caminos valoraremos los tiempos totales de recorrido para saber cual de ellos es el más rápido.

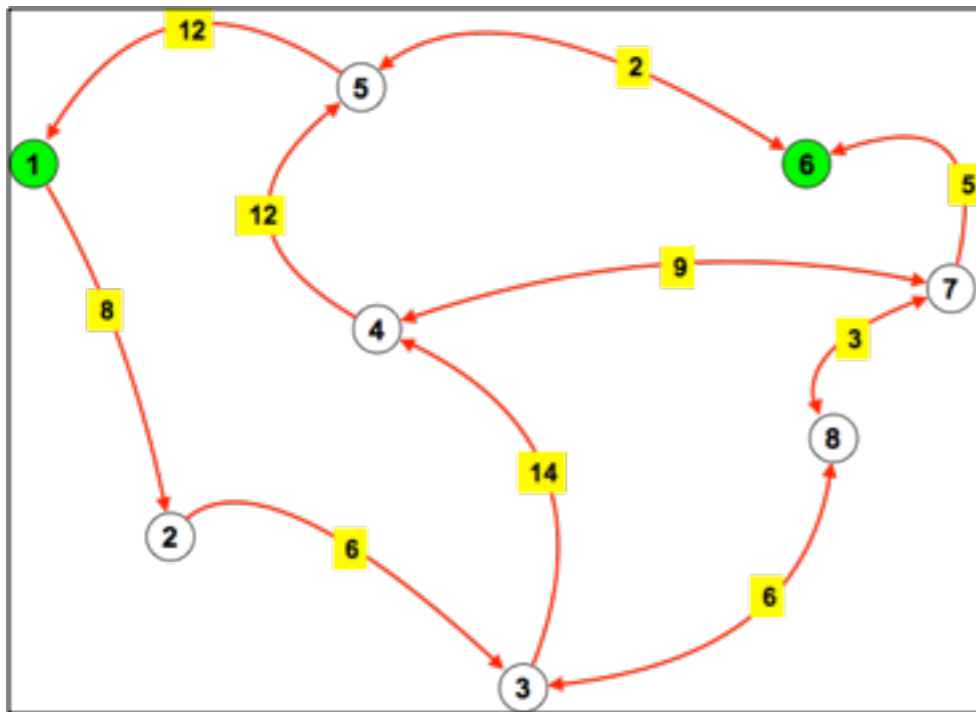


Figura 1.9.- Direcciones, sentidos y tiempos de recorrido por tramo.

Evidentemente, trabajando sobre el dibujo podemos ir sacando algunas soluciones y si disponemos de bastante tiempo, seguro que acabamos deduciendo que hay 4 caminos posibles y que el más rápido es el definido por los puntos de paso: 1, 2, 3, 8, 7, 6.

Pero es posible encontrar estos caminos si en lugar del mapa utilizamos el siguiente “esquema de conexiones”:

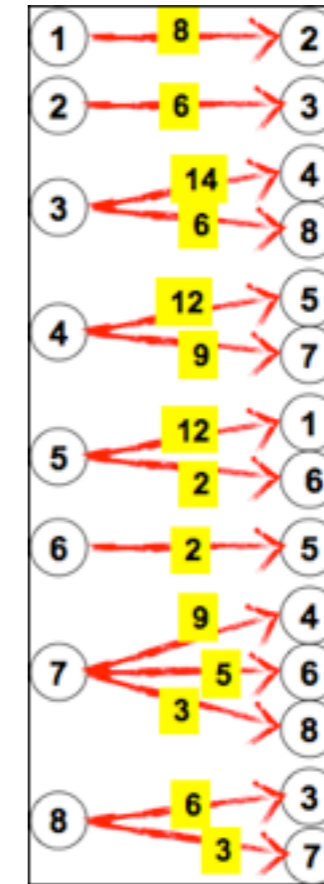


Figura 1.10.- Esquema de conexiones.

Intente ahora solucionar desarrollando un árbol de conexiones y teniendo en cuenta unas sencillas reglas:

- 1.- Cada camino debe desarrollarse de forma independiente.
- 2.- Cuando, tras varias conexiones llegue al puntos 6, es un camino posible.

3.- Cuando se llega a un nodo en el que ya ha estado, entonces ese camino no es posible ya que se trata de un “bucle”.

Seguramente obtendrá una figura más o menos similar a la siguiente:

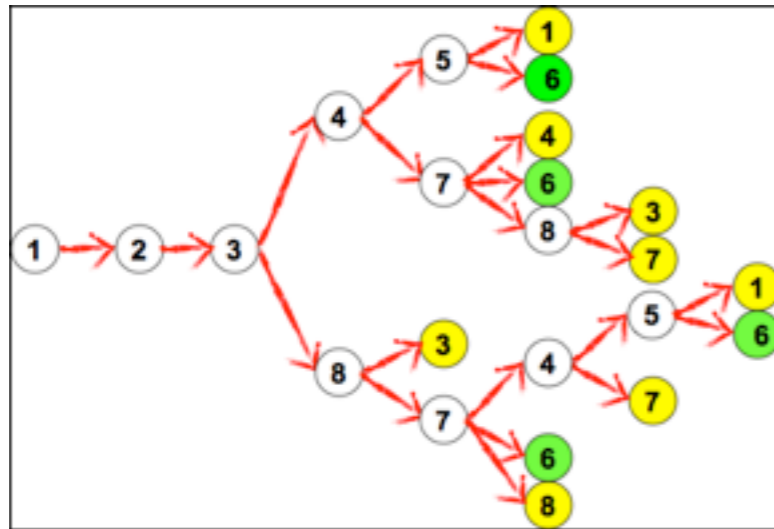


Figura 1.11.- Bucles y caminos posibles.

Pero como en el caso anterior, el ordenador no “ve” esa información y necesita “saber más” sobre lo que nosotros vemos.

El ordenador construirá, mediante el algoritmo adecuado, una serie de tablas o registros en donde se desarrolla de forma digital lo que nosotros apreciamos de manera visual.

Primero construirá una tabla de conexiones, similar a la siguiente

TRAMOS, CONEXIONES Y TIEMPOS DE RECORRIDO		
DESDE	HASTA	TIEMPO DE RECORRIDO
1	2	8
2	3	6
3	4	14
	8	6
4	5	12
	7	9
5	1	12
	6	2
6	5	2
7	4	9
	6	5
	8	3
8	3	6
	7	3

Y a continuación la tabla de soluciones, desechando los caminos que forman un bucle (en amarillo) e identificando los caminos posibles (en verde).

CAMINOS POSIBLES Y TIEMPOS DE RECORRIDO								
1	2	3	4	5	1	42		
					6			
				7	4	42		
					6			
				8	3			
				7				
			8	7	4	5	1	46
							6	
					7	7		28
							6	
	3	8						

Finalmente sumará los tiempos de recorrido de cada tramo, en los itinerarios posibles, para identificar el más corto. Los resultados aparecen en azul en la parte derecha de la tabla anterior.

Pero este ejemplo es un caso muy simplificado y no se han tenido en cuenta muchos datos que afectan a la propia estructura, como cruces de carreteras complejos, pasos a distinto nivel, bucles de autopista, etc...

Además, el trabajo se ha realizado sobre un conjunto de 10 tramos. Puede hacerse una idea del tipo de gestión que realiza su navegador, cuando le solicita que encuentre el camino mínimo

entre dos puntos en una ciudad con 4 millones de habitantes y miles de calles. Para esos casos, los programas disponen de algoritmos complejos derivados de la teoría de gráficos que no son el objetivo de esta publicación.

Pero en todo caso. Por muy complejos y bien programados que estén, la solución siempre depender de la calidad estructural de los datos.

Si las líneas que representan los tramos que unen los puntos 1 con 2 y 2 con 3, no tienen un punto de conexión entonces no existirán caminos posibles independientemente del algoritmo que se utilice. El ordenador entonces no sabrá decidir y seguramente nos emitirá un mensaje un tanto inquietante diciéndonos que no hay caminos posibles y por tanto que no hay una solución.

El proceso de “Toma de Decisiones” con Sistemas de Información Geográfica.

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

1. Inteligencia, toma de decisiones y Sistemas de Información Geográfica.
2. El proceso de Toma de Decisiones.
3. Identificación del problema.
4. Planteamiento de estrategias.
5. Identificación y caracterización de factores.
6. Minería de datos.
7. Gestión de datos espaciales.
8. Diseño del proceso de tratamiento de la información y construcción de la regla de decisión.
9. Conclusiones.

Inteligencia, toma de decisiones y Sistemas de Información Geográfica.

En la primera sección definimos la “Inteligencia” como: Un proceso sistemático de obtención y análisis de la información con el objeto de producir conocimiento útil para la tomar decisiones, definir estrategias, planificarlas y desarrollarlas, ejecutarlas o llevarlas a cabo.

Por otra parte, en la sección segunda vimos como Michel Didier definía los SIG como: Conjuntos de datos espaciales y estructurados a partir de los cuales es posible extraer síntesis útiles para la toma de decisiones. En consecuencia es necesario analizar como es este proceso y cómo cambian cuando se trata de datos espaciales.

Evidentemente existe una relación directa entre ambas definiciones. A partir de ellas podemos dar una nueva definición de Inteligencia de Ubicación en la siguiente forma:

Inteligencia de Ubicación: proceso sistemático de obtención y análisis de la información espacial estructurada, con el objeto de conseguir un conocimiento de un entorno geográfico, a partir de la extracción de síntesis útiles para toma de

decisiones, en donde la ubicación ocupa un factor fundamental, definir estrategias, planificarlas y desarrollarlas en ese entorno específico.

En esta sección, analizaremos la forma como diseñar procesos de toma de decisiones, en entornos espaciales, utilizando Sistemas de Información Geográfica para conseguir desarrollar Inteligencia de Ubicación.

El proceso de Toma de decisiones.

Un proceso de toma de decisiones sencillo puede tener mas o menos las siguientes fases:

- 1.- Identificación de la decisión a tomar o problema a resolver.
- 2.- Planteamiento de una estrategia para el desarrollo del proceso.
- 3.- Identificación y caracterización de los factores que intervienen en la toma de decisiones o resolución del problema.
- 4.- Minería de datos
- 5.- Diseño del proceso de tratamiento de la información y construcción de la regla de decisión.
- 6.- Obtención de resultados.

7.- Valoración crítica de resultados.

8.- Selección de la solución más adecuada.

En la fase de valoración crítica de resultados puede resultar que ninguno de estos sea adecuado y en consecuencia debe procederse a revisar las fases anteriores hasta conseguir resultados válidos.

Para el caso de los Sistemas de Información Geográfica el proceso no es muy distinto y sólo existen dos diferencias:

La inclusión de un proceso de gestión específico de la información espacial mediante un Sistema de Información Geográfica

La aparición de una nueva fase final para visualizar la información, generalmente mediante un mapa temático

El proceso completo para este caso es el siguiente:

- 1.- Identificación de la decisión a tomar o problema a resolver.
- 2.- Planteamiento de una estrategia para el desarrollo del proceso.
- 3.- Identificación y caracterización de los factores que intervienen en la toma de decisiones o resolución del problema.
- 4.- Minería de datos.

- 5.- Tratamiento específico de datos geográficos con un Sistema de Información Geográfica.
- 6.- Diseño del proceso de tratamiento de la información y construcción de la regla de decisión.
- 7.- Obtención de resultados.
- 8.- Visualización cartográfica de los resultados obtenidos.
- 9.- Valoración crítica de resultados.
- 10.- Elección de la solución más adecuada.

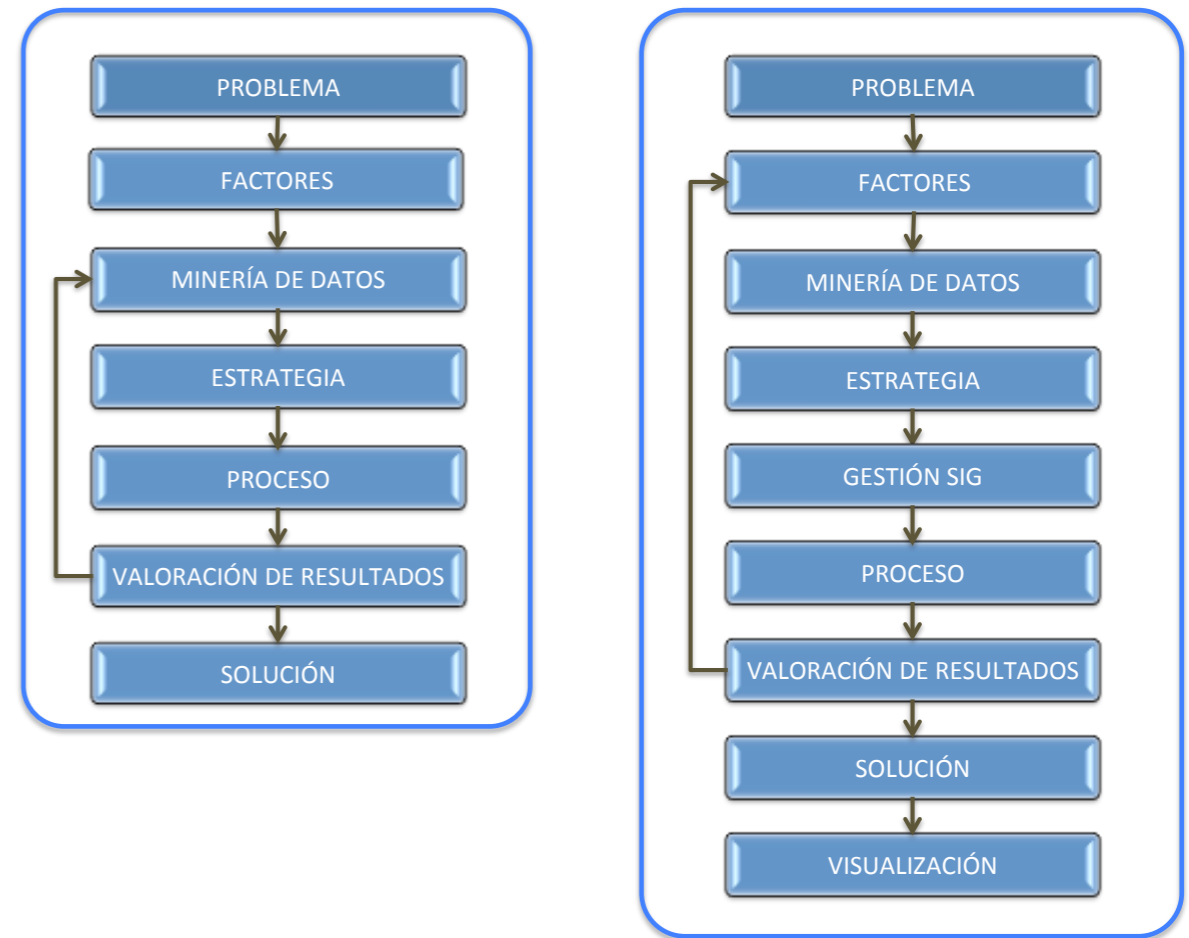


Figura 1.12.- Procesos comparados de toma de decisiones.

Para describir cada una de las fases se plantea el siguiente caso práctico:

Un empresario quiere instalar una pequeña tienda de alimentación en el interior de una ciudad. Para poder hacerlo de forma inmediata ha buscado algunos locales vacíos que dispusiesen ya de licencia de actividad. ¿Cuál de ellos será el más rentable?.

Identificación de la decisión a tomar o problema a resolver.

Esta primera fase consiste en definir de forma clara y concisa el problema que quiere analizarse y resolverse sin entrar de momento en el análisis de los factores.

En la mayoría de las ocasiones, el problema a resolver ,o la decisión a tomar, suele estar bien identificada o definida, pero no siempre es posible tener totalmente claro ese objetivo o las cuestiones a resolver.

Para estos casos puede ser necesario desarrollar antes un primer proceso para hacer previamente, una aproximación y, a la vista de los resultados, definir el proceso definitivo.

En el ejemplo planteado la pregunta es totalmente clara al estar incluida en el propio enunciado.

Identificación y caracterización de los factores que intervienen en la toma de decisiones o resolución del problema.

Cada caso requiere una identificación específica de los factores que condicionan el problema o la decisión, y hace necesario realizar un estudio adecuado para determinar esos factores.

Otra opción es contactar con un especialista en el tema a analizar que nos indique los factores que pueden intervenir en la toma de decisiones.

Es necesario diferenciar entre aquellos cuya componente sea espacial y aquellos sin esta característica ya que los procesos de tratamiento serán diferentes como se verá en el apartado dedicado a geo-conceptualización.

Para el ejemplo planteado supondremos que los factores ajustados al problema son los siguientes:

- 1.- Área disponible (A)*.
- 2.- Plazas de aparcamiento cercanas (P).

3.- Residentes en la zona (R).

4.- Antigüedad del local (L).

5.- Densidad/acumulación de comercios con las mismas características (D).

6.- Estado de conservación (T).

* Para abreviar, en algunas tablas aparecerán identificados con la letra mayúscula asociada a cada uno de ellos.

También es necesario caracterizar estos factores respecto a diferentes aspectos relacionados directamente con su contenido. Esta caracterización es importante por condicionar la forma como debe procesarse la información.

En resumen, deben caracterizarse según los siguientes aspectos:

a.- Según su forma de expresión y jerarquía:

b.- Según su nivel crítico:

c.- Según su tipo de proporcionalidad.

d.- Según su naturaleza respecto al espacio geográfico (naturaleza espacial).

a.- Caracterización según su forma de expresión y jerarquía:

La forma de expresión de los datos está relacionada con su contenido, es decir, si se trata de datos numéricos o textuales. Generalmente su misma forma de expresión se asocia a una jerarquía o nivel de organización.

La clasificación es la siguiente:

TIPO DE DATOS	FORMA DE EXPRESIÓN	NIVEL JERÁRQUICO	DESCRIPCIÓN
Nominal	Textual	Nulo	Son textos que simplemente indican el grupo al que pertenece. Ejemplo: tipos de uso de un local.
Clase	Textual	Bajo	Indican la pertenencia a una clase o nivel relativo. Ejemplo: estado de conservación de un local.
Rango	Numérico	Medio	Indican la pertenencia a una clase o nivel acotada entre valores mínimos y máximo. Ejemplo de rango: poblaciones entre 500 y 1000 habitantes.
Cuantitativo	Numérico	Alto	Muestran un valor numérico exacto. Ejemplo; la temperatura de un lugar concreto a las 12:15 horas es de 21°C.

TIPO DE DATOS	EJEMPLO							
Nominal								
Clase								
Rango	<table border="1"> <thead> <tr> <th>NÚMERO DE PARADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>De 0 a 20.000</td> </tr> <tr> <td>De 20.000 a 40.000</td> </tr> <tr> <td>De 40.000 a 80.000</td> </tr> <tr> <td>De 80.000 a 100.000</td> </tr> <tr> <td>De 100.000 a 120.000</td> </tr> <tr> <td>De 120.000 a 140.000</td> </tr> </tbody> </table>	NÚMERO DE PARADOS	De 0 a 20.000	De 20.000 a 40.000	De 40.000 a 80.000	De 80.000 a 100.000	De 100.000 a 120.000	De 120.000 a 140.000
NÚMERO DE PARADOS								
De 0 a 20.000								
De 20.000 a 40.000								
De 40.000 a 80.000								
De 80.000 a 100.000								
De 100.000 a 120.000								
De 120.000 a 140.000								
Cuantitativo								

Para el ejemplo, la caracterización de los factores es la siguiente:

FACTORES	NOMINAL	CLASE	RANGO	CUANTITATIVO
Área disponible (A)				X
Plazas de aparcamiento cercanas (P)				X
Residentes en la zona (R)				X
Antigüedad del local (L)				X
Densidad/acumulación de comercios con características similares (D)				X
Estado de conservación (T)		X		

b.- Caracterización de factores según su nivel crítico:

En un primer acercamiento podemos distinguir dos tipos de factores:

Factores restrictivos o críticos: son aquellos que establecen límites (o umbrales) o imposibilidad de que una determinada actividad pueda producirse o no según las clases o valores que se asocien al factor. Esa imposibilidad para el desarrollo de la actividad se supone, en este caso, como irresoluble; es decir no es posible tomar medidas para facilitar su solución o estas son prácticamente imposibles.

Por ejemplo en el suelo considerado como de especial protección por sus características ecológicas o forestales no será posible construir un parque de atracciones.

Para identificarlos basta hacerse las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Existen lugares en donde no puede desarrollarse la actividad?.
- 2.- En esos lugares, ¿es posible tomar alguna medida para que pueda desarrollarse y cuyo coste sea abordable?

Si las respuestas son “no” a ambas, entonces se trata de un factor crítico o restrictivo. En caso contrario, se trata de un factor “no restrictivo” o “no crítico”.

Factores no restrictivos: aquellos que, si bien tienen dimensiones, categorías o valores, en ningún caso son imprescindibles o irresolubles para el desarrollo de la actividad.



Figura 1.13.- Diagrama de caracterización de factores según su nivel crítico.

Es interesante profundizar algo más en el caso de los críticos.

En algunos casos los factores críticos solo tienen dos “dimensiones” u opciones: aquellos lugares en donde la actividad puede desarrollarse y otros en los que es imposible. Implican una partición en sólo dos clases: lugares en donde es posible

desarrollar la actividad y lugares imposibles. Hablaremos de estos factores como: “críticos absolutos”.

Sin embargo, en otros casos, esta división puede implicar una división en un número de clases mayor de dos. Esto se produce cuando existen dimensiones del factor que hacen imposible el desarrollo de la actividad pero existen otros en donde pueden establecerse clases “mejores” o “peores” dentro de los lugares posibles. Para diferenciarlos de los anteriores los denominamos: “absolutos relativos”.

Un factor identificado como crítico implica una o varias condiciones que afectan de forma directa a la decisión que se tome. Estas condiciones, como veremos más adelante, son fundamentales para la construcción de la regla de decisión.



Figura 1.14.- Caracterización de factores: descripción.

Aplicando esta primera clasificación al problema propuesto al principio tendremos:

Área disponible (A): para poder instalar este pequeño negocio se necesita disponer de un almacén y una serie de lugares en donde poder instalar estanterías con los productos. Además también se precisara poner un mostrador con una caja. Todos estos condicionantes requieren que sea necesario disponer de un área mínima.

Un área mayor no tiene porqué suponer un valor mejor ya que requerirá mas tiempo de limpieza y de reposición de artículos a la

venta. Además los impuestos a pagar serán directamente proporcionales a su área.

Por tanto, este factor es "crítico".

Plazas de aparcamiento cercanas (P): algunos compradores potenciales pueden utilizar su vehículo habitualmente para acceder al negocio ya sea por distancia o por aparcar al regresar de su puesto de trabajo. Por tanto, si no existe un número mínimo de plazas de aparcamiento, el número de clientes puede verse muy reducido y condicionar la rentabilidad del comercio.

Por otra parte, cuantas más plazas disponibles existan, mayor potencial de clientela, así que este factor puede caracterizarse como "mixto"

Residentes en la zona (R): Como en el caso anterior, se requerirá un número mínimo de residentes en las cercanías de los locales posibles para asegurar la rentabilidad y además, a mayor número de residentes, mayor número de clientes potenciales. En consecuencia este factor puede considerarse como "mixto".

Antigüedad del local (E): Si un local nos interesa y cuenta con valores altos para los otros factores, entonces que su estado de conservación no sea bueno no es un problema si no más bien una oportunidad, ya que su precio será posiblemente inferior. Simplemente habrá que estudiar si los costes de reparación se

ajustan a las expectativas de negocio. Por ello este factor puede caracterizarse como “valorable”

Densidad/acumulación de comercios con las mismas

características (D): Si existen muchos comercios con las mismas características, la competencia entre ellos será muy alta. Sin embargo, un lugar con pocos comercios similares supone una importante ocasión para rentabilizar el negocio ante la falta de competidores. Para este caso puede optarse por incluirle en el grupo de los “valorables”.

Estado de conservación (T): Algunos locales estarán prácticamente preparados para comenzar la actividad comercial o requerirán unas pocas reformas, mientras en otros será necesario realizar alguna obra o trabajo de adecuación. Para este problema supondremos que se necesita disponer del local de forma prácticamente inmediata. Se trata entonces de un factor de tipo “crítico”.

FACTORES	CRÍTICO	MIXTO	VALORABLE
Área disponible (A)	X		
Plazas de aparcamiento cercanas (P)		X	
Residentes en la zona (R)		X	
Antigüedad del local (L)			X
Densidad/acumulación de comercios con características similares (D)			X
Estado de conservación (T)	X		

Naturalmente, esta caracterización se trata de sólo un ejemplo y es posible profundizar más en el análisis de los factores y asignarles otro tipo.

También puede suceder que con esta caracterización no exista ningún lugar con todas las condiciones impuestas. En ese caso sería necesario revisar la caracterización realizada, estudiando la posibilidad de modificar la caracterización de cada factor. Los críticos pueden pasarse a mixtos y estos a su vez a no valorables; todo ello en la medida de lo posible y sin desvirtuar el objetivo del problema.

c.- Caracterización según su tipo de proporcionalidad.

En función de su relación con el factor pueden ser directa o inversamente proporcionales.

Los directamente proporcionales son aquellos en donde un valor numérico más alto indican un mayor valor del factor. En el ejemplo citado un mayor número de plazas de aparcamiento indica que ese local es más apropiado que otro para instalar el nuevo negocio.

En los inversamente proporcionales los valores más altos indican condiciones más desfavorables. Un local más antiguo es menos apropiado que otro más nuevo para instalar un nuevo negocio.

A la hora de proceder a la valoración de los datos, de los inversamente proporcionales, deberán invertirse para poder integrarlos en la regla de decisión final.

FACTORES	DIRECTO	INVERSO
Área disponible (A)	X	
Plazas de aparcamiento cercanas (P)	X	
Residentes en la zona (R)	X	
Antigüedad del local (L)		X
Densidad/acumulación de comercios con características similares (D)		X
Estado de conservación (T)	X	

d.- Según su naturaleza respecto al espacio geográfico.

Desde el punto de vista de la información geográfica existen dos tipos de datos:

- 1.- Datos espaciales.
- 2.- Datos no espaciales.

Los datos geográficos son aquellos que, o bien es necesario utilizar un Sistema de Información Geográfica para asignarles valores, o bien requieren un tratamiento específico adaptado a ese tipo de información al tener una componente “espacial” de

forma directa (datos geo-codificados) o indirecta (datos geo-codificables).

Dentro de cada uno de estos grupos existen subgrupos matizando más aún sus niveles de precisión semántica, para ambos, y espacial, sólo para los datos geográficos.

El primer subgrupo se centra a la precisión matemática del dato y contempla dos grupos: datos directos y datos derivados.

Los directos son los que se obtienen sin realizar ningún tipo de operación matemática. Por ejemplo el precio de un determinado local comercial.

Los derivados son los resultantes de operaciones entre datos o series de datos. Por ejemplo el índice de precios de consumo.

El segundo subgrupo solo se refiere a los datos espaciales y se relaciona con la exactitud de su posición en el espacio.

Contempla dos clases: ubicaciones absolutas o exactas y ubicaciones relativas.

Una ubicación exacta es aquella cuya posición está perfectamente determinada a nivel geográfico, como la posición de un pozo o de una parcela.

Una ubicación relativa es aquella que, aun presentado un límite espacialmente exacto, tiene un área extensa en donde se

combinan diferentes valores para un mismo factor. Por ejemplo una provincia.

En combinación con el subgrupo anterior da lugar a cuatro clases. Veamos algunos ejemplos:

Datos directos con ubicación absoluta: Temperatura de un lugar concreto a las 12:15 horas.

Datos directos con ubicación relativa: Producción total de cereales de una provincia.

Datos derivados con ubicación absoluta: Temperatura media anual de un lugar concreto.

Datos derivados con ubicación relativa: Producción de cereal respecto al número de tractores en una provincia.

TIPO	PRECISIÓN	PRECISIÓN ESPACIAL
No espaciales	Directos	
	Derivados	
Espaciales	Directos	Ubicación absoluta
		Ubicación relativa
	Derivados	Ubicación absoluta
		Ubicación relativa

Para este caso la caracterización de los factores es la siguiente:

FACTORES	TIPO	PRECISIÓN	PRECISIÓN ESPACIAL
Área disponible (A)	No espacial	Directo	
Plazas de aparcamiento cercanas (P)	Espacial	Directo	Ubicación absoluta
Residentes en la zona (R)	Espacial	Directo	Ubicación absoluta
Antigüedad del local (L)	No espacial	Directo	
Densidad/acumulación de comercios con características similares (D)	Espacial	Derivado	Ubicación relativa
Estado de conservación (T)	No espacial	Directo	

Minería de datos.

Para el tratamiento de cada uno de los factores es necesario disponer de los datos asociados a cada uno de ellos.

Si no se dispone de esos datos asociados deberán eliminarse analizando sus consecuencias derivadas de esta acción, sobre la calidad de los resultados o incluso sobre la viabilidad del análisis a realizar o la decisión a tomar.

Si disponemos de los datos, pero se requiere una inversión económica para acceder a ellos, entonces el coste del análisis a desarrollar puede encarecerse demasiado.

En consecuencia es imprescindible, previamente al desarrollo del proceso, realizar una búsqueda en profundidad de los datos disponibles.

Este proceso de minería de datos contempla dos aspectos importantes:

- 1.- Búsqueda de datos para cada uno de los factores de tipo no geográfico o geo-codificable.
- 2.- Búsqueda de la información geográfica necesaria para gestionar factores o procesos con una componente espacial.

En muchas ocasiones los datos deben obtenerse mediante trabajo de campo inspecciones visuales, encuestas, aforos, a través de redes sociales, etc...

FACTOR	OBTENCIÓN
Área disponible (A)	Por medición directa, o a partir de los datos catastrales, etc...
Plazas de aparcamiento cercanas (P)	Mediante un cálculo o una selección geográfica.
Residentes en la zona (R)	Mediante la aplicación de una funcionalidad SIG como por ejemplo "tiempo de recorrido"
Antigüedad del local (L)	Datos de registro municipal, cédula de edificabilidad, etc...
Densidad/acumulación de comercios con características similares (D)	A partir de un algoritmo de análisis espacial como un estimador Kernel.
Estado de conservación (T)	Estimación visual mediante visitas realizadas a cada uno de los locales a valorar.

Para el ejemplo que estamos desarrollando, tras realizar el proceso de minería de datos se han obtenido los siguientes resultados correspondientes a aquellos factores cuya componente no es espacial:

LOCAL	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
1	402			5		Malo
2	504			8		Excelente
3	561			25		Bueno
4	761			28		Bueno
5	875			3		Regular
6	596			35		Bueno
7	638			12		Bueno
8	504			6		Regular
9	786			22		Malo

Planteamiento de una estrategia para el desarrollo del proceso.

Una vez identificado el problema es imprescindible buscar la "ontología" del mismo, es decir, conocer el entorno del problema o decisión a tomar, una aproximación a sus factores y una búsqueda del conocimiento existente sobre el mismo o sobre casos relativamente similares.

Este paso puede descomponerse en las siguientes fases:

- 1.- Visualización del problema y de sus posibles factores directos e indirectos así como de su entorno o escenario.
- 2.- Análisis previo de la información disponible.
- 3.- Búsqueda de conocimiento asociado al problema (estado del arte).
- 4.- Diseño de una propuesta básica inicial.

Gestión de datos espaciales con un Sistema de Información Geográfica.

Los factores plazas de aparcamiento cercanas, residentes en la zona deben y densidad/acumulación de comercios competidores requieren la utilización de un Sistema de Información Geográfica.

En esta fase de minería de datos es necesario disponer de la ubicación de las plazas de aparcamiento, las personas que viven en cada portal o residentes y la de los establecimientos similares al que se pretende valorar.

Para el ejemplo planteado para el desarrollo de esta sección disponemos de las siguientes capas de información geográfica:

1. Lugares disponibles.
2. Residentes en la zona (portales).

3. Plazas de aparcamiento disponibles.
4. Densidad/acumulación de la competencia (los colores más oscuros indican una mayor competencia). Esta capa se ha obtenido a partir de la ubicación de los comercios con productos similares, existentes en la zona

A partir de la posición de los locales se ha creó una capa con las zonas de influencia correspondientes a los lugares estudiados. La de densidad/acumulación se obtuvo utilizando un algoritmo de SIG que se describe en el capítulo 3.

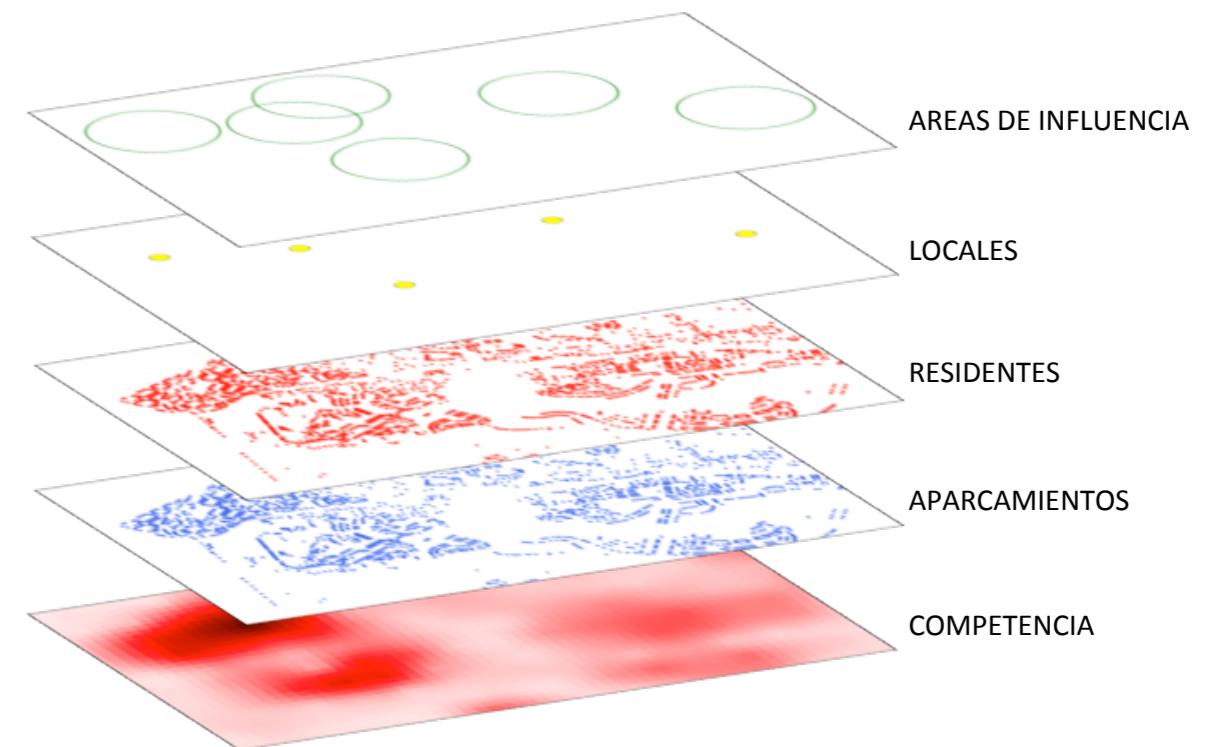


Figura 1.15.- Capas con datos geográficos.

Como se verá en el capítulo 3, en el desarrollo de casos prácticos, los valores de algunos factores dependen de las gestiones realizadas con el Sistema de Información Geográfica. Por ejemplo, es difícil establecer de forma previa cuáles son los valores proporcionados para los estimadores de densidad/acumulación, segmentación espacial de clientelas o tiempos de acceso.

Como resultado de la gestión de la información geográfica se han obtenido los siguientes resultados:

LOCAL	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
1	402	78	7025	5	4.8	Malo
2	504	56	5678	8	2.16	Excelente
3	561	64	6324	25	2.53	Bueno
4	761	34	1528	28	0.73	Bueno
5	875	25	6987	3	2.5	Regular
6	596	34	1182	35	0.34	Bueno
7	638	75	8474	12	3.59	Bueno
8	504	36	3475	6	1.11	Regular
9	786	54	1987	22	3.4	Malo

Diseño del proceso de tratamiento de la información, construcción de la regla de decisión y obtención de resultados.

Una vez caracterizados los factores (cada uno de ellos debe estar asociado a un conjunto de valores o características que pueden ser muy variables), será necesario definir sus dimensiones, determinar las condiciones de valoración, definir los umbrales de los factores críticos y finalmente, proceder a calcular los valores correspondientes a cada uno de los elementos.

Estos valores suelen tener unas características bastante heterogéneas. Puede tratarse de atributos de los propios factores, valores establecidos a partir de clases, resultados de algún algoritmo o fórmula, cálculos con base geográfica, etc.

El proceso a seguir propuesto para su tratamiento es el siguiente:

- 1.- Determinación de umbrales en factores críticos.
- 2.- Eliminación de aquellos lugares en donde los valores para los factores críticos no cumplan con las condiciones mínimas o umbrales definidos.
- 3.- Asignación de valores a los factores de tipo nominal.
- 4.- Inversión de factores.
- 5.- Normalización de los valores de los factores.

6.- Asignación de pesos a cada uno de los factores.

7.- Regla de decisión y cálculo del factor final para cada uno de los elementos analizados.

1.- Determinación de umbrales en factores críticos.

Como consecuencia de las caracterizaciones realizadas es necesario definir los “umbrales” para aquellos factores de tipo crítico.

Como se ha expuesto en el apartado anterior sobre los casos en donde los valores se determinan mediante la gestión realizada con el SIG, pueden desconocerse a priori los valores asignados a cada uno de los factores cuando estos son valores resultantes de aplicar algoritmos de análisis espacial, y por lo tanto se desconocen los posibles umbrales que marcan los límites de valores para los factores críticos o mixtos.

Para el ejemplo esos umbrales son los siguientes:

FACTOR	VALOR	UMBRALES
Área disponible (A)	Valor con los metros cuadrados que tiene cada uno de los locales.	Área mínima 500 metros cuadrados
Plazas de aparcamiento cercanas (P)	Número de plazas de aparcamiento existentes dentro de un radio determinado medido a partir de cada local.	Número mínimo de plazas de aparcamiento disponibles situadas a menos de 300 metros: 30
Residentes en la zona (R)	Número de residentes dentro de un radio determinado medido a partir de cada local.	Número mínimo de residentes ubicados a menos de 300 metros: 1500
Estado de conservación (T)	Valoración del estado de conservación del local y de las obras necesarias para ponerlo en marcha.	Sólo serán posibles aquellos lugares que como mínimo tengan un estado de conservación “regular”

2.- Eliminación de aquellos lugares en donde los valores para los factores críticos no cumplan con las condiciones mínimas o umbrales definidos.

En base a los umbrales determinados para los diferentes factores deben eliminarse los siguientes locales:

LOCAL 1: Su área es inferior a 500 metros cuadrados, el número de residentes a menos de 300 metros es inferior a los 8000 y su estado de conservación es “malo”.

LOCAL 5: El número de plazas de aparcamiento a menos de 300 metros es inferior a 30.

LOCAL 9: Su estado de conservación es “malo”.

Quedan por lo tanto descartados los locales 1, 5 y 9 quedando para seguir el proceso los siguientes:

LOCAL	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
2	504	56	8050	8	2.3	Excelente
3	561	87	10876	25	2.8	Bueno
4	761	90	20734	28	1.2	Bueno
6	596	92	9643	35	1.6	Bueno
7	638	75	8011	12	2.1	Bueno
8	504	67	8854	6	1.8	Regular

3.- Asignación valores a los factores de tipo nominal.

La mayoría de los factores disponen de datos numéricos, por lo que no será necesario realizar ninguna asignación.

Para los de tipo ordinal o nominal será necesario asignarles valores numéricos, como es el caso de “estado de conservación”.

Para ello debe definirse una tabla de correspondencia entre los textos y los valores que se les asigna en la forma:

ESTADO DE CONSERVACIÓN	VALOR ASIGNADO
Excelente	1
Bueno	0.8
Regular	0.6
Malo*	0.4

* Para este caso estos valores no son necesarios al haber sido eliminados por considerarse como factores de tipo crítico.

Con lo cual la tabla de valores queda:

LOCAL	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
2	504	56	8050	8	2.3	1.0
3	561	87	10876	25	2.8	0.8
4	761	90	20734	28	1.2	0.8
6	596	92	9643	35	1.6	0.8
7	638	75	8011	12	2.1	0.8
8	504	67	8854	6	1.8	1.0

4.- Inversión de factores.

A continuación es necesario invertir los factores de tipo inverso como es el caso de la antigüedad y la densidad. Para ello puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$\text{Valor inverso} = 1 / \text{Valor del elemento.}$$

La tabla resultante es la siguiente:

LOCAL	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
2	504	56	8050	0.125	0.463	1.0
3	561	87	10876	0.040	0.395	0.8
4	761	90	20734	0.036	1.366	0.8
6	596	92	9643	0.029	2.923	0.8
7	638	75	8011	0.083	0.278	0.8
8	504	67	8854	0.167	0.902	1.0

4.- Normalización de los valores de los factores.

Antes de asignar pesos a los factores debe realizarse una normalización de los valores para permitir su integración en la regla de decisión a construir más adelante.

El proceso de normalización es necesario debido a la heterogeneidad de los valores asignados a los factores.

En el ejemplo se están comparando valores que varían entre 0.029 y 0.358 (factor densidad) con otros que lo hacen entre 20734 y 8011 (factor residentes). La normalización permite homogeneizar los valores dentro de un rango similar.

Existen diversas fórmulas para normalizar factores. Para el caso de ejemplo con el que se trabaja se propone la siguiente:

$$V_{an} = \frac{V_a - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$$

En donde:

V_{an} = valor normalizado.

V_a = valor asignado.

V_{min} = valor mínimo de la serie para ese factor.

V_{max} = valor máximo de la serie para ese factor:

Los valores máximos y mínimos para cada factor son:

VALOR	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
MAXIMO	761.000	75.000	8474.000	0.167	2.923	1.000
MÍNIMO	504.000	34.000	1182.000	0.029	0.278	0.600

El resultado tras la normalización es el siguiente:

LOCAL	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
2	0.000	0.537	0.617	0.698	0.070	1.000
3	0.222	0.732	0.705	0.083	0.044	0.500
4	1.000	0.000	0.047	0.052	0.411	0.500
6	0.358	0.000	0.000	0.000	1.000	0.500
7	0.521	1.000	1.000	0.397	0.000	0.500
8	0.000	0.049	0.314	1.000	0.236	0.000

5.- Asignación de pesos a cada uno de los factores.

Existen diferentes métodos para asignar pesos a los factores y este no es el objetivo de esta publicación.

Para desarrollar el ejemplo propuesto, se ha optado por utilizar el método CRITIC acrónimo de CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation (Diakoulaki d, Mavrotas G, Papayannakis I. determining objective weights in multiple criteria problems: the critic method. Computers & Operations Research 1995; 22(7); 763-770.).

Se trata de un método de ponderación de criterios y los pesos de cada uno de ellos vienen dados por la fórmula:

$$W_j = \sum S_j (1-R_{jk})$$

En donde:

W_j es el peso que se asigna al criterio j .

S_j es la desviación típica del factor j .

R_{jk} es el coeficiente de correlación entre los factores j y k .

De esta forma el peso de un criterio es tanto mayor cuanto mayor sea su desviación típica y cuanto menor correlación exista entre ambos criterios.

Los cálculos son los siguientes:

DESVIACIONES TÍPICAS					
ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
1.2979	1.7862	1.2977	3.0742	1.2529	1.82

MATRIZ DE CORRELACIONES						
	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
ÁREA m2	1.0000	-0.1568	-0.2879	-0.6563	0.2273	0.0000
PLAZAS PARK.	-0.1568	1.0000	0.9702	0.0224	-0.7341	0.3575
RESID.	-0.2879	0.9702	1.0000	0.2560	-0.8311	0.2422
ANTIG.	-0.6563	0.0224	0.2560	1.0000	-0.4488	-0.2347
DENSI.	0.2273	-0.7341	-0.8311	-0.4488	1.0000	-0.1388
ESTADO	0.0000	0.3575	0.2422	-0.2347	-0.1388	1.0000

MATRIZ DE RESTOS A 1						
	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
ÁREA m2	0.0000	1.1568	1.2879	1.6563	0.7727	1.0000
PLAZAS PARK.	1.1568	0.0000	0.0298	0.9776	1.7341	0.6425
RESID.	1.2879	0.0298	0.0000	0.7440	1.8311	0.7578
ANTIG.	1.6563	0.9776	0.7440	0.0000	1.4488	1.2347
DENSI.	0.7727	1.7341	1.8311	1.4488	0.0000	1.1388
ESTADO	1.0000	0.6425	0.7578	1.2347	1.1388	0.0000

SUMAS Y PESOS						
VALOR	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO
SUMAS	5.8737	4.5408	4.6507	6.0615	6.9256	4.7739
PESOS	2.2186	1.9593	1.8348	2.4638	2.6183	1.5096

6.- Regla de decisión y cálculo del factor final para cada uno de los elementos analizados.

La regla de decisión es la fórmula o expresión que nos indica cómo combinar los factores entre ellos una vez sometidos al tratamiento anterior.

Existen diversas opciones para la construcción de la regla de decisión, algunas de ellas relacionadas con el propio método utilizado para el análisis multifactorial.

En todo caso es importante tener en cuenta la naturaleza crítica de los factores, ya que los de tipo crítico (absoluto o relativo) indican condiciones en donde no será posible desarrollar la actividad prevista o en donde es imposible aportar algún tipo de solución.

Para este caso se ha optado por una regla de decisión simple en la forma:

$$\text{Valor local} = (k_a A) + (k_p P) + (k_r R) + (k_t T) + (k_l L) + (k_d D)$$

En donde A, P, R, T, L y D serán los valores de cada uno de los factores para cada local una vez normalizados y $k_a, k_p, k_r, k_t, k_l,$ y k_d , los pesos de cada uno de los factores.

Otra opción sería la de construir la regla de decisión introduciendo los factores críticos como productos y los no críticos, dentro de un paréntesis, como sumandos.

Aplicando la primera opción al ejemplo los resultados obtenidos son:

LOCAL	ÁREA m2	PLAZAS PARK.	RESID.	ANTIG.	DENSI.	ESTADO	TOTAL
2	0.000	1.051	1.131	1.720	0.183	1.510	5.595
3	0.492	1.434	1.294	0.204	0.116	0.755	4.294
4	2.219	0.000	0.087	0.127	1.077	0.755	4.265
6	0.794	0.000	0.000	0.000	2.618	0.755	4.167
7	1.157	1.959	1.835	0.977	0.000	0.755	6.683
8	0.000	0.096	0.577	2.464	0.617	0.000	3.754

Con lo que el orden asignado para los mejores locales es el siguiente:

LOCAL	TOTAL
7	6.683
2	5.595
3	4.294
4	4.265
6	4.167
8	3.754

Visualización.

Como resultado de todo el proceso y debido a tratarse de información geográfica es muy conveniente visualizar, mediante un mapa temático, por ejemplo, los resultados obtenidos.

Para el problema desarrollado la visualización de los resultados es la siguiente:

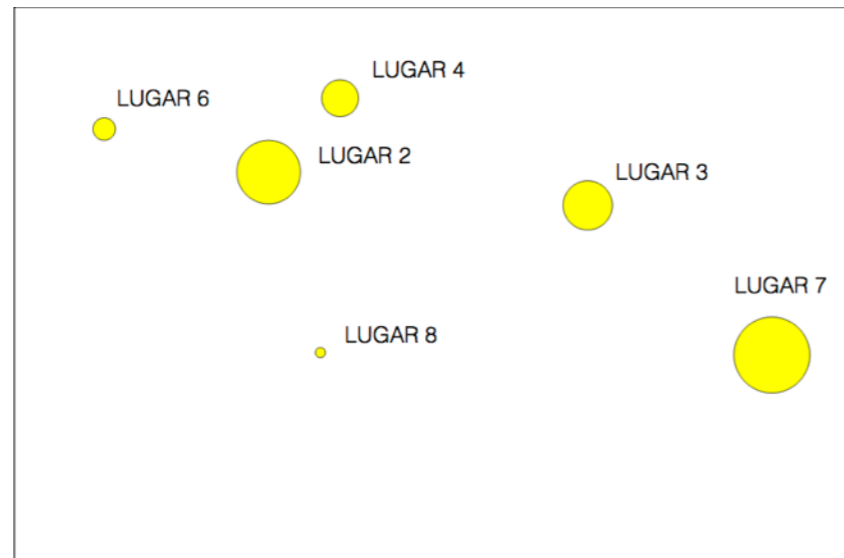


Figura 1.16.-Visualización de resultados.

No obstante no siempre es tan fácil representar los resultados; por ejemplo en aquellos casos en donde el número de elementos a representar es muy grande.

La figura siguiente muestra el resultado de un estudio sobre necesidades energéticas de un conjunto de edificios en el interior de una ciudad. Para hacerlo se consideraron factores como: tipo

de aislamiento, antigüedad del edificio, estado de conservación de las fachadas, tipo de ventanas, orientación de las fachadas, área de fachadas, temperaturas por meses, etc...

En consecuencia el mapa es una síntesis de todo el análisis desarrollado. Los colores rojizos identifican a aquellos edificios cuyas necesidades energéticas son mayores, los colores verdosos indican los más eficientes y los colores amarillentos los situados en el medio.

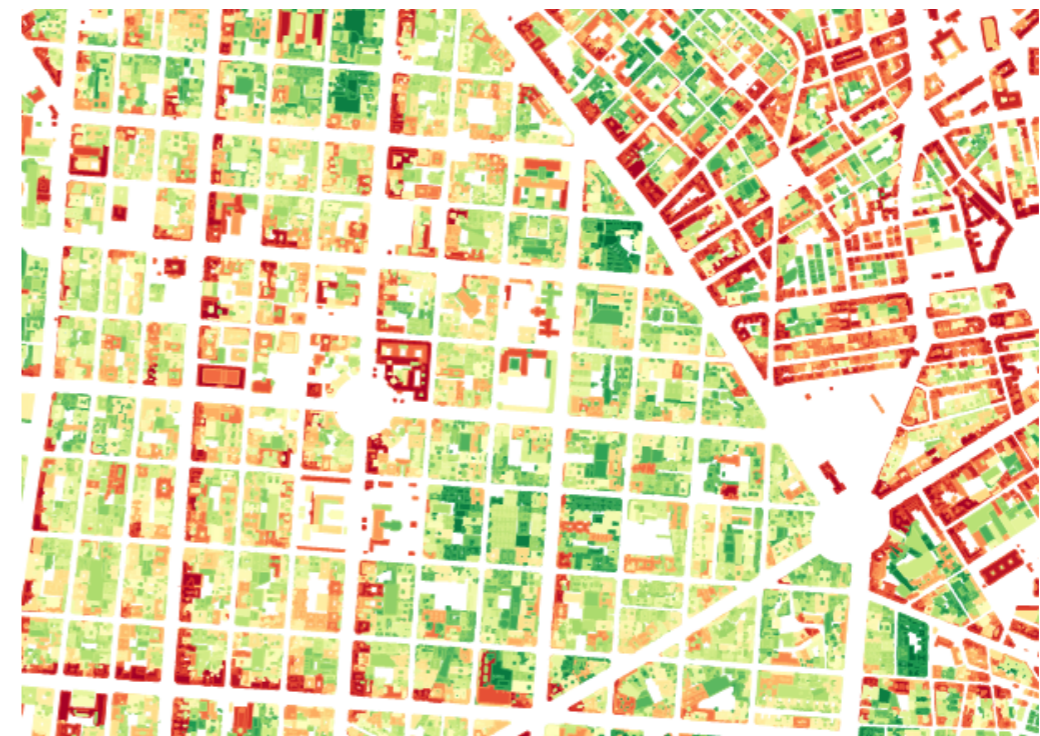


Figura 1.17.- Ejemplo de visualización.

Valoración de resultados.

Una vez obtenidos los resultados es recomendable evaluar los valores obtenidos para confirmar que son coherentes y proporcionan soluciones ajustadas a la realidad.

En caso de que los resultados no sean satisfactorios o incluso, no exista ninguna solución satisfactoria, deberá revisarse todo el proceso seguido modificando, si es preciso, la naturaleza de los factores, revisando los valores asignados, los pesos, etc...

Esta fase puede considerarse como un proceso de “calibración” en donde pueden plantearse varias hipótesis, desde su replanteamiento total hasta su optimización pasando por toda una serie de acciones intermedias para su mejora.

Elección de la solución más adecuada.

Con el proceso validado y ajustado dispondremos de una o varias soluciones, lugares óptimos o estratégicos y adaptados a los planteamientos y estrategias diseñadas en su momento.

Conclusiones de la primera parte.

A lo largo de este capítulo hemos visto una introducción a la Inteligencia de Ubicación, sus bases, la tecnología asociada y un pequeño ejemplo sobre el proceso de toma de decisiones.

El objetivo fundamental era dar una primera visión al proceso general de la IU pero a lo largo de su desarrollo se han dejado abiertos varios temas relativos a la propia información geográfica y al tratamiento de esa información.

La segunda parte se centra en el desarrollo de esos aspectos.

SEGUNDA PARTE

¿Cómo trabajar con la Información Espacial?



Vacas felices y calidad de leche.

En un viaje en avión nos entregaron un sandwich de queso dentro de la siguiente caja:



La traducción del texto del interior de la caja es: “las vacas felices producen leche mejor”.

Este texto despertó nuestro interés y nos decidimos a realizar una búsqueda saber algo más sobre ese tema.

¿Existía realmente una investigación científica al respecto? y, si era sí: ¿cuales son los factores determinantes de la felicidad de las vacas?.

Encontramos varios trabajos sobre el tema, pero uno de ellos nos pareció especialmente interesante. Se trataba del desarrollado por Dave Ganskopp para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/aug02/cattle0802.htm>) quién, a partir de los datos proporcionados por unos dispositivos instalados en los cencerros de las vacas pudo determinar los lugares en donde se encontraban y cuando comían.

Dave volcó todos los datos obtenidos en un SIG y tras realizar su análisis sacó las siguientes consecuencias:

- 1.- A las vacas no les gustan las pendientes superiores al 30%.
- 2.- No les gustan los terrenos pedregosos.
- 3.- Odian estar a más de 2 Km. del agua.
- 4.- La producción de leche se relaciona directamente con la calidad del pasto.

Por lo tanto, los factores que determinan la “felicidad” de las vacas son: la pendiente del terreno, la cantidad de piedras que cubre el terreno, la distancia al agua y finalmente la calidad del pasto.

El problema consiste entonces no sólo en identificar aquellos lugares en donde las vacas son más felices si no tambien aquellos en donde es posible mejorar las condiciones para mejorar la producción y la calidad de la producción lechera.

¿Nos ayuda a hacer felices a las vacas?.

El proceso de Geo-conceptualización: Componentes geográficos.

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

1. Geoconceptualización.
2. Componentes Geográficos y escala de trabajo.
3. Componentes Geográficos y escala de trabajo.
4. Componentes geográficos y fases en el proceso de toma de decisiones.
Caracterización geográfica de los factores.
5. Identificación de los Componentes Geográficos correspondientes a los datos encontrados.
6. Identificación de los Componentes Geográficos correspondientes a la naturaleza del fenómeno.
7. Identificación de los Componentes Geográficos en base a los cuales se realiza la valoración.
8. Identificación de los Componentes Geográficos a utilizar para mostrar las soluciones.

Geoconceptualización.

Esta segunda parte se ocupa fundamentalmente de los procesos de tratamiento de la Información Geográfica y es fundamental para saber desarrollar procesos de análisis específicos para Bases de Datos Espaciales. Estos son totalmente diferentes a los habituales utilizados para la gestión de Bases de Datos tradicionales y es donde los usuarios, menos familiarizados con la Información Geográfica, pueden encontrar dificultades y cometer errores.

Para facilitar su aprendizaje se ha desarrollado lo que denominaremos: “Teoría de la Geo-Conceptualización y construcción de modelos”.

Se trata de una teoría centrada en el proceso integral para el desarrollo y construcción de modelos “universales” de resolución de problemas y toma de decisiones, basado en los Componentes Geográficos y en las Funcionalidades o algoritmos de los Sistemas de Información Geográfica.

La teoría de la Geo-conceptualización y la construcción de modelos se desarrolla mediante dos procesos:

- 1.- Identificación de componentes geográficos según cuatro fases: Datos, Naturaleza de los Fenómenos, Valoración y Final.

2.- Construcción de modelos o procesos de tratamiento necesarios para transformar los Componentes Geográficos identificados, según los niveles del punto anterior, mediante las funcionalidades o algoritmos de tratamiento de la información disponibles en los Sistemas de Información Geográfica..

Los Componentes Geográficos.

La idea de la Geo-conceptualización se deriva directamente del tradicional proceso de abstracción utilizado para la creación de documentos cartográficos.

El cartógrafo, para crear el mapa, identificaba los elementos a representar y los convertía en objetos dibujados.

Los Sistemas de Información Geográfica son a su vez “herederos” de los mapas pero con un potencial infinitamente superior al no limitarse a representar la información de manera gráfica, si no que además permiten incorporar una enorme cantidad de datos asociados al territorio y disponen además de unas herramientas de análisis capaces de procesar toda esa información para tomar decisiones complejas.

En consecuencia a estas premisas definimos la geo-conceptualización como:

La Geo-conceptualización es el proceso de transformación del mundo real, percibido por los humanos, en objetos o conceptos, procesables por los ordenadores mediante algoritmos o funcionalidades específicas para el tratamiento de la Información Espacial.

A estos objetos o conceptos los denominamos: Componentes Geográficos.

Los especialistas en SIG son considerados, por las agencias de inteligencia más importantes del mundo, como personas capaces de proporcionar información imprescindible para la toma de decisiones estratégicas.

El objetivo de la Geo-conceptualización es facilitar el trabajo a las personas que necesiten utilizar Sistemas de Información Geográfica para tomar decisiones a partir de la creación de una base teórica de conocimiento y desde la perspectiva definida por las siguientes consideraciones:

- 1.- Independencia respecto a enfoques comerciales: Sin asociar ni adaptar su contenido a una marca de SIG determinada. Se trata de un enfoque universal que puede aplicarse a cualquier software de estas características.
- 2.- Facilitar el aprendizaje y la utilización de los Sistemas de Información Geográfica a cualquier usuario potencial: Este enfoque se justifica en la experiencia acumulada tras impartir cursos de SIG en varias universidades, empresas y

especialidades; en el desarrollo de geo-aplicaciones multidisciplinares; y en la formación adaptada a cualquier nivel de usuario.

3.- Permitir “valorar” las capacidades de un determinado Sistema de Información Geográfica para su aplicación en el estudio y resolución de un determinado problema. Este es un tipo de actividad de asesoría que justificaría, por si mismo, el desarrollo de esta teoría. Pretende responder a la pregunta: ¿Cuál es el SIG más adecuado para desarrollar la actividad X?.

4.- Ser un nexo de conexión entre usuarios expertos o desarrolladores de SIG y todo tipo de especialistas en cualquier disciplina: Dirigido a quienes puedan necesitar utilizarlos sin la necesidad de adquirir un nivel elevado de conocimientos respecto a su funcionamiento. Se trata de facilitar al máximo la comunicación entre ambos tipos de profesionales (aquel que busca una ubicación estratégica para su actividad y el profesional de SIG encargado de desarrollar el proceso de análisis adaptado a las necesidades del primero), a partir de un lenguaje y unos conceptos comunes a ambos.

Durante siglos, los cartógrafos han tratado de representar la superficie de la Tierra intentando siempre que esa representación se corresponda de la forma más exacta y efectiva con la realidad del terreno.

Los elementos básicos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son muy similares a los mapas tradicionales pero en formato digital y con nivel superior de calidad en donde se contemplan aspectos como la “conectividad” en redes, tal y como ya se comentó en el capítulo anterior..

La forma más efectiva de trabajar con esa información sería disponer en el SIG de un mundo real a “escala”, con la totalidad de los elementos reales, así como todos sus datos asociados, algo, totalmente imposible y cuyo volumen desbordaría la capacidad de proceso de cualquier ordenador.

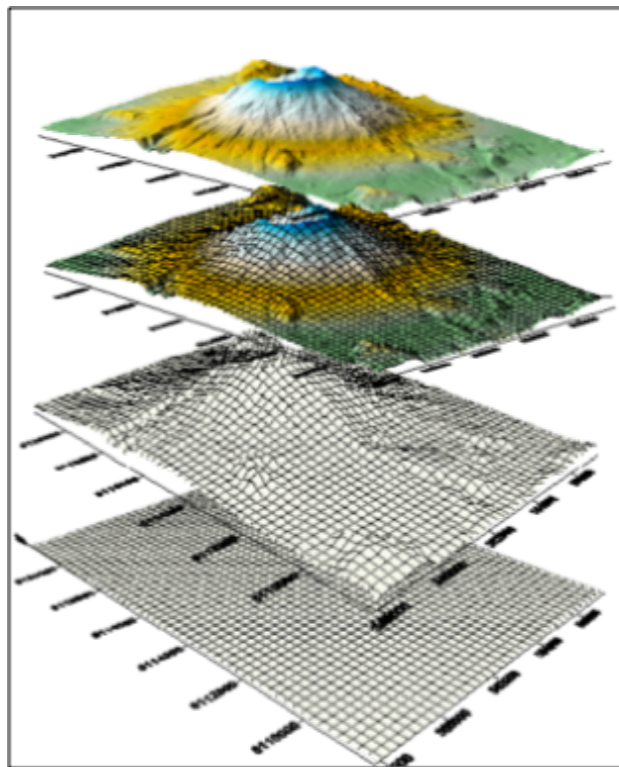
Esto hace necesario transformar la información del mundo real a “elementos” que representen esa realidad de la forma más fidedigna posible y sean almacenables y procesables por ordenadores y programas.

A estos elementos los denominaremos “Componentes Geográficos” y al proceso de transformación de los elementos del mundo real a sus correspondientes componentes “geo-conceptualización”.

Es fácil hacer corresponder un árbol con un punto a partir de sus coordenadas o a una casa por un polígono. Existen sin embargo otros elementos no tan evidentes. Por ejemplo: ¿qué componente geográfico puede hacerse corresponder con el relieve topográfico o a las temperaturas que se registran en una zona de estudio?.

Como además trabajamos con Bases de Datos Digitales utilizando SIG ¿cómo deben codificarse esos elementos a nivel digital para ser procesados por estos programas?

Para el caso concreto de la superficie topográfica una posible solución consiste en superponer una malla regular sobre la zona y asignar, a cada una de las celdas que la componen, el valor Z o altitud que le corresponde al centro de cada celda.



	A	B	C
1	X UTM	Y UTM	Z
2	541597.78	4706607.23	2906
3	541222.46	4706351.26	1961
4	542094.47	4706953.17	415
5	541894.49	4706595.51	1589
6	541593.5	4706852.14	529
7	542696.38	4707025.08	175
8	541607.22	4706801.13	2781
9	542104.31	4706892.44	2170

Figura 2.1.- Ejemplo de Geo-conceptualización.

Esos valores pueden integrarse en una tabla similar a una hoja de cálculo con tres columnas: dos para los valores de las coordenadas X e Y de los centros de las celdas y una tercera con las altitudes correspondientes a esas posiciones sobre la montaña.

Con esta estructura, si se dispone de salida gráfica y de posibilidad de hacer selecciones, pueden identificarse con facilidad todas aquellas celdas que se encuentren a más de 1500 metros de altitud.

La Geo-conceptualización es el proceso de transformación del mundo real, percibido por los humanos, en objetos o conceptos, procesables por los ordenadores mediante algoritmos o funcionalidades específicas para el tratamiento de la Información Espacial.

Nuestra teoría es que puede representarse el mundo real con tan sólo seis clases de componentes, conceptos o abstracciones: Puntos, Líneas, Zonas, Redes, Puzzles y Superficies. Estos son los denominados “componentes geográficos”.

El “origen” de los componentes geográficos hay que buscarlo en el propio proceso de abstracción, en sus “dimensiones” geométricas y en la forma en la que “ocupan” el espacio.

Para identificar y comprender la problemática de los componentes geográficos existentes, basta plantearse las

siguientes preguntas relativas a lo que sucede en lugares concretos:

- 1.- ¿Qué puntos se encuentran en un río?.
- 2.- ¿Qué puntos se encuentran dentro de un edificio?.
- 3.- ¿Qué puntos tienen un valor para la temperatura?.
- 4.- ¿Qué puntos pertenecen a alguna de las áreas?.

Intente buscar las respuestas observando la siguiente figura consistente en un mapa en donde se representan:

1. Edificios (Zonas rosadas con borde negro).
2. Ríos (líneas en azul).
3. Temperaturas: celdas en degradado del blanco al azul.
4. Zonas: cuyos límites están representados por líneas rojas. El nombre de cada una de estas áreas aparece enmarcado en color amarillo.

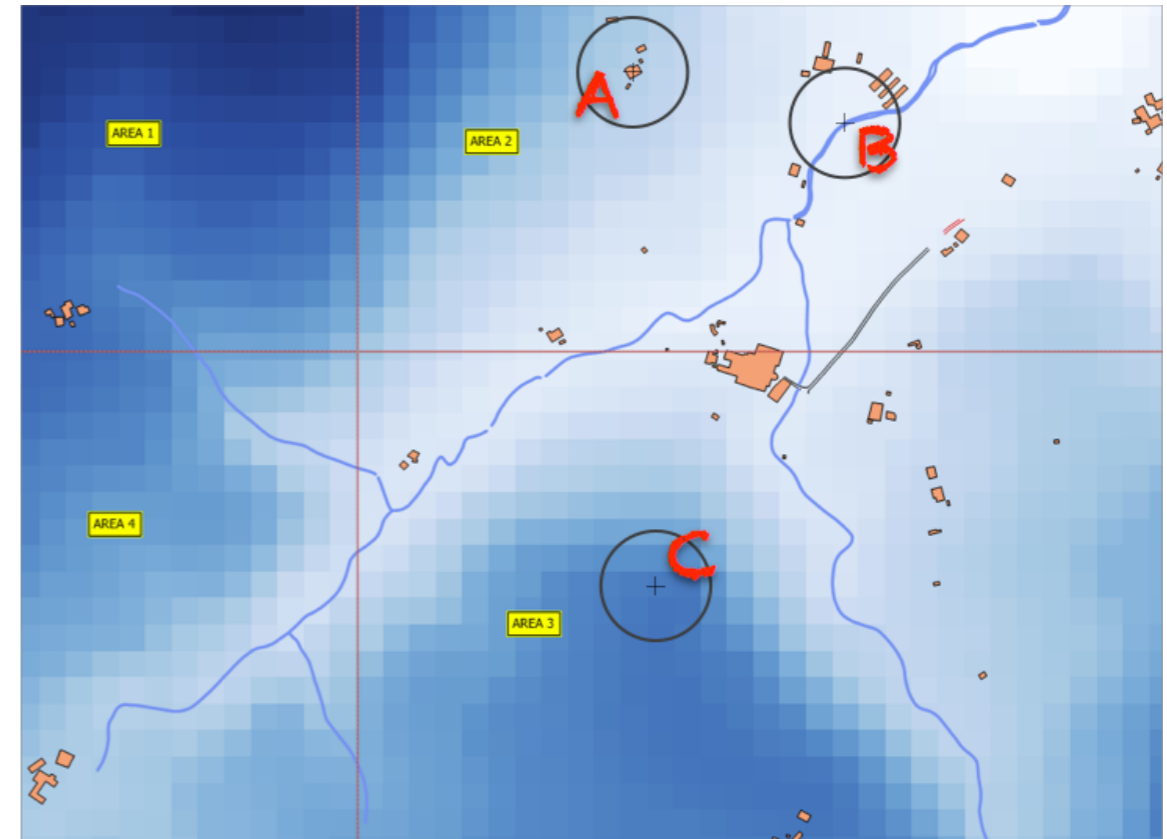


Figura 2.2.- Identificación de Componentes Geográficos.

Aparecen también tres puntos situados en el centro de circunferencias de color negro e identificados con la letras A, B y C.

Sobre esta imagen plantearemos las cuatro preguntas formuladas anteriormente y analizaremos las respuestas para desarrollar los conceptos de Componentes Geográficos.

Analicemos ahora las respuestas:

PREGUNTAS	RESPUESTAS		
	A	B	C
¿Qué puntos se encuentran en un río?.		X	
¿Qué puntos se encuentran dentro de un edificio?	X		
¿Qué puntos tienen un valor para la temperatura?	X	X	X
¿Qué puntos pertenecen a alguna de las áreas?	X	X	X

A partir de estas respuestas pueden sacarse algunas conclusiones:

1.- Hay fenómenos u objetos que existen en todo el espacio pero que (afortunadamente) no lo cubren en su totalidad, esto es, hay lugares o puntos que no se encuentran dentro o “sobre” esos elementos. Es el caso de las carreteras, los ríos y los edificios. Existen en todo el mundo, pero no absolutamente toda la zona estudiada está totalmente cubierto u ocupada por ellos ellos. Este tipo de fenómenos son de tipo “discreto” o “aislado”.

Estos elementos “discretos” son con los que se ha realizado el proceso de abstracción en los mapas tradicionales: puntos, líneas y zonas.

2.- Hay otro tipo de fenómenos que cubren todo el espacio estudiado, es decir, todos los puntos tienen un valor o pertenecen a una de las clases. Por ejemplo: todos los lugares tienen una temperatura o todos los puntos pertenecen a una

de las áreas. Este tipo de fenómenos los identificaremos como “continuos” o exhaustivos, al cubrir totalmente el espacio a analizar.

Sin embargo a pesar de que en ambos casos se produce esa cobertura exhaustiva, se trata de dos tipos de componentes de naturaleza totalmente distinta. Mientras que la temperatura presenta un valor numérico que varía de forma “suave” (es decir, la temperatura registrada en un lugar será más o menos similar a las de lugares cercanos), la pertenencia a un área u otra, tendrá un cambio “brusco” definido por un límite o frontera.

Esto da lugar a la existencia de seis Componentes Geográficos según se describe a continuación:

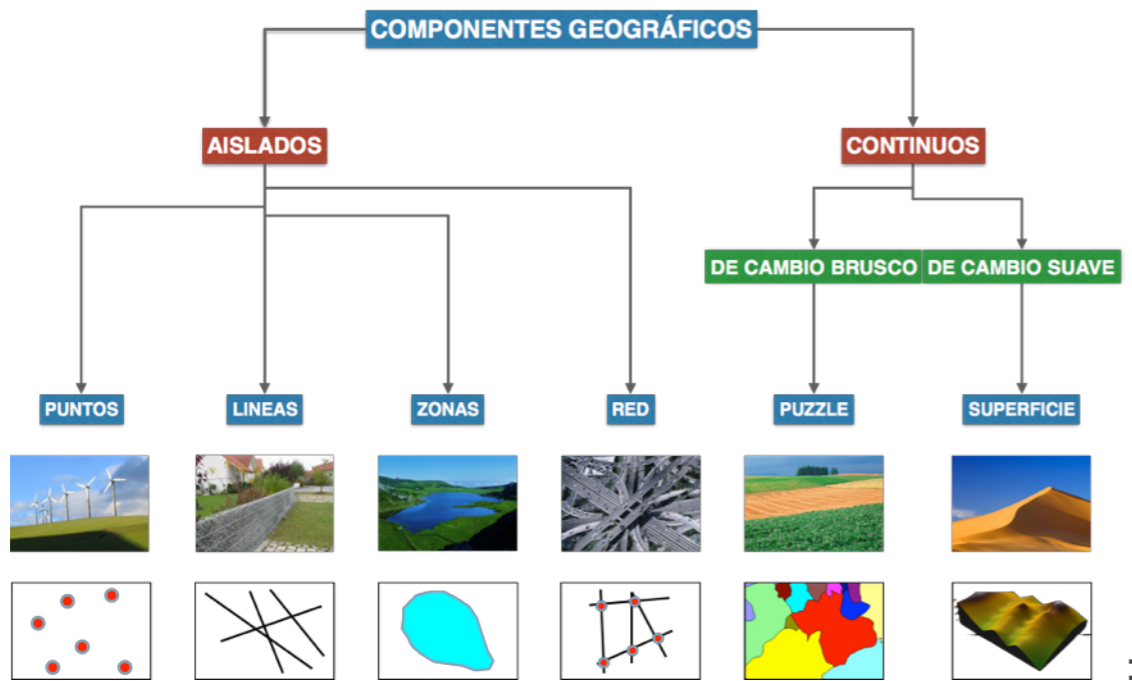


Figura 2.3.- Componentes Geográficos.

La descripción de estos componentes es la siguiente:

COMPONENTES AISLADOS O DISCRETOS	
Son aquellos que se producen en el espacio geográfico de forma discreta o aislada. Aunque pueden producirse sobre todo el espacio analizado, no lo ocupan de forma total (fuera de ellos no hay nada, está el vacío).	
PUNTOS (Pt)	Son elementos geográficos situados en el espacio en posiciones concretas definidas por pares de coordenadas. Geográficamente se consideran como de dimensión cero. Ejemplo: generadores eólicos.
LÍNEAS (Li)	Son elementos con un trazado o geometría definida. Este trazado se asocia a una sucesión de puntos que determinan su geometría. Se suele considerar que tiene una dimensión uno correspondiente con su longitud o desarrollo curvilíneo. Ejemplo: rutas aéreas.
ZONAS (Zo)	Son componentes definidos por una línea perimetral o borde que determinan un elemento con área o recinto. Se consideran de dimensión dos al poseer perímetro (o desarrollo curvilíneo del borde) y área. Ejemplo: lago.
REDES (Re)	Son componentes formados por elementos lineales entre los que existe una relación de contigüidad o dependencia y un cierto nivel de estructuración. Ejemplo: red de carreteras, red hidrográfica, red de ferrocarriles.

COMPONENTES CONTINUOS	
Son aquellos que ocupan el espacio de forma exhaustiva, completa o total. Estos elementos están compuestos por elementos simples (puntos, líneas o zonas) entre los que existe una relación de proximidad, dependencia, vecindad, etc... o son estructuras especiales.	
PUZZLES (Pz)	Se trata de componentes complejos asociados a fenómenos de ocurrencia espacial de tipo continuo y cambio brusco. Son estructuras de ocupación exhaustiva o total del espacio en base a fragmentos o elementos zonales contiguos. Las fronteras existentes entre estos elementos indican el límite del atributo asociado a cada uno de ellos. Ejemplo: usos del suelo.
SUPERFICIES (Su)	Son componentes complejos asociados a fenómenos de ocurrencia espacial de tipo continuo y cambio suave. Se trata de estructuras especiales de tipo tridimensional en donde la elevación de cada lugar se relaciona con la existente en las de su entorno cercano. Ejemplo: la superficie topográfica.

Existen además un datos que “potencialmente” pueden ser componentes geográficos de forma directa o indirecta.

Las tablas “geo-codificables”, mencionadas en apartados anteriores y cuya característica fundamental es la de disponer de campos con coordenadas, pueden convertirse en elementos puntuales.

Por otro lado, las tablas “relacionables” pueden asociarse con componentes geográficos, adquiriendo así una ubicación.

En el caso de las primeras es imprescindible saber que sistema de referencia utiliza el sistema de coordenadas y si se trata de coordenadas geográficas o las correspondientes a una proyección cartográfica.

Por ejemplo, si disponemos de dos tablas una conteniendo las coordenadas de un conjunto de observatorios meteorológicos y otra, con el nombre de esos observatorios y los valores de temperatura media:

OBSERVATORIO	X	Y
A	239186.312	269318.682
B	305640.135	282609.447
C	279058.606	191346.197
D	356145.040	148815.750
E	411966.252	214383.522

OBSERVATORIO	TEMPERATURA MEDIA
A	23.2
B	22.4
C	24.8
D	23.7
E	21.1

La primera tabla es de tipo Geo-codificable ya que dispone de coordenadas.

La segunda no dispone de coordenadas pero puede relacionarse con la primera de manera que sería posible traspasar los datos de la segunda a la primera, gracias a disponer en ambas, de un atributo común que puede utilizarse como enlace. A este tipo de tablas las denominaremos geo-referenciables.

Una vez realizado el traspaso de datos, la fusión de ambas tablas queda en la forma:

OBSERVATORIO	X	Y	TEMPERATURA MEDIA
A	239186.312	269318.682	23.2
B	305640.135	282609.447	22.4
C	279058.606	191346.197	24.8
D	356145.040	148815.750	23.7
E	411966.252	214383.522	21.1

COMPONENTES POTENCIALMENTE GEOGRÁFICOS	
TABLAS GEO-CODIFICABLES (Tg)	Son Bases de Datos, ficheros de texto, hojas de cálculo, etc... que disponen de campos o columnas que definen posiciones en el espacio mediante coordenadas.
TABLAS RELACIONABLES (Tr)	Son Bases de Datos, ficheros de texto, hojas de cálculo, etc... que disponen de campos o columnas que pueden enlazarse con otras tablas geo-codificables o directamente con componentes geográficos que dispongan de ese mismo campo o columna y cuyos datos permitan realizar ese enlace al referirse al mismo elemento.

Ese enlace también puede realizarse directamente con componentes geográficos siempre y cuando estos dispongan también de ese mismo atributo o campo en común y cuyos datos sean correspondientes.

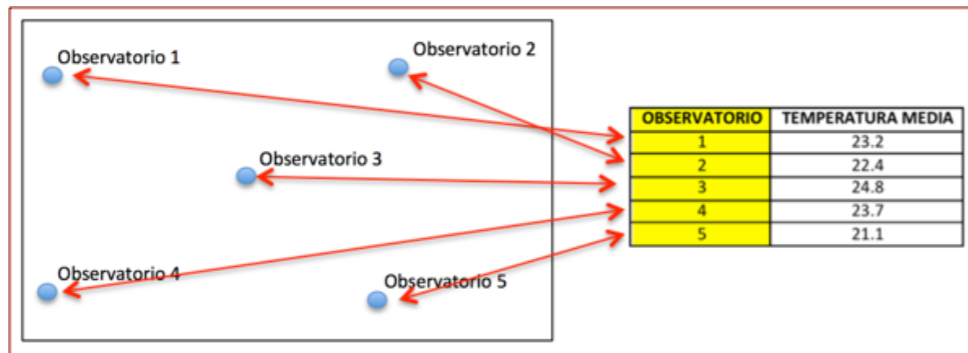


Figura 2.4.- Relaciones de datos.

Existe además otro tipo de tablas geo-referenciables para aquellos casos en donde no se dispone de coordenadas, pero si de una dirección postal que servirá para realizar el proceso de geo-codificación.

Respecto al proceso de toma de decisiones, la identificación de Componentes Geográficos supone añadir una nueva fase en donde debe definirse una relación Factor->Componente/s Geográfico. En consecuencia se trata de un proceso de tipificación, pero en esta ocasión específico para la Información geográfica que denominamos: “Caracterización Geográfica”.

Componentes Geográficos y “escala de trabajo”.

La identificación de componentes depende de la “escala de trabajo” o nivel de detalle de la información geográfica.

Por ejemplo, una ciudad puede ser considerada como un componente “puntual” en el caso de una escala de trabajo pequeña, mientras que en una escala grande se trataría de un componente “Zonal”, incluso a una escala aún más grande pasaría a ser un conjunto de zonas representando a las edificaciones.

En ocasiones las personas que no trabajan habitualmente con Información geográfica pueden confundirse con los conceptos de escala grande o pequeña. Este concepto se deriva de la relación existente entre las mediadas existentes en el mapa respecto a las del mundo real y se expresa mediante la relación:

$1/E = \text{Distancia sobre el mapa} / \text{distancia en el mundo real.}$

Es posible representar el mundo real mediante tan sólo seis componentes geográficos: Puntos, Líneas, Zonas, Redes, Puzzles y Superficies..

La denominación de escala grande o pequeña no depende del valor del denominador (precisamente eso causa el error) si no en el resultado de la fracción. A continuación se muestra algunos intervalos para definir los tipos de escalas:

TIPO DE ESCALA	DESDE	HASTA
Grande	1/20	1/10.000
Media	1/10.000	1/100.000
Pequeña	Inferior a 1/100.000	

A continuación se muestra un ejemplo de identificación de componentes a partir de datos reales del estado de Montana (USA). La escala de trabajo para este caso concreto es pequeña.

DATOS	EJEMPLO	COMPONENTE					
		SIMPLE			COMPLEJO		
		PUNTUAL	LINEAL	ZONAL	RED	PUZZLE	SUPERFICIE
Ciudades		✓					
Hidrografía			✓		✓		
Reservas naturales				✓			
Relieve							✓
Geología						✓	
Usos del suelo						✓	
Carreteras			✓		✓		
Pluviometría							✓
Ferrocarriles			✓		✓		
Condados						✓	
Densidad población							✓

En esta tabla los elementos de Hidrografía, Carreteras y Ferrocarriles aparecen seleccionados como Líneas y al mismo tiempo como Redes. Su pertenencia a uno u otro grupo dependerá del nivel de estructuración que tengan. En caso de no tener una estructura topológica (consultar apartado sobre datos estructurados) serán simplemente líneas.

Por ejemplo, si una red de carreteras tiene las direcciones y sentidos de circulación, los lugares en donde es posible pasar de una carretera a otra conduciendo, así como las velocidades de circulación, permitiendo identificar las rutas mínimas para desplazarse de un lugar a otro circulando por las carreteras, entonces se trata de un Componente Geográfico de Red. En caso contrario serían simplemente líneas.

Componentes geográficos y fases en el proceso de toma de decisiones. Caracterización geográfica de los factores.

Para la construcción de modelos, la identificación de Componentes Geográficos desempeña un papel fundamental.

Si se desarrolla de manera adecuada, este proceso de identificación puede considerarse como hecho el cincuenta por ciento del modelado, incluso podemos considerarlo como pre-modelado.

Para comprender en que consiste, cómo debe hacerse y cuales son las diferentes fases y procesos intervinientes desarrollaremos el ejemplo propuesto al principio de este tema de forma práctica.

Para conocer mejor el problema buscamos una zona de pasto cercana que reuniese más o menos esas características y

decidimos desarrollar ese estudio sobre la zona elegida utilizando los mismos requisitos.

Los factores a valorar para incrementar las zonas mas deseadas por las vacas son por lo tanto los siguientes:

- 1.- La pendiente del terreno.
- 2.- La cantidad de piedras que cubren el terreno de pasto.
- 3.- La distancia a los lugares en donde exista agua para beber.
- 4.- La calidad del pasto.

Para analizar estos factores es necesario describir el entorno de partida. Podemos hacer el estudio pensando en una zona en donde ya existe de forma natural un terreno de pasto en donde hay habitualmente vacas. Pero también puede hacerse el estudio suponiendo que la actividad ganadera va a desarrollarse en una zona desértica.

Por supuesto la elección inicial del lugar condiciona seriamente la caracterización de los factores.

Para simplificar supondremos de inicio que se trata de un lugar en donde ya existe actividad ganadera y nuestro propósito es mejorar las condiciones para ampliar la explotación.

Siguiendo los mismos pasos del primer problema, caracterizamos los tres factores respecto a su nivel crítico:

Pendiente del terreno (S): a las vacas no les gustan las pendientes superiores al 30%, por tanto, si queremos aumentar

su felicidad deberíamos trabajar con máquinas sobre el terreno para allanarlo, pero seguramente su coste sería excesivo respecto al beneficio a obtener. Luego existen lugares en donde no puede desarrollarse la actividad (por encima del 30%) y el coste de solucionarlo sería excesivo.

Por otra parte, seguramente serán más felices en lugares con el terreno muy llano que en otros con una pendiente cercana al 25%. Es decir, dentro de este factor pueden encontrarse lugares mejores y peores, además de lugares a donde las vacas no van nunca. En consecuencia, podemos considerar este factor como “mixto”, en donde el “umbral” por encima del cual no van las vacas viene marcado por las pendientes superiores al 30%

Presencia de piedras (P): en este caso, si el terreno está cubierto por muchas piedras, las vacas evitarán estar en esos lugares. El coste de quitarlas o no dependerá de su tipo, o las características del terreno que hay debajo, etc...

Para este caso podemos suponer que a partir de determinado valor quitarlas tendría un coste excesivo, con lo que este factor lo caracterizamos como “crítico”.

Distancia al agua (D): el límite viene determinado por una distancia de 2 kilómetros, pero en este caso sería posible, con un coste posiblemente no muy elevado, poner abrevaderos en determinados lugares para cubrir toda la zona en donde pastan las vacas. Este factor por tanto será “valorable”.

Calidad del pasto (C): Se supone que el lugar en donde se va a desarrollar la actividad es una zona de montaña. En este caso, no existe ningún tipo de límite o umbral, simplemente se sabe que la calidad del pasto debe ser la mejor posible y puede mejorarse regando, añadiendo fertilizantes, etc...

El factor será, como el anterior, “valorable”.

Una vez identificados los factores, es necesario proceder a buscar la información geográfica necesaria para realizar el análisis (minería de datos), es decir, las bases de datos espaciales mediante las cuales estudiaremos el fenómeno.

Es imposible determinar “a priori” qué información va a encontrarse debido a depender del lugar, país, zona, política respecto a la información geográfica, etc...

Por eso, este ejemplo es únicamente una muestra de lo que puede existir.

En este punto encontramos una diferencia respecto al ejemplo desarrollado en la primera parte de este libro: la información geográfica tiene unas características especiales que condicionan la caracterización de los factores.

Como también veremos, la información que encontremos en internet, en la mayoría de las ocasiones, no nos proporcionará directamente los componentes necesarios para encontrar la Sigamos con este ejemplo para ver cuáles son esas diferencias.

Una vez caracterizados los factores procedemos a la desarrollar el primer proceso.

CARACTERIZACIÓN DE FACTORES				
	Pendiente (S)	Piedras (P)	Calidad del pasto (C)	Distancia al agua (D)
CRÍTICO		X		
MIXTO	X			
VALORABLE			X	X
VALORACIÓN				
INTERVALOS	De 0 a 10%	Baja	<= de 1Km.	Muy alta
	De 10 a 20%	Media	> de 1Km.	Alta
	Más del 20%	Alta		Media
VALORES	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.5	0.0	0.5	0.5
	0.0	0.0		0.1

Todos aquellos factores identificados para el proceso de toma de decisiones con una componente espacial se asocian a uno o varios componentes geográficos.

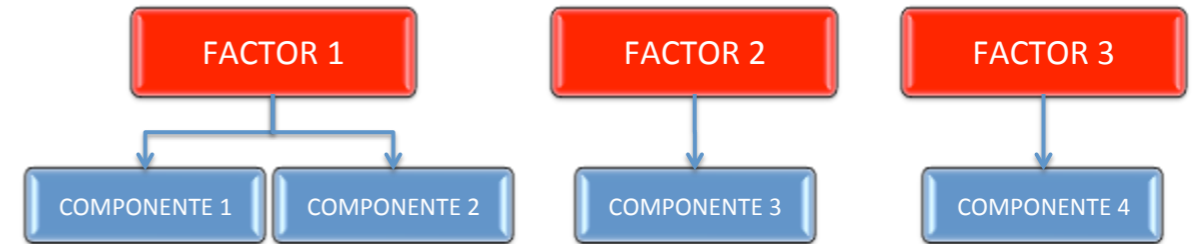


Figura 2.5: Factores y componentes.

Sin embargo, esa identificación de Componentes Geográficos no es tan sencilla como puede parecer en un principio debido a las siguientes causas:

1. Los datos existentes: toda la información geográfica encontrada en el proceso de minería de datos.
2. El fenómeno geográfico asociado a ese factor: Son Componentes Geográficos correspondientes a la “naturaleza” espacial del factor a analizar: cada factor se asocia a un fenómeno espacial y este a su vez a un Componente Geográfico.
3. La forma como quiere valorarse: Se trata de Componentes Geográficos utilizados para asignar los valores correspondientes a su caracterización y cuantificación definida en fases anteriores.
4. Los componentes resultantes o finales: Son aquellos utilizados para obtener y mostrar las respuestas o soluciones buscadas. En ocasiones se conocen previamente

al desarrollo del proceso y en otras se generarán a lo largo del mismo.

Por tanto es necesario identificar todos los componentes geográficos, no sólo los correspondientes a los datos, si no también aquellos relacionados en de una u otra manera en la gestión.

Para enlazar cada una de las fases es necesario desarrollar tres procesos:

Proceso 1: Preparación de los Datos.- Se trata de transformar los Componentes Geográficos asociados a los datos disponibles a los correspondientes a la naturaleza. Suele ser totalmente diferente para cada caso y en algunas ocasiones no será necesario desarrollarlo si los datos ya están adaptados a la naturaleza de los fenómenos.

Proceso 2: Gestión de Datos Espaciales.- Este proceso se centra en aplicar todos aquellos algoritmos necesarios para pasar de los Componentes correspondientes a la naturaleza de los fenómenos a los utilizados, para realizar la evaluación o valoración. Está totalmente vinculado a lo especificado en el apartado de valoración de los factores.

Proceso 3: Obtención de resultados y visualización.- Se ocupa de efectuar el tratamiento necesario para la obtención de los componentes finales, los resultados y la visualización de la

información. Dentro de él se incluye la asignación de pesos a los factores y la aplicación de la “regla de decisión”.

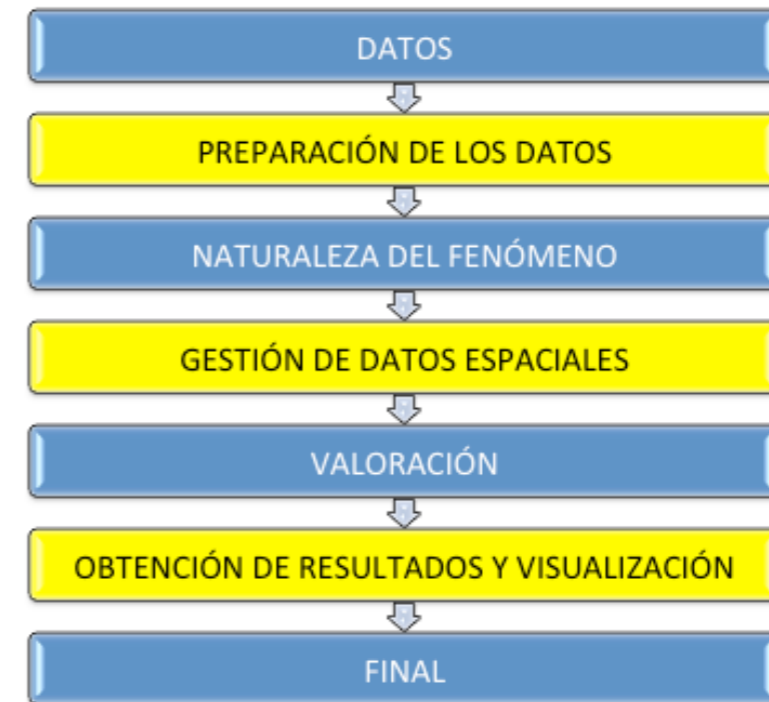


Figura 2.6.- Identificación de Componentes y niveles.

Para entender todas estas fases lo desarrollaremos mediante el ejemplo anterior, centrándonos en un factor concreto: la pendiente del terreno.

En esta sección nos centraremos en la identificación de los Componentes Geográficos y en la siguiente a la descripción de los procesos de transformación.

Si realizamos una búsqueda de información relativa a la pendiente es muy probable que no la encontremos de forma directa o, en caso de encontrarla, esta no se corresponda con las

clases especificadas en la valoración. Sin embargo es muy probable que encontremos una Base de Datos con las “curvas de nivel” a partir de las cuales será posible deducir las pendientes.

Esas líneas (denominadas normalmente “curvas de nivel”, isohipsas o isolíneas) se obtienen aplicando un proceso de abstracción consistente en “cortar” el objeto real por una serie de planos paralelos y equidistantes de altitudes conocidas.

Por tanto, a nivel DATOS los componentes geográficos son: LINEAS (las curvas de nivel). Estas líneas tienen un atributo asociado conteniendo su altitud.

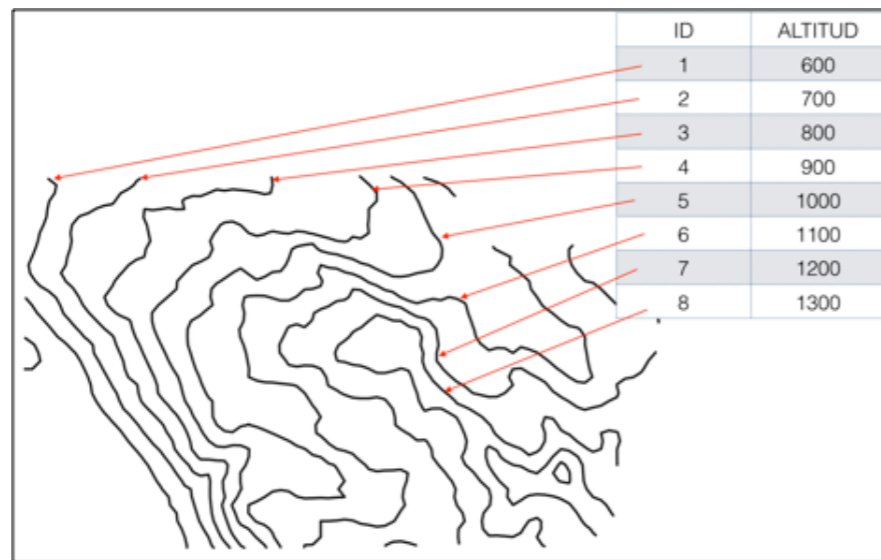


Figura 2.7.- Componente correspondiente al nivel DATOS del factor “pendiente”.

En esta primera fase hemos caracterizado geográficamente los datos disponibles en internet para este ejemplo. Sin embargo, en

este caso, como en la mayoría de ellos, los datos disponibles no sirven para proporcionar u obtener directamente las soluciones necesarias a los problemas planteados.

Estos datos suelen ser una “abstracción” de la información real realizada para visualizar los datos o facilitar su trabajo con ellos, limitar el volumen de los ficheros o adaptarse a las normativas de cada institución respecto a cómo almacenar y poner a disposición de los usuarios esa información, sin embargo tras esos componentes a veces hay otros a partir de los cuales se ha hecho ese proceso de “abstracción”.

Es necesario contemplar una segunda fase en donde debe identificarse la naturaleza de los fenómenos geográficos correspondientes a cada uno de los Componentes Geográficos de los Datos.

Respecto al la identificación del Componente Geográfico asociado a la naturaleza del fenómeno (segundo nivel) para ese factor si bien los datos disponibles eran líneas, como hemos visto, estas son una abstracción de un componente, algo más complejo, como es una Superficie y en este caso concreto el relieve topográfico.

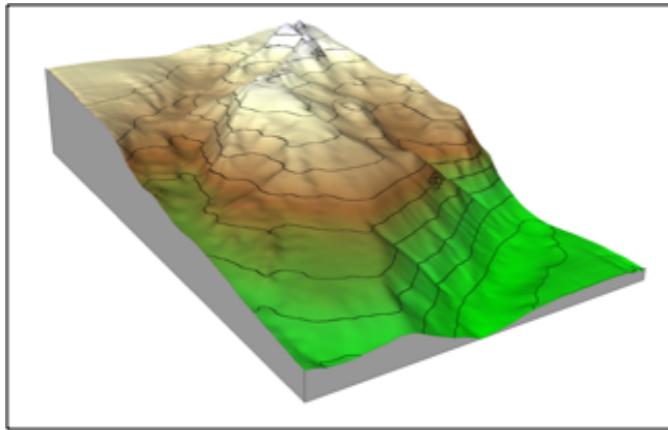


Figura 2.8.- Componente correspondiente al nivel NATURALEZA del factor “pendiente”.

En el tercer nivel se deben identificar los Componentes Geográficos necesarios para adaptar la valoración al definido en la identificación y caracterización de factores.

Como en la fase anterior, algunos Componentes Geográficos permiten realizar directamente la asignación de valores en función de su carácter. En otros es necesario utilizar otros Componentes para realizar esa asignación.

En esta fase se trata de elegir los Componentes Geográficos que permitan asignar valores así como realizar la propia asignación. Estos valores son las “dimensiones” u opciones asociadas a cada factor.

Este factor se caracterizó como “crítico relativo” en donde el umbral lo marcaba la pendiente máxima con un valor de 30%.

Por debajo de esa pendiente las vacas se sentirán mucho más felices cuanto más llano sea el terreno.

La valoración realizada se corresponde con la tabla siguiente:

INTERVALO DE PENDIENTES	VALOR (S)
PENDIENTE < 10	1
PENDIENTE 10-30	0.5
PENDIENTE > 30	0

El Componente Geográfico asociado a la naturaleza del fenómeno se identificó en la fase anterior como SUPERFICIE y este es de tipo continuo de cambio suave, para realizar la valoración se propone dividir toda la zona estudiada en función de los tres intervalos o tipos de pendientes especificados.

El resultado se conoce para este caso específico como “mapa de pendientes” y el Componente Geográfico correspondiente es un PUZZLE. Este componente estará integrado por un conjunto de “piezas” (o zonas) que cubren todo el área estudiada y cada una con su correspondiente intervalo de pendiente dentro de los tres previamente definidos.

El componente será similar al de la siguiente figura:

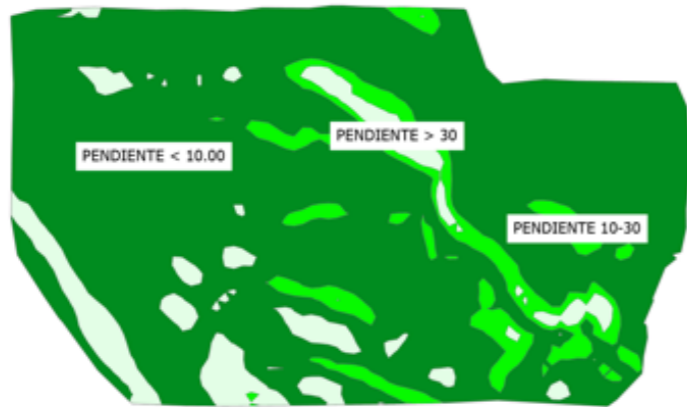


Figura 2.9.- Componente correspondiente al nivel VALORACIÓN del factor “pendiente” 1.

En la figura anterior vemos como existen tres tipos de piezas identificables por sus diferentes tonalidades de verde.

Las de color verde más claro son aquellas cuya pendiente supera el 30%,

Las coloreadas con un verde intermedio son aquellas cuya pendiente se sitúa entre el 10 y el 30% y las coloreadas con un verde más oscuro presentan pendientes inferiores al 10%.

El componente final sirve para obtener los resultados y supone la combinación de todos los factores, depende además de las opciones de modelización, por lo que no puede incluirse en este apartado de forma aislada.

La identificación de Componentes Geográficos para el resto de los componentes se describe, según fases, en los apartados siguientes.

Identificación de los Componentes Geográficos correspondientes a los datos encontrados.

Presencia de piedras:

Para el factor de Área cubierta por piedras encontramos una Base de datos que contiene la siguiente información:



Figura 2.10.- Componente correspondiente al nivel DATOS del factor “presencia de piedras”.

Disponemos de información para toda la zona estudiada, clasificando todo el suelo según niveles de presencia de piedras que son: alta, media y baja en función del porcentaje de cobertura de la piedras en el terreno.

Como todo el área está cubierta (es decir, disponemos de información sobre la cobertura de piedras para toda la zona estudiada) se trata de un fenómeno de tipo continuo, y como

presenta fronteras o líneas que delimitan la cobertura entre unos lugares y otros es un Componente Geográfico de PUZZLE.

Distancia al agua:

Para el factor distancia al agua disponemos de una capa SIG conteniendo: ríos, lagos, fuentes, abrevaderos, o cualquier otro elemento en donde las vacas puedan acceder al agua.

Estos elementos se corresponderán con componentes de tipo PUNTO (fuentes abrevaderos), LÍNEA (ríos) y ZONA (lagos, estanques).

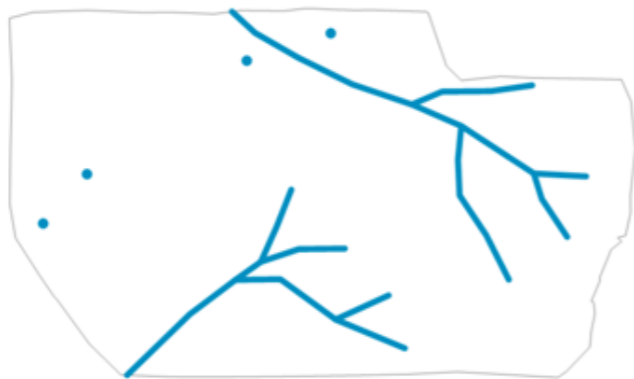


Figura 2.11.- Componente correspondiente al nivel DATOS del factor “distancia al agua”.

Calidad de pasto:

La información encontrada para el factor de Calidad de Pasto es bastante similar a la de la presencia de piedras, aunque en este caso las clases disponibles son las siguientes: muy alta, alta y media. El componente geográfico asociado a los datos sería un PUZZLE.

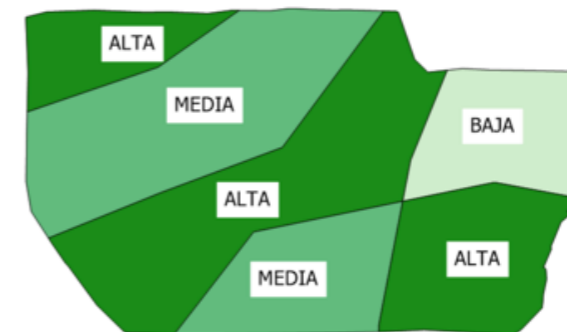


Figura 2.12.- Componente correspondiente al nivel DATOS del factor “calidad de pasto”.

Identificación de los Componentes Geográficos correspondientes a la naturaleza del fenómeno asociado a cada uno de los factores.

Presencia de piedras y calidad de pasto:

A este mismo nivel la naturaleza de los factores de cobertura de piedras y de calidad de pasto ya se corresponden por si mismos con Componentes Geográficos de tipo PUZZLE y no necesitan una identificación.

Distancia al agua:

Sin embargo, si es necesario hacer esta identificación en el caso del factor Distancia al agua.

Los Componentes Geográficos a nivel datos eran: PUNTOS, LÍNEAS y ZONAS.

Lo que se busca para estos factores, según el estudio desarrollado por Dave, son aquellos lugares situados a menos de dos kilómetros de los lugares en donde las vacas disponen de agua. El fenómeno asociado a ese concepto se corresponde con Componentes Geográficos de tipo ZONA (ver figura):

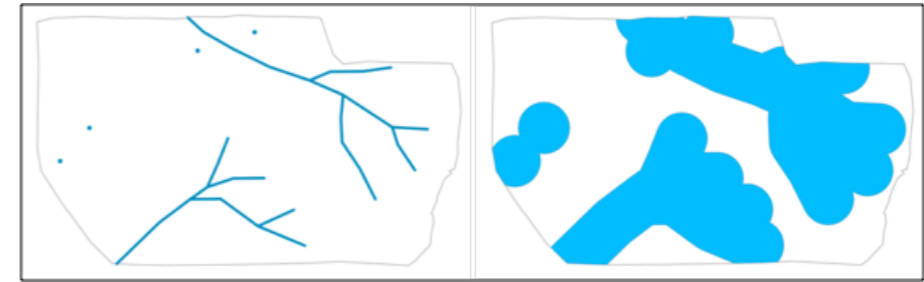


Figura 2.13.- Componente correspondiente al nivel NATURALEZA del factor “distancia al agua”.

Identificación de los Componentes Geográficos en base a los cuales se realiza la valoración.

Presencia de piedras:

El factor se caracterizó como “critico absoluto” siendo posible desarrollar la actividad en aquellos lugares con una presencia de piedras de tipo bajo descartándose el resto de clases.

En este caso se mantiene el componente y simplemente será necesario definir la tabla de correspondencia entre la clasificación nominal en los valores asignados a cada uno de los elementos integrantes del PUZZLE según la siguiente tabla de asignación de valores puede ser:

PRESENCIA DE PIEDRAS	VALOR (P)
Baja	1
Media	0
Alta	0

Calidad de pasto:

El proceso es similar al ya descrito para la cantidad de piedras.

Con la siguiente tabla de asignación de valores,:

CALIDAD PASTO	VALOR (P)
Alta	1
Media	0.5
Baja	0.1

Distancia al agua:

Para la distancia al agua bastará añadir un atributo a las zonas que definen los lugares que se encuentran a menos de la distancia especificada.

Identificación de los Componentes Geográficos a utilizar para mostrar las soluciones encontradas al problema planteado.

Se trata de seleccionar uno o varios componentes necesarios para “sintetizar” todos los factores analizados y sobre los cuales se realizarán los cálculos correspondientes a la “regla de decisión”.

En esta fase es necesario distinguir tres casos:

1.- Buscar lugares: este caso se presenta cuando no se conocen de forma previa los elementos a valorar. El análisis debe realizarse sobre la totalidad de la zona de trabajo y el objetivo es asignar valores, aplicando la regla de decisión, a todos los elementos resultantes de la combinación geográfica de todos los factores. El ejemplo sobre la felicidad de las vacas pertenecería a este grupo.

2.- Valorar lugares: en este caso el proceso se inicia conociendo de forma previa los elementos finales a valorar y el objetivo es analizar los valores correspondientes a cada uno de ellos para posteriormente, aplicar la regla de decisión sobre todo el territorio analizado. El ejemplo sobre la elección del mejor local para instalar un nuevo comercio pertenecería a este grupo.

3.- Buscar y valorar lugares: este caso sería una combinación de los dos anteriores desarrollando el análisis en dos fases. En la primera fase se buscarán los lugares posibles utilizando para ello los factores determinantes para esa elección y en segundo lugar se procedería a analizar los lugares posibles encontrados.

Estas tres opciones condicionan no sólo la identificación del Componente Final sino también la propia construcción del Modelo o procedimiento a diseñar para encontrar soluciones.

En la segunda opción el componente final será el mismo sobre el cual se realiza el análisis, mientras que en la primera dependerá del caso específico con el que se trabaje.

Veamos a continuación como identificar el Componente Final con ambas opciones a partir del mismo ejemplo planteado.

Identificación de los Componentes Geográficos Finales: opción “buscar lugares”.

En general existen dos posibilidades para esta opción:

1.- Si uno o varios de los factores son críticos, habrá lugares en donde no será posible desarrollar la actividad, en consecuencia el resultado final no cubrirá de manera continua todo el espacio analizado y por tanto el Final serán ZONAS.

2.- Si no existen componentes críticos el resultado será necesariamente un PUZZLE al no eliminarse ningún lugar del espacio estudiado.

Siguiendo con el ejemplo observamos que hay dos factores de tipo crítico y el Componente Final será similar al de la siguiente figura:



Figura 2.14.- Componente correspondiente al nivel FINAL con la opción “buscar lugares”.

Analizando el resultado final vemos como existe una serie de lugares vacíos o en blanco, al haber sido eliminados debido a tener valores para los factores críticos que hacen imposible cualquier tipo de mejora o actuación sobre ellos.

La siguiente tabla muestra el resumen de la identificación de Componentes Geográficos según esta opción.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES				
FACTORES				
FASE	Pendiente (S)	Piedras (P)	Calidad del pasto (C)	Distancia al agua (D)
DATOS				
	Li	Pz	Pz	Pt, Li, Zo.
PROCESO 1	PREPARACIÓN DE DATOS			
NATURALEZA				
	Sp	Pz	Pz	Zo
PROCESO 2	GESTIÓN DE DATOS ESPACIALES			
VALORACIÓN				
	Pz	Pz	Pz	Zo
PROCESO 3	OBTENCIÓN DE RESULTADOS			
FINAL				
	Zo			

Identificación de los Componentes Geográficos Finales: opción “valorar lugares”.

En esta opción, como ya se ha mencionado, el componente final será el mismo que le corresponda a los lugares a valorar.

Para poder utilizar el mismo ejemplo para describir esta opción hay que modificar ligeramente el planteamiento del problema, manteniendo los mismos factores (esto implica que no se modifica la identificación de los Componentes de las tres fases anteriores) añadiendo una nueva información que será una nueva capa con las parcelas que existen en la zona estudiada.

El objetivo ahora es: “identificar las parcelas seleccionadas más adecuadas para mejorar las condiciones de las vacas”.

El parcelario es el siguiente:

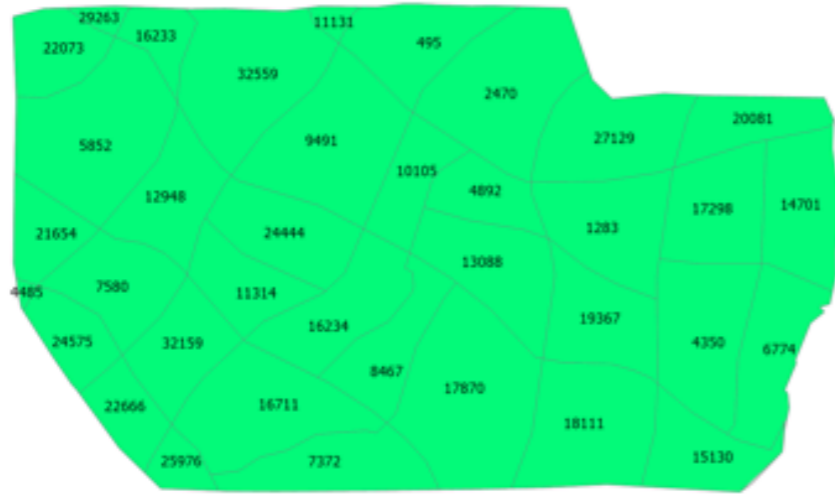


Figura 2.15.- Ejemplo de parcelario.

Y las parcelas a valorar las identificadas con los números: 495, 1283, 7580, 17298, 22073 y 32159.








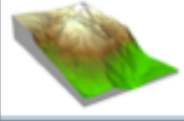









Figura 2.16.- Parcelas valoradas.

La siguiente tabla muestra la identificación de los Componentes Geográficos para esta opción:



Figura 2.16.- Parcelas a valorar.

En este caso el Componente Final serán también ZONAS, pero sólo las especificadas en el enunciado del problema.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES					
FASE	LUGARES	FACTORES			
		Pendiente (S)	Piedras (P)	Calidad del pasto (C)	Distancia al agua (D)
DATOS					
		Li	Pz	Pz	Pt, Li, Zo.
PROCESO 1		PREPARACIÓN DE DATOS			
NATURA.					
		Sp	Pz	Pz	Zo
PROCESO 1		GESTIÓN DE DATOS ESPACIALES			
VALOR.					
		Pz	Pz	Pz	Zo
PROCESO 1		OBTENCIÓN DE RESULTADOS			
FINAL					
		Zo			

Funcionalidades y construcción de modelos.

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

1. Funcionalidades y Modelos en Sistemas de Información Geográfica.
2. Las funcionalidades de los Sistemas de Información Geográfica.
3. Construcción de Modelos.
4. Proceso 1.- Preparación de los Datos.
5. Proceso 2.- Gestión de la Información.
6. Proceso 3.- Obtención de resultados y visualización.

Funcionalidades y modelos en Sistemas de Información Geográfica.

La construcción del modelo, una vez identificados los componentes en los cuatro niveles descritos en la sección anterior, se lleva a cabo desarrollando los tres procesos de tratamiento de datos, es decir:

- 1.- Preparación de Datos para pasar de los Componentes correspondientes al nivel Datos al de naturaleza.
- 2.- Gestión de Datos Espaciales para adaptar los Componentes asociados a la naturaleza de los fenómenos a los utilizados para la valoración.
- 3.- Obtención de resultados y visualización para pasar de los Componentes Geográficos utilizados para la valoración a los finales sobre los cuales se mostrarán los resultados o soluciones.

Las funcionalidades de los Sistemas de Información geográfica.

Las funcionalidades de los Sistemas de Información Geográfica son algoritmos espaciales o comandos diseñados para realizar un tratamiento sobre uno o varios Componentes Geográficos con el objeto de obtener otros nuevos de salida.

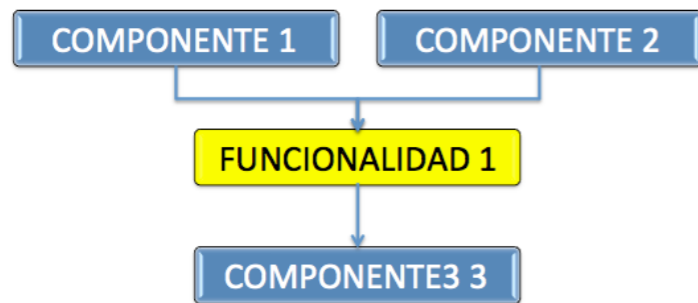


Figura 2.17.- Esquema básico de funcionalidades

En las funcionalidades puede haber uno o más componentes tanto de entrada como de salida.

Por otra parte, como veremos en el capítulo 3 en el desarrollo de casos prácticos, el tratamiento puede afectar sólo a la parte espacial de los componentes, a sus atributos o a ambos.

Existen miles de funcionalidades SIG y constituyen el núcleo para el desarrollo de estos programas.

Una publicación fundamental en donde están clasificadas y descritas la mayoría de estas funcionalidades es: “Geospatial

Analysis - A comprehensive guide” desarrollado por Michael de Smith y Paul Longley del University College London y Mike Goodchild, de la UC Santa Barbara. Publican una versión en formato digital que puede encontrarse en la siguiente dirección de internet: <http://www.spatialanalysisonline.com/index.html>.

Para facilitar la explicación e introducir al lector de esta publicación en la utilización de las funcionalidades se incluye al final un apéndice con las que se utilizan para desarrollar los ejemplos de este libro.

En este apéndice pueden buscarse las funcionalidades en función del proceso en donde suelen utilizarse y de los componentes de entrada y salida.

Para el diseño del modelo partimos de la base de tener ya identificados los Componentes Geográficos según las cuatro fases descritas en la sección anterior.

Para construirlo basta identificar el componente o componentes de entrada y el de salida, buscar la funcionalidad o funcionalidades necesarias para efectuar esa transformación e ir encadenando los Componentes y las Funcionalidades SIG que nos permitan llegar al Componente Final a partir de los Componentes asociados a los Datos.

Construcción de Modelos con Sistemas de Información Geográfica.

Un modelo o procedimiento SIG es el encadenamiento de Componentes Geográficos y funcionalidades SIG para materializar los análisis necesarios en proyectos de Inteligencia de Ubicación.

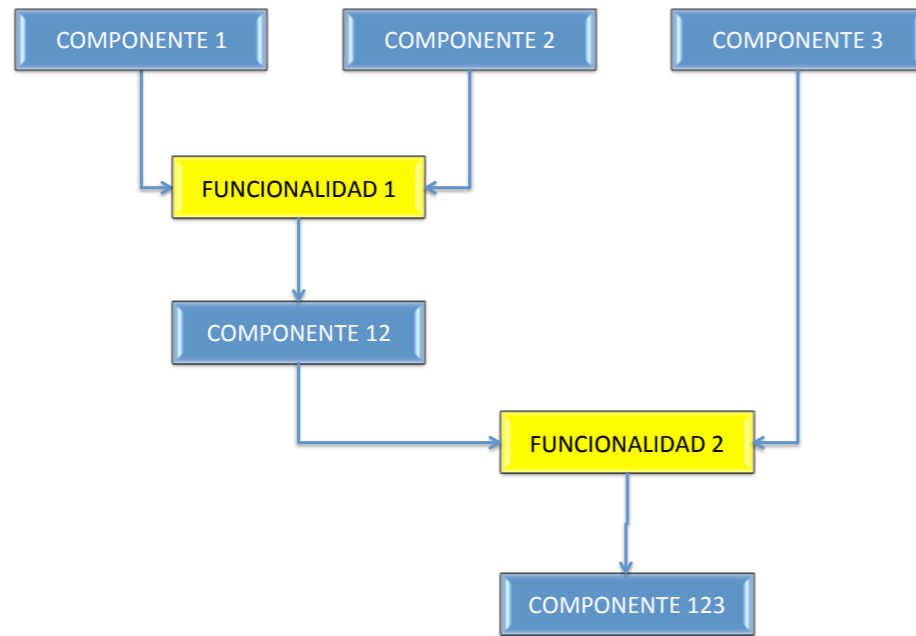
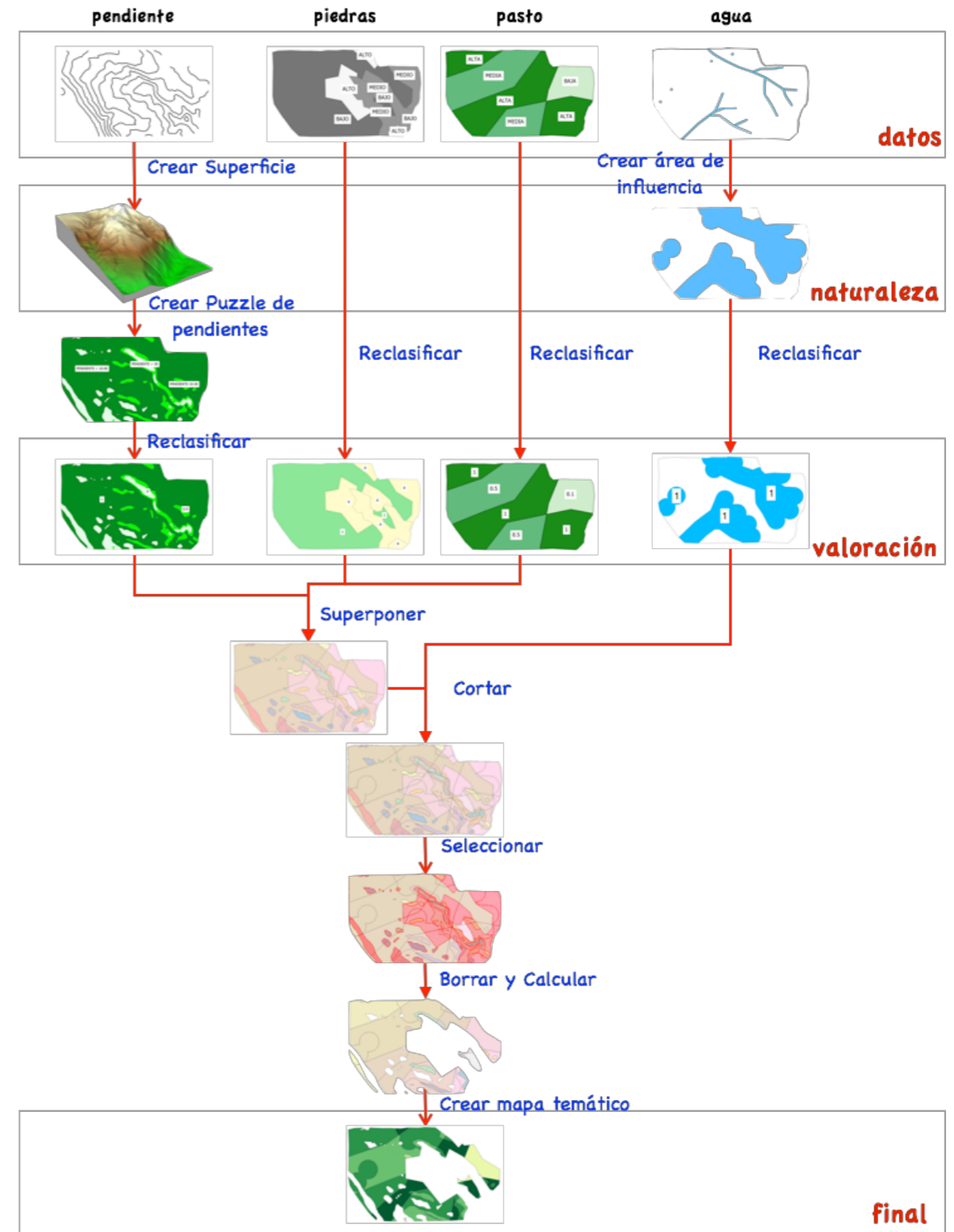


Figura 2.18.- Ejemplo de Modelo SIG.

Para mostrar de forma práctica la utilización de las funcionalidades y la construcción de modelos seguiremos desarrollando el ejercicio propuesto en la sección anterior.

El modelo correspondiente a este problema para la opción de búsqueda de lugares es el siguiente:



Proceso 1.- Preparación de Datos.

Pendiente:

La funcionalidad a utilizar es la de CREAR SUPERFICIE

En este ejemplo el componente de entrada son LÍNEAS (curvas de nivel) y el componente de salida es una SUPERFICIE.

Las características de esta funcionalidad son las siguientes:

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR SUPERFICIE	
PUNTOS y/o LÍNEAS CON UN VALOR Z		SUPERFICIE
DESCRIPCIÓN: Crea una superficie utilizando un método de interpolación (Kriging, triangulación, gravedad, etc...) a partir de los valores Z que tienen los componentes PUNTOS o LINEAS (isolíneas).		
COMENTARIOS: El valor Z debe corresponderse con un fenómeno continuo de cambio suave como: altitudes del terreno, presiones atmosféricas, niveles de contaminación, temperaturas, niveles de contaminación, densidades...		
PROCESOS EN DONDE SUELE UTILIZARSE ESTA FUNCIONALIDAD: 1.- Preparación de los datos. 2.- Gestión de datos espaciales.		

Distancia al agua:

Los lugares geométricos de los lugares que se encuentran a menos de una distancia dada son componentes zonales cuyo límite o contorno lo marca la distancia máxima especificada en la funcionalidad. Su descripción es la siguiente:

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR ZONAS DE INFLUENCIA	
PUNTOS, LÍNEAS y/o ZONAS		ZONAS
DESCRIPCIÓN: Crea áreas o zonas de influencia a partir de los componentes de entrada y cubriendo el área definida por la distancia especificada.		
COMENTARIOS: Los componentes de entrada pueden ser cualquiera de ellos (puntos, líneas o zonas) o todos ellos al mismo tiempo (como sucede en este caso) Debe definirse al menos una distancia de influencia para la creación de las áreas. En ocasiones se deben definir "áreas de influencia anidadas" definiendo varias distancias de búsqueda.		
PROCESOS: 1.- Preparación de los datos. 2.- Gestión de datos espaciales.		

Los factores presencia de piedras y calidad de pasto no requieren tratamiento al ser similares.

Proceso 2.- Gestión de Datos Espaciales.

Pendiente:

Las transformaciones que se deben realizar en esta fase están totalmente ligados a lo definido en el proceso de caracterización de factores.

Para este factor es necesario encadenar dos funcionalidades: **CREAR PUZZLE DE PENDIENTES** y **RECLASIFICAR**.

Para asignar valores al factor pendiente necesitamos extraer las mismas del componente **SUPERFICIE** contemplando únicamente tres intervalos: de 0 al 10%, del 10 al 20% y más del 20%, es decir que todo el espacio estudiado debe quedar dividido en un componente **PUZZLE** en el que todas las piezas deben pertenecer a cada uno de los tres grupos.

A continuación es necesario asignar valores a cada uno de los componentes del puzzle según se especificó en el proceso de toma de decisiones tras la caracterización de los diferentes factores.

La descripción de estas funcionalidades es la siguiente:

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR PUZZLE DE PENDIENTES	
SUPERFICIE		PUZZLE
<p>DESCRIPCIÓN: Crea un PUZZLE con los intervalos de pendiente definidos a partir de un componente de SUPERFICIE</p>		
<p>COMENTARIOS: Las "piezas" del PUZZLE resultante deben tener al menos un atributo asociado indicando su pertenencia cada uno de los intervalos definidos.</p>		
<p>PROCESOS: 2.- Gestión de datos espaciales.</p>		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
INTERVALO DE PENDIENTES	RECLASIFICAR	INTERVALO DE PENDIENTES 5
PENDIENTE < 10		1
PENDIENTE 10-30		0.5
PENDIENTE > 30		0
TODOS		EL MISMO QUE EL DE ENTRADA
DESCRIPCIÓN: Añade un nuevo atributo con valores relacionados con otro ya existente para formar nuevos grupos o clases.		
COMENTARIOS: El proceso debe permitir al usuario seleccionar los elementos de cada clase así como asignarles el nuevo valor correspondiente a su reclasificación.		
PROCESOS: 2.- Gestión de datos espaciales.		

Para este caso:

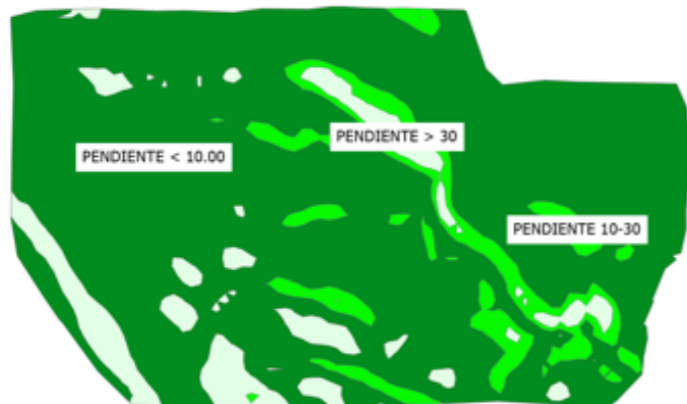


Figura 2.19.- Componente correspondiente al nivel VALORACIÓN del factor “pendiente” 1.

Aplicando las correspondencias de valores obtenemos:

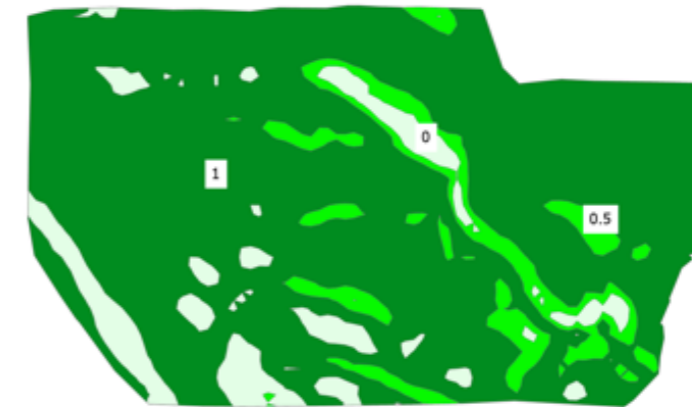


Figura 2.20.- Componente correspondiente al nivel VALORACIÓN del factor “pendiente” 2.

Presencia de piedras:

Para este factor sólo es necesario realizar una reclasificación para asignar los valores según la siguiente tabla:

PRESENCIA DE PIEDRAS	VALOR (P)
Baja	1
Media	0
Alta	0

El resultado es el siguiente:

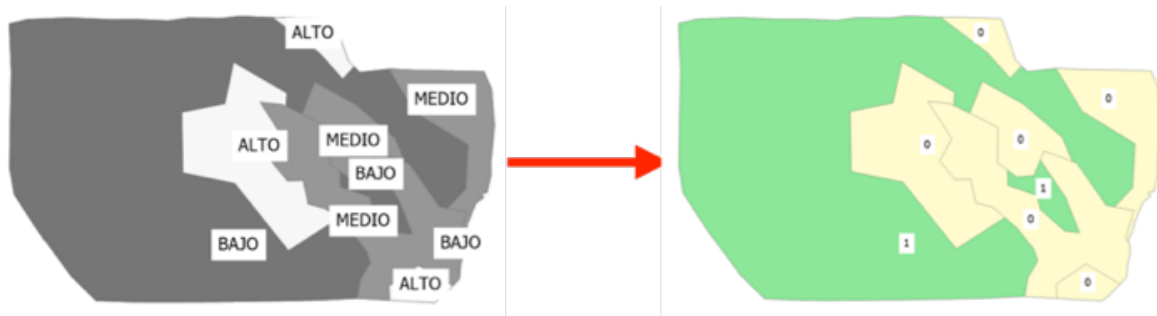


Figura 2.21.- Componente correspondiente al nivel VALORACIÓN del factor “presencia de piedras”.

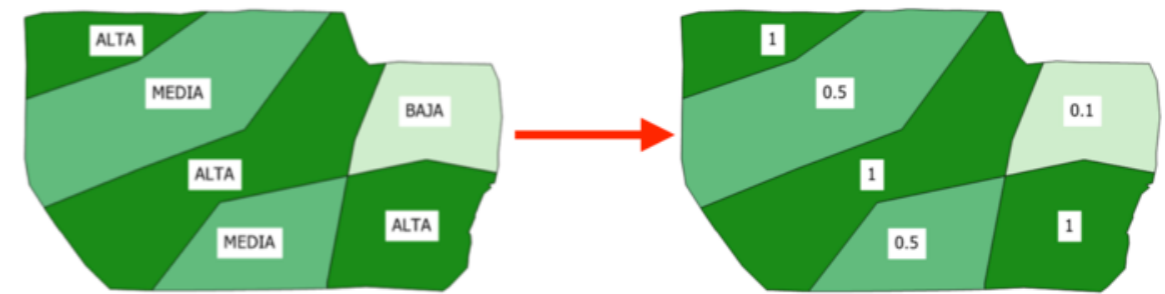


Figura 2.22.- Componente correspondiente al nivel VALORACIÓN del factor “calidad de pasto”.

Calidad de pasto:

El proceso es similar al ya descrito para la cantidad de piedras con la siguiente tabla de valoración:

CALIDAD PASTO	VALOR (P)
Alta	1
Media	0.5
Baja	0.1

Distancia al agua:

Para la distancia al agua bastará añadir un atributo a las zonas que definen los lugares que se encuentran a menos de la distancia especificada.

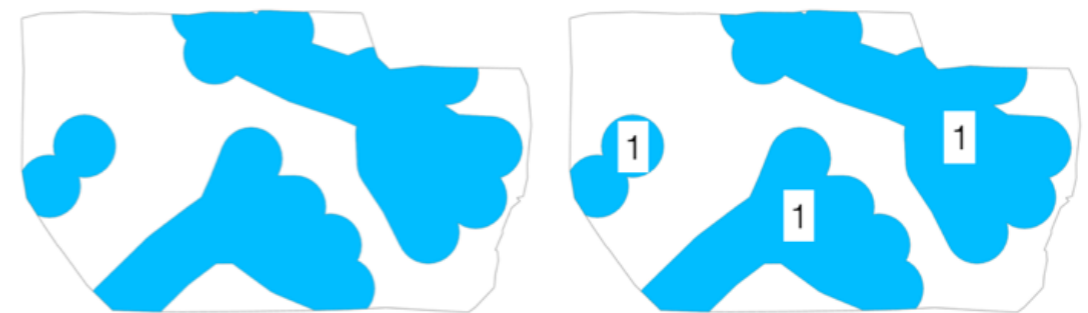


Figura 2.23.- Componente correspondiente al nivel VALORACIÓN del factor “distancia al agua”.

Tras el resultado de esta fase todos los factores tendrán asignados los valores en función de la estrategia de valoración definida para cada uno de ellos.

Proceso 3.- Obtención de resultados.

En este paso es en donde se realizan las principales acciones para “integrar” la información y realizar combinaciones a nivel geográfico.

Para el caso de la pendiente, la cantidad de piedras y la calidad del pasto que son componentes de tipo PUZZLE la funcionalidad a utilizar es la de la de “superponer”. Este algoritmo realiza por una parte una combinación geométrica de las “piezas” de cada uno de los PUZZLES y al mismo tiempo combina los atributos asociados.

Además de esta combinación permite realizar operaciones complejas entre los atributos de los componentes.

Para combinar ZONAS y PUZZLES muchos SIG comerciales utilizan también la funcionalidad de “superponer” pero otros utilizan la de “cortar”. Esta funcionalidad divide o corta las piezas del componente PUZZLE implicado en función de los límites de las zonas. Estas piezas actúan como “componente pasivo” (o que será cortado) y el componente ZONAS será el activo, es

decir a partir del cual se especifica los bordes o límites de zona “cortantes”.



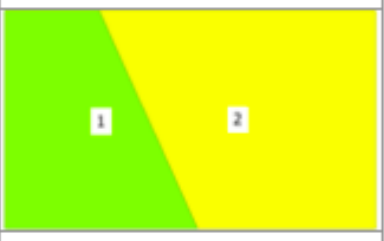
Si existen componentes tipificados como “críticos” deben seleccionarse y eliminarse todos aquellos lugares en donde no sea posible desarrollar la actividad por estar situados en zonas dentro de los umbrales definidos como incompatibles o imposibles para desarrollar la actividad para la que se realiza el estudio.


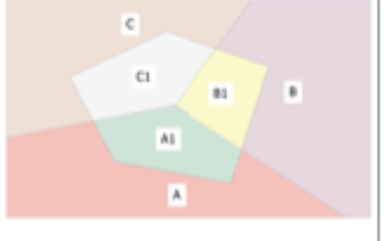
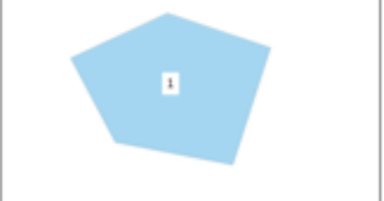
Esta identificación se realiza mediante una selección a partir de valores de atributos. Los componentes seleccionados se eliminan con la funcionalidad de “borrar”.


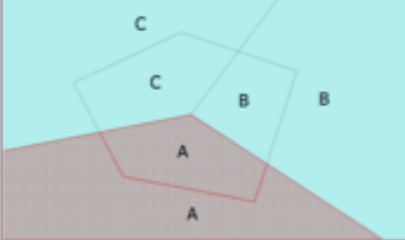
El siguiente paso es la realización del cálculo final en donde se procede a combinar los atributos de cada uno de ellos según la fórmula especificada o el tratamiento matemático necesario para encontrar las soluciones finales.

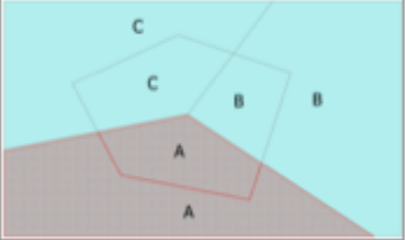

Finalmente, para mostrar el resultado de forma “visual” o gráfica se debe generar un mapa temático.


La descripción de estas funcionalidades es la siguiente:

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	SUPERPONER	
		
DOS O MÁS PUZZLES		PUZZLE
<p>DESCRIPCIÓN: Crea un nuevo PUZZLE combinando la geometría de los puzzles de entrada así como también sus correspondientes atributos en la forma que se especifique.</p> <p>COMENTARIOS: El proceso debe permitir al usuario especificar la forma como se deben combinar los atributos.</p> <p>PROCESOS: 3.- Obtención de resultados.</p>		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CORTAR	
COMPONENTE PASIVO (será recortado) PUNTOS, LÍNEAS, ZONAS, PUZZLES, SUPERFICIES, REDES		
		
COMPONENTE ACTIVO (cortante) LÍNEAS, ZONAS		Los mismos que los de entrada.
<p>DESCRIPCIÓN: Corta los componentes pasivos utilizando como "tijeras" los activos o cortantes. Combina también los atributos de los Componentes Geográficos que intervienen en el proceso.</p> <p>COMENTARIOS: Equivale al operador "O" (OR) es decir no se elimina ninguno de los elementos cortados. Debe haber al menos un componente activo (en base al que se produce el corte) y otros pasivos que resultarán cortados.</p> <p>PROCESOS: 2.- Gestión de Datos Espaciales. 3.- Obtención de resultados.</p>		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
 <p>SELECCIONAR TIPO 1 = A</p>	SELECCIONAR POR ATRIBUTO	
TODOS		Un conjunto de componentes similares a los de entrada que cumplan con el criterio de selección.
<p>DESCRIPCIÓN: Selecciona los componentes a partir de una condición impuesta a uno o varios atributos asociados o mediante una SELECCION gráfica realizada con el cursor o herramienta de selección geométrica. El resultado será un conjunto de Componentes Geográficos similares a los de entrada pero que cumplen con las condiciones impuestas por selección de atributos o condiciones geográficas especificadas.</p>		
<p>COMENTARIOS: No produce ninguna alteración sobre los componentes seleccionados. Esta funcionalidad se suele “encadenar” con otras para efectuar un tratamiento específico sobre esos componentes.</p>		
<p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 3.- Obtención de resultados. 		

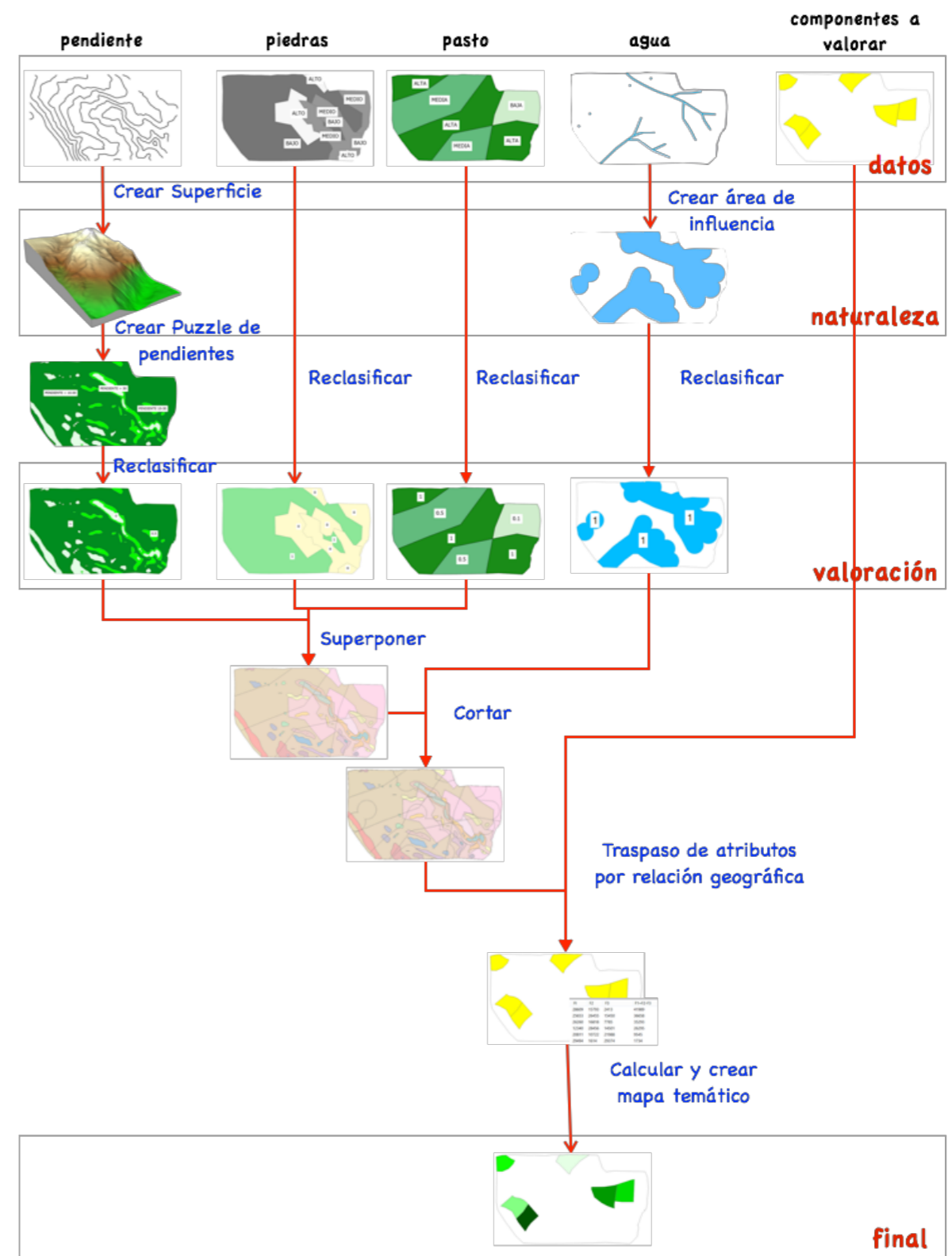
COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	BORRAR	
TODOS (Generalmente será un conjunto de componentes seleccionados).		Los mismos de entrada no eliminados.
<p>DESCRIPCIÓN: Elimina o borra los componentes seleccionados.</p>		
<p>COMENTARIOS: Esta funcionalidad suele estar asociada a otra funcionalidad de selección realizada con anterioridad.</p>		
<p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 3.- Obtención de resultados. 		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR UN MAPA TEMÁTICO	
TODOS		Los mismos de entrada.
DESCRIPCIÓN: Genera un mapa temático para representar de forma gráfica el contenido de uno o varios atributos. No altera ningún dato. Las opciones de visualización dependen de los Componentes Geográficos a representar.		
COMENTARIOS: Es una funcionalidad importante que suele mostrar el resultado final del proceso de análisis y en consecuencia es un documento "fundamental" de ayuda a la toma de decisiones.		
PROCESOS: 3.- Obtención de resultados.		

Para el caso de "Valoración de lugares" el modelo difiere ligeramente y se utiliza una funcionalidad diferente que es la de "traspaso de datos por relación geográfica".

Esta funcionalidad sólo está disponible para el caso concreto de bases de datos espaciales y su utilización es muy frecuente en la mayoría de los modelos.

El modelo para este caso es el siguiente:



COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
 <p>COMPONENTES DESTINO: PUNTOS, LINEAS, ZONAS, PUZZLES</p>	<p>TRASPASO DE DATOS POR RELACION GEOGRÁFICA</p>	
 <p>COMPONENTES ORIGEN: PUNTOS, LÍNEAS, ZONAS, PUZZLES, SUPERFICIES, REDES</p>		 <p>Los mismos de DESTINO</p>
<p>DESCRIPCIÓN: Pasa datos o atributos entre componentes según la relación geográfica que se indique. Por ejemplo pasa a los municipios el nombre de la provincia que los contiene. Explicado de otra forma: los componentes de la capa destino “heredan” los atributos de la capa origen. También permite definir “reglas de traspaso” como contar, sumar o calcular la media aritmética para controlar como se efectúa el comando. Por ejemplo contar el número de municipios que tiene una provincia.</p>		
<p>COMENTARIOS: Deberá existir una capa con los elementos origen de la información y otra con los elementos destino. Entre ambas debe permitir establecer una relación geográfica. Por ejemplo en la figuras de esta tabla la relación sería: pasar los atributos de los Componentes Geográficos de la capa origen (ZONAS) a los de la capa destino (PUNTOS) con la relación geográfica: “a los puntos contenidos dentro de cada zona”, esto es que todos los puntos de la capa destino contenidos dentro de la zona A heredarán el atributo A y lo mismo con los correspondientes de B y de C.</p>		


- PROCESOS:**
- 2.- Gestión de Datos Espaciales.
 - 3.- Obtención de resultados.

Esta funcionalidad es muy útil, se aplica en la construcción de numerosos modelos y es específica de las bases de datos asociadas a los Sistemas de Información Geográfica.

Para ampliar sus conceptos estos son algunos ejemplos.

Supongamos que tenemos tres capas con las siguientes características:

SITUACIÓN INICIAL

Capa	BARRIOS
Componentes Geográficos	Puzzle
ATRIBUTO	CONTENIDO
NOMBRE DEL BARRIO	Contiene el nombre de cada barrio
	

Capa	PORTALES
Componentes Geográficos	Puntos
ATRIBUTO	CONTENIDO
PERSONAS	Número de personas que vive en cada portal.
	

Y se quiere añadir a los edificios un atributo con los nombres de los barrios a los que pertenecen y a los barrios otro con el número de personas que viven en cada barrio..

Para el primer caso esta funcionalidad se debe utilizar con las siguientes opciones:

Capa	EDIFICIOS
Componentes Geográficos	Zonas
ATRIBUTO	CONTENIDO
No dispone de atributos	

Capa origen de la información	BARRIOS
Atributo a pasar	NOMBRE DEL BARRIO
Capa destino de la información	EDIFICIOS
Condición de relación	Pasar el atributo NOMBRE DEL BARRIO a los edificios que se encuentren dentro de cada barrio.
Operación a realizar	Copiar el atributo

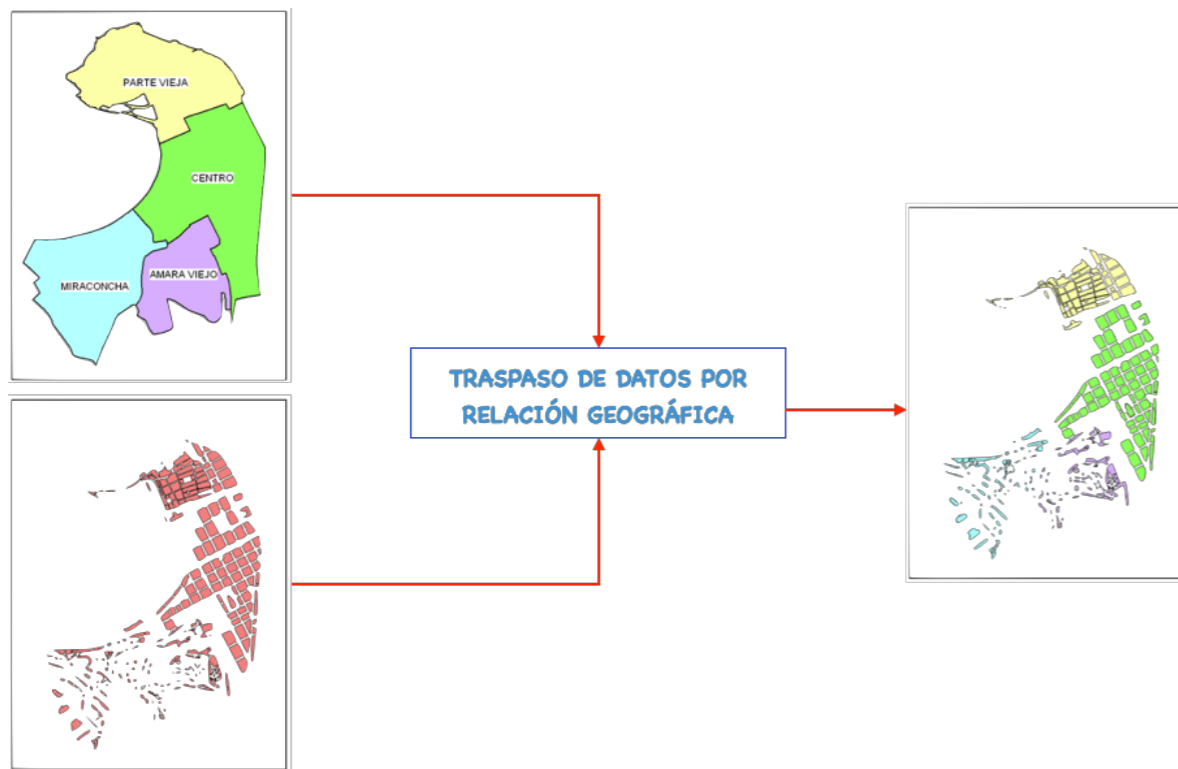


Figura 2.24.- Traspaso de datos por relación geográfica I.

Para la segunda acción las opciones de la funcionalidad son las siguientes:

Capa origen de la información	PORTALES
Atributo a pasar	PERSONAS
Capa destino de la información	BARRIOS
Condición de relación	Pasar el atributo PERSONAS a los componentes de BARRIOS sumando todos los que se encuentren dentro de cada barrio.
Operación a realizar	Sumar

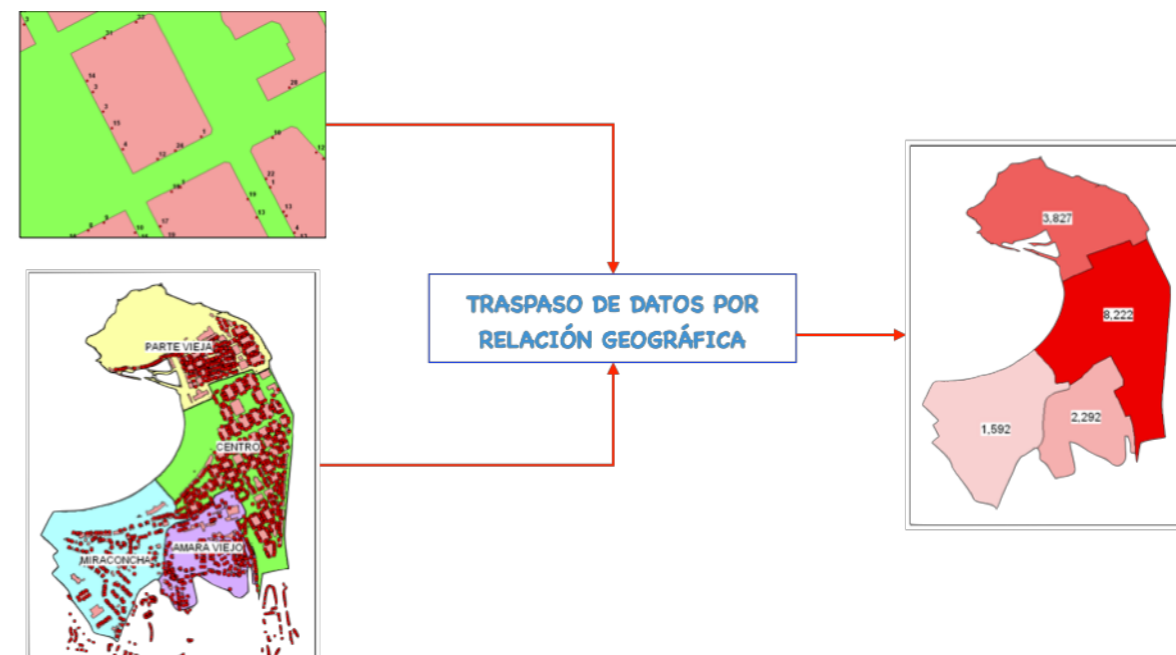
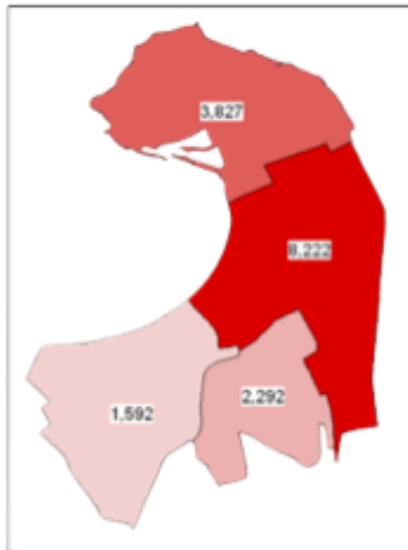


Figura 2.25.- Traspaso de datos por relación geográfica II.

SITUACIÓN FINAL

Capa	EDIFICIOS
Componentes Geográficos	Zonas
ATRIBUTO	CONTENIDO
NOMBRE DEL BARRIO	Nombre del barrio dentro del cual se encuentra cada edificio.

Capa	BARRIOS
Componentes Geográficos	Puzzle
ATRIBUTO	CONTENIDO
NOMBRE DEL BARRIO	Contiene el nombre de cada barrio
PERSONAS	Número de personas que viven en cada barrio.



Capítulo 3

¿Donde...?: Estudio de casos prácticos



Big data, redes sociales y cerveza barata.

En una visita a una universidad en el norte de Europa en donde la cerveza tiene un coste muy elevado, un grupo de alumnos estaba desarrollando un proyecto bastante curioso.

Se trataba de averiguar en que lugar de su ciudad la cerveza tenía, en un momento dado, los precios más bajos. Ese lugar sería el más adecuado para organizar una reunión o una fiesta con los amigos.

Para comenzar el proyecto comenzaron por ubicar en un Sistema de Información geográfica los lugares en donde servían cerveza.

A partir de ese momento desarrollaron una aplicación para analizar, en tiempo real, los mensajes de las principales redes sociales en las cuales se hablase del precio de la cerveza, identificar el lugar desde donde se emitió y mediante un algoritmo de análisis espacial (más o menos similar al que se describe en el caso 3 denominado KERNEL) obtenían los lugares en donde los precios eran más bajos en ese momento.

Esta aplicación es un ejemplo muy claro sobre como integrar Big Data y información de redes sociales, como una capa más del Sistema de Información Geográfico y permite hacernos una idea de las enormes posibilidades de análisis de los datos espaciales.



Ejemplos de aplicación de la teoría de Geo-conceptualización y construcción de modelos con Sistemas de Información Geográfica.

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

1. **Caso 1: Prospección de factores. Identificación y Caracterización de factores en ubicaciones específicas.**
2. **Caso 2: Combinación de factores a nivel espacial.**
3. **Caso 3. Detección de densidades y acumulaciones. Identificación de “puntos calientes” y fríos.**
4. **Caso 4. Estimación de competencias espaciales.**
5. **Caso 5. Tiempos de recorrido y acceso. Gestión de redes.**
6. **Caso 6. Integración de funcionalidades I.**
7. **Caso 7. Integración de funcionalidades II.**

En este capítulo se exponen algunos casos prácticos de aplicación de la teoría de Geo-conceptualización y construcción de modelos utilizando Sistemas de Información Geográfica.

Todos ellos están basados en casos reales si bien se ha alterado la información para mantener el adecuado nivel de confidencialidad acordado con aquellas empresas o entidades participantes en los análisis realizados.

Caso 1: Prospección de factores. Identificación y Caracterización de factores en ubicaciones específicas.

Introducción.

Este primer caso se centra en identificar los factores concurrentes en determinadas ubicaciones en donde se sabe que sucede un hecho concreto. Se trata de identificar los factores en esas ubicaciones y sus valores para posteriormente extrapolarlos a otras ubicaciones con similares características.

El ejemplo utilizado para desarrollar el caso se centra en la búsqueda de lugares, en donde potencialmente pueden producirse aludes, a partir de la identificación de los factores concurrentes en sitios en donde se han producido anteriormente, dentro de un entorno cercano.

Ejemplos similares en donde puede aplicarse el mismo proceso.

Si bien este caso se refiere a un fenómeno de geografía física como son los aludes, los mismos algoritmos y el mismo análisis puede aplicarse a otros casos como por ejemplo:

- Biología: La identificación de hábitats de especies animales. Si disponemos de información sobre los lugares que ocupa en un momento dado una determinada especie animal, es posible identificar los factores relacionados con esos lugares utilizando el mismo procedimiento y los mismos algoritmos.

Pueden identificarse cuales son los factores concurrentes en ese lugar como: vegetación, tipo de suelo, niveles de humedad, indicadores climatológicos (temperaturas, pluviometría, presencia de nieve, heladas...), relieve topográfico (altitud, orientación y pendiente), edafología, pedología, distancia a núcleos habitados o presencia humana, etc...

Esta análisis permitirá, en una segunda fase, identificar aquellos lugares con características similares en donde puede facilitarse la implantación de esa especie.

- Medio ambiente: Análisis de riesgos de incendios, evaluación de factores causantes y desarrollo de campañas de prevención.
- Geo-marketing: Pueden analizarse las características sociales, demográficas, de hábitos de consumo o económicas en lugares en donde ha tenido un éxito de ventas un determinado producto para identificar otros lugares en donde esos factores sean más o menos similares, para lanzar campañas de publicidad para promocionar ese producto.
- Geo-política: Analizar el resultado de unas elecciones según distritos electorales puede permitir identificar el perfil tipo de los

votantes de esa circunscripción a partir de la identificación de los factores y su cuantificación (edades, niveles económicos, características sociales, entorno ambiental, servicios, etc...

De esa forma no sólo identificaremos esas características para buscar los lugares más adecuados para promocionarse en futuras elecciones, si no además para identificar carencias o mejoras que pueden aplicarse en esos lugares para mejorarlos y conseguir así un mayor número de votos.

• Geo-sociología: En alguno de los casos que describiremos más adelante veremos como es posible identificar lugares en donde se acumulan determinados tipos de delitos. Una vez identificados pueden estudiarse los factores sociológicos concurrentes en esos lugares para tratar de desarrollar planes de mejora capaces de disminuir o incluso eliminar las circunstancias de esos escenarios.

Descripción del caso.

Una estación de deportes de invierno va a ampliar su dominio esquiable extendiendo sus instalaciones a un valle contiguo. Para garantizar la seguridad de la clientela están interesados en identificar los factores determinantes de los aludes en esa zona y realizar un estudio de la nueva zona para detectar los lugares en donde deberán actuar para prevenirlos.

INFORMACIÓN DISPONIBLE

Un fichero SIG con las siguientes capas:

- 1.- Curvas de nivel.
- 2.- Lugares de la zona actual en donde se sabe que se producen aludes con frecuencia.

ESTUDIOS A REALIZAR:

- 1.- Características de pendiente, orientación y altitud de los lugares en donde se producen los aludes.
- 2.- Extrapolación de los valores obtenidos a toda la zona a analizar para identificar los lugares que reúnen esas condiciones y en consecuencia tienen riesgo elevado de aludes.

Estrategia.

El proceso que se desarrolla a lo largo de este ejemplo se relaciona con las siguientes estrategias espaciales:

Para la construcción del modelo se han considerado dos fases:

- ❖ FASE 1: ¿Qué características tienen los lugares en donde se producen aludes?.
- ❖ FASE 2: ¿Qué lugares tienen también riesgo de aludes en otras zonas cercanas en donde se expandirá la estación?

Este problema tiene un enfoque diferente respecto al utilizado para la explicación del proceso de Geo-conceptualización.

En primer lugar, en su primera fase, no se trata de construir una regla de decisión, si no de conocer los parámetros correspondientes a un conjunto de factores que se suponen ya identificados, esto es: identificar los valores de los factores analizados en aquellos lugares en donde se han producido aludes en la zona ya explotada.

En otros casos esta misma técnica puede utilizarse para conocer las características de un conjunto de personas, empresas o actividades en función de los lugares en donde se producen. En consecuencia puede utilizarse para identificar las características

de “segmentación” de clientelas, características de lugares concretos e incluso sinérgias entre factores.

Por supuesto que la detección de los lugares con aludes no es tan sencilla ya que intervienen otros factores como las características del terreno, la vegetación, la morfología, la sucesión de capas de nieve, las temperaturas, etc.. pero aquí se trabajará con la versión simplificada para profundizar más en el trabajo con la Teoría expuesta en la segunda parte.

Así pues se parte de que los factores son conocidos y se caracterizarían como “valorables”.

Por otra parte, se dispone ya de los componentes geográficos en base a los cuales se va a realizar el estudio (las zonas en donde se sabe que se producen los aludes) y por tanto el componente final serán ZONAS.

Para estos casos lo mas adecuado para la construcción del modelo es introducir en la tabla de geo-conceptualización esos lugares como si se tratase de un componente más.

Otro cambio importante es que aquí no se trata de tomar una decisión si no tan sólo de encontrar los valores determinantes de los aludes. No será necesario por tanto rellenar toda la tabla de si no tan sólo la parte relativa a los Componentes Geográficos:

Aprovechando la información disponible en la primera fase se analizan las características de los tres factores en aquellos

lugares en donde se han producido los aludes, es decir saber cuales son los valores comunes más frecuentes en esos lugares respecto a la pendiente, la altitud y la orientación.

En la segunda fase se utilizan esos valores para identificar cuales son los lugares potencialmente peligrosos en la zona estudia y comprobar si realmente se corresponden con las zonas conocidas de aludes.

Geo-conceptualización de la Fase 1.

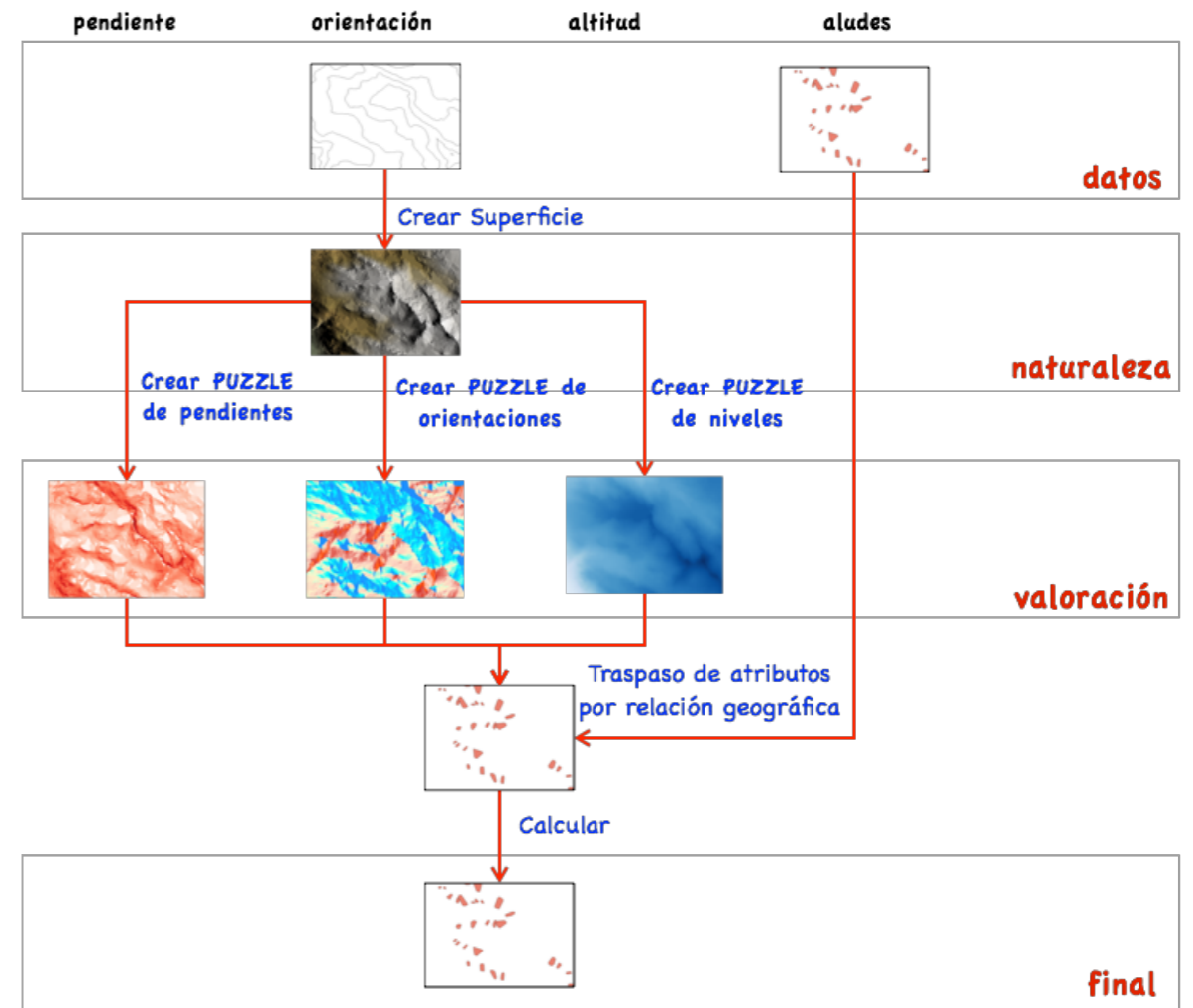
En este caso se trata de realizar una “Valoración de lugares existentes” siendo estos los aludes identificados.

El esquema de geo-conceptualización es el siguiente:

ESTRATEGIAS ESPACIALES DE INTELIGENCIA DE UBICACIÓN RELACIONADAS CON EL EJEMPLO
1.- Segmentación.
2.- Optimización de ubicaciones.
3.- Difusión.
4.- Hipótesis.
5.- Análisis de riesgos.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES				
FASE	LUGARES (ALUDES)	FACTORES		
		Pendiente (P)	Orientación (O)	Altitud (H)
DATOS				
NATURA.				
VALOR.				
FINAL				

Diseño del modelo de la fase 1.



Funcionalidades utilizadas.

Las funcionalidades utilizadas en este modelo y no descritas con anterioridad son las siguientes:

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR UNA SUPERFICIE DE PENDIENTES	
SUPERFICIE		SUPERFICIE
<p>DESCRIPCIÓN: Crea una SUPERFICIE con las pendientes a partir de una SUPERFICIE.</p>		
<p>COMENTARIOS: Normalmente es una funcionalidad que se aplica sobre superficies topográficas como forma de analizar factores asociados al relieve, sin embargo también puede utilizarse para identificar “gradientes” o lugares en donde se producen cambios intensos por ejemplo cuando se realizan análisis de puntos calientes.</p>		
<p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR UNA SUPERFICIE DE ORIENTACIONES	
SUPERFICIE		SUPERFICIE
<p>DESCRIPCIÓN: Crea una SUPERFICIE con las orientaciones a partir de una SUPERFICIE.</p>		
<p>COMENTARIOS: Al contrario de la mencionada anteriormente respecto a las pendientes, en este caso suele centrarse exclusivamente en el medio físico.</p>		
<p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
 <p>PUNTOS, LINEAS, ZONAS, PUZZLES</p>	ASIGNAR VALORES Z DESDE UNA SUPERFICIE	
 <p>SUPERFICIE</p>		Los mismos de entrada
<p>DESCRIPCIÓN: Transfiere el valor Z que le corresponde a los elementos ubicados sobre la superficie.</p>		
<p>COMENTARIOS: En el caso de los puntos la transferencia será exacta pero para el resto de los elementos los programas salen ofrecer diferentes opciones para asignar ese valor como: media aritmética, máximo, mínimo, etc... Permite evaluar ubicaciones específicas respecto a puntos "fríos" o "calientes".</p>		
<p>PROCESOS:</p> <p>1.- Preparación de los Datos.</p> <p>2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

Para este problema concreto se debe utilizar esta última funcionalidad tres veces (una para cada factor) y a cada uno de los aludes se les asignó el valor medio, ponderado en función del área ocupada.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Pendiente > 30%

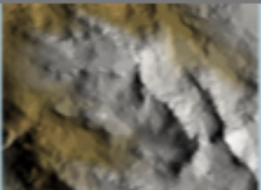

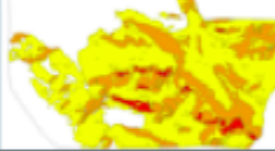
Orientación: Sur

Altitud > 2100

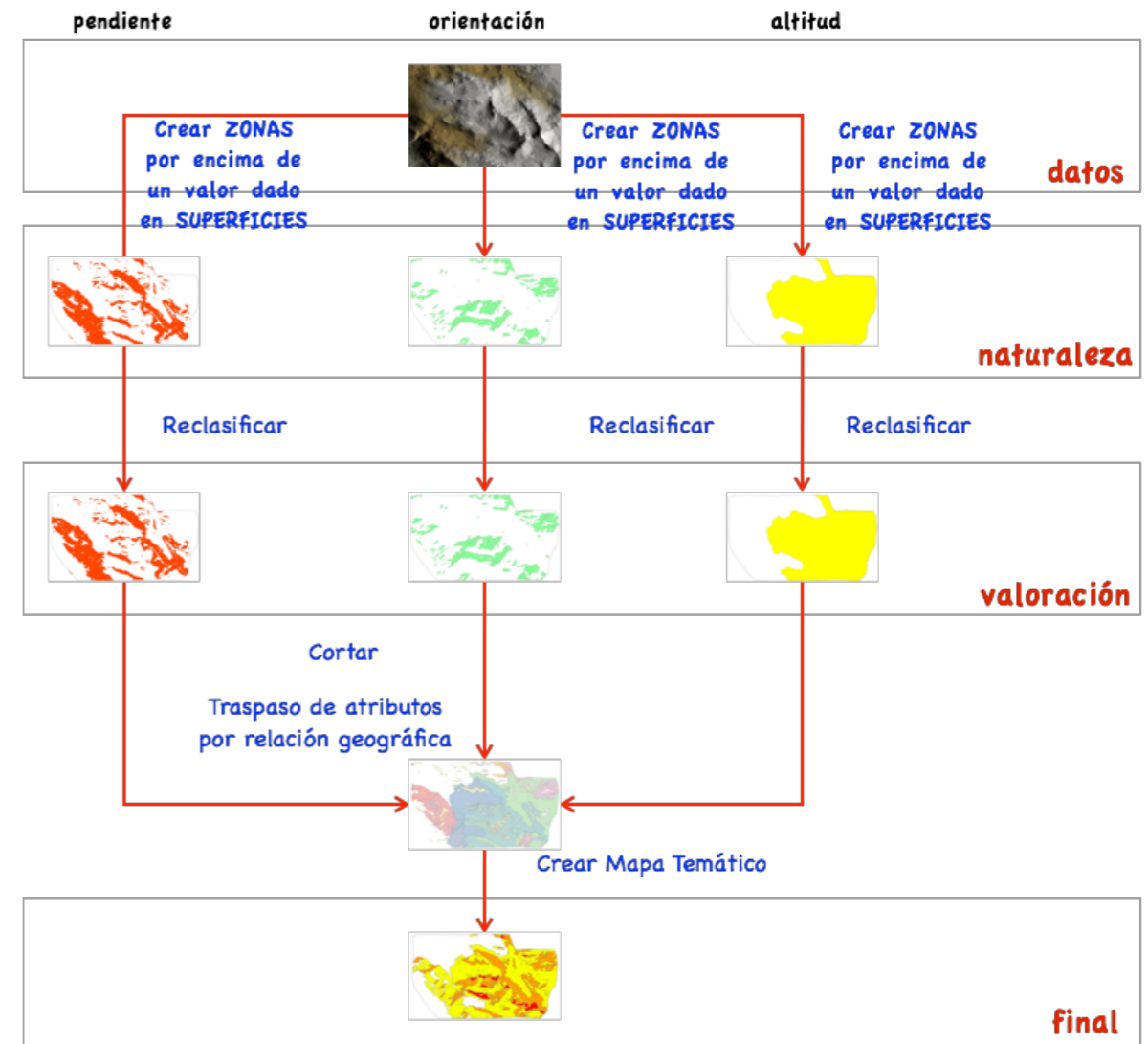
Geoconceptualización de la Fase 2.

Para saber los lugares en donde potencialmente pueden producirse aludes identificamos aquellos que reúnen esas condiciones y para ese caso el modelo de análisis es el siguiente:

El objetivo es valorar el riesgo de aludes de cada lugar y para ello se asigna un valor numérico a las zonas en función de su pertenencia a los lugares correspondientes a los tres factores de riesgo analizados. Así tendrán valor 3 aquellas zona pertenecientes a las tres zonas de riesgo, 2 a las pertenecientes a dos y 1 a las pertenecientes a las zonas definidas para uno sólo de los factores.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES			
	FACTORES		
FASE	Pendiente (P)	Orientación (O)	Altitud (H)
DATOS			
NATURALEZA	Sp		
VALORACIÓN			
	Zo	Zo	Zo
FINAL			
	Zo		

Diseño del modelo de la Fase 2.



Como resultado obtenemos un mapa temático sobre los elementos del PUZZLE coloreados en función del riesgo de aludes según los factores analizados.

Funcionalidades utilizadas.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR ZONAS POR ENCIMA DE UN VALOR DADO A PARTIR DE SUPERFICIES	
SUPERFICIE		ZONAS
<p>DESCRIPCIÓN: Crea componentes ZONA con todas partes que superan el valor especificado de una SUPERFICIE.</p> <p>COMENTARIOS: El ejemplo muestra la creación de elementos zonales que superan la altitud de 2100 m. Esta funcionalidad también se utiliza para la detección de puntos calientes o fríos tras realizar análisis gravitatorios o KERNEL</p> <p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

El resultado obtenido es el siguiente:

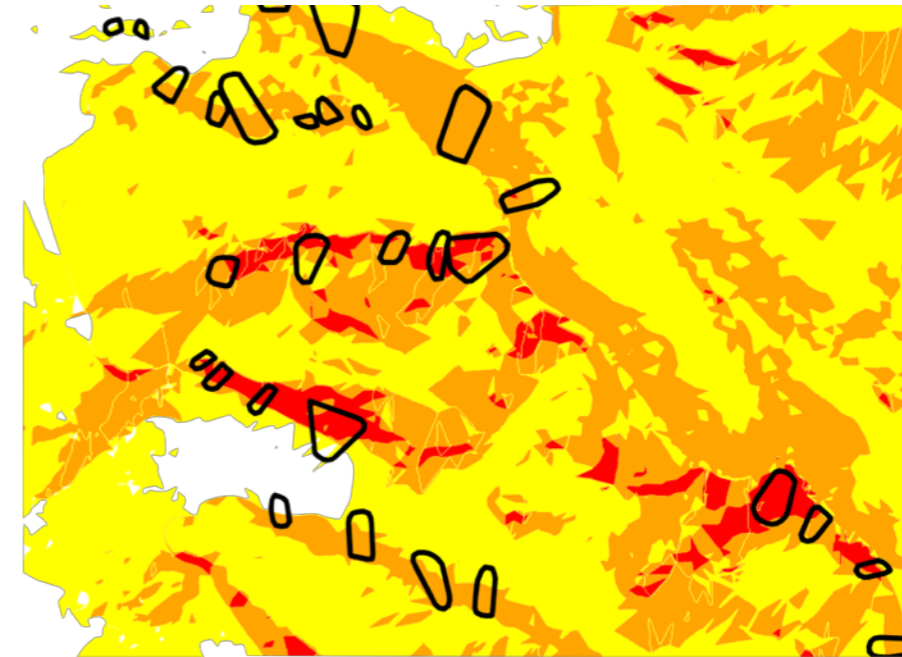


Figura 3.1.- Resultado final del caso 1.

La imagen muestra un conjunto de ZONAS con la combinación de factores asociada a cada una de ellas.

En rojo pueden apreciarse aquellas ubicaciones en donde confluyen los tres factores, en naranja donde ocurren dos y en amarillo en donde se produce uno sólo de los factores.

Puede comprobarse como la mayoría de los aludes están vinculados a lugares en donde confluyen dos o tres de los factores.

Para los que quedaban fuera de ellos se analizaron otros factores también relacionados con el riesgo de aludes.

Caso 2: Combinación de factores a nivel espacial.

Introducción.

Este segundo caso se centra también en un entorno físico si bien detrás del mismo hay un importante factor económico. Se centra en integrar un conjunto de valores a nivel espacial, relacionándolos entre si y traspasando información entre diferentes capas para combinar todos los datos necesarios para valorar cada uno de los lugares analizados.

El proceso seguido para resolver este caso suele aplicarse en para localizar ubicaciones en numerosos campos, destacando en especial tres funcionalidades: “superponer” (ya utilizada en el ejemplo del principio del capítulo 2), “geocodificar” y “traspaso de datos” por relación de atributo.

Ejemplos similares en donde puede aplicarse el mismo proceso.

- Geo-marketing y sociología: El caso puede considerarse como de geomárketing, a pesar de tratarse de factores físicos. Son especialmente importantes las funcionalidades de geo-

codificación al permitir vincular numerosa información en formato tabular (tablas EXCEL) o en bases de datos digitales, a lugares concretos. Por ejemplo incorporar a la base de datos del SIG todos los indicadores socioeconómicos existentes sobre los barrios de una ciudad nos permite desarrollar procesos de análisis complejos como: segmentación de clientelas, estimación de volúmenes de ventas o identificación de huecos de mercado.

- Biología y medio ambiente: como se ha comentado en el párrafo anterior, permite incorporar información procedente del Big Data. Además es un ejemplo sobre la manera de combinar todo tipo de informaciones a nivel espacial para desarrollar análisis multifactoriales.

Descripción del caso.

Una empresa de seguros, desea establecer los precios de los seguros de edificios en función del siguiente conjunto de factores:

- 1.- Acumulación de lugares en donde ya se han producido inundaciones.
- 2.- Cercanía a cauces de agua (permanentes u ocasionales).
- 3.- Altitud.

El resultado esperado consiste en asignar a cada uno de los edificios un valor de póliza en función de los factores analizados.

DATOS DISPONIBLES

- 1.- Un fichero SIG con las siguientes capas de información:
Curvas de nivel y edificios.
- 2.- Una tabla Excel con un código identificativo de los lugares en donde se han producido inundaciones y sus coordenadas de los lugares en donde se han producido inundaciones.
- 3.- Otra tabla EXCELL con el código de los lugares en donde se han producido las inundaciones y el número de estas (histórico de inundaciones).

Estrategia.

Previo a este trabajo se han caracterizado los factores y se han asignado los valores según la siguiente tabla:

ALTITUD		INUNDACIONES REGISTRADAS		CERCANÍA A CAUCES	
Intervalos	A	Intervalos	D	Intervalos	C
De 0 a 20 m.	0,8	Ninguna	0,1	Menos de 100 m.	0,1
De 0 a 20 m.	0,4	De 1 a 5	0,4	Igual o superior a 100m.	0,8
De 0 a 20 m.	0,2	de 6 a 10	0,8		
Superior a 60 m.	0,1	Superior a 10	1,0		

El proceso que se desarrolla a lo largo de este ejemplo se relaciona con las siguientes estrategias espaciales:

ESTRATEGIAS ESPACIALES DE INTELIGENCIA DE UBICACIÓN RELACIONADAS CON EL EJEMPLO
1.- Segmentación
2.- Optimización de desplazamientos
3.- Dimensión de actividades
4.- Oportunidades de ubicación (huecos de mercado)
5.- Campañas de publicidad.

Como los factores ya están caracterizados y valorados sólo se desarrollará la parte correspondiente a la Geo-conceptualización y la construcción del modelo.

El objetivo fundamental es asignar a cada uno de los edificios un factor de riesgo de inundación del cual dependerá el valor de la póliza.







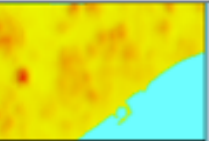

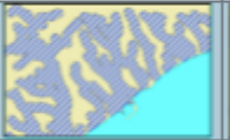


Este caso pertenece por tanto al grupo de valoración en donde el elemento a valorar queda definido desde el principio.

Determinar la cercanía a cauces de agua o la elevación sobre el nivel del mar no presenta ningún problema y en ejemplos anteriores ya se han utilizado funcionalidades al respecto.

El número de inundaciones registradas en cada uno de los lugares requiere un algoritmo para geo-codificar esa información y otro para relacionar las tablas con los lugares y el número de inundaciones y pasar ese valor de esta segunda a la primera ya geo-codificada.

Una vez aplicado este algoritmo debe procederse a combinar toda la información.

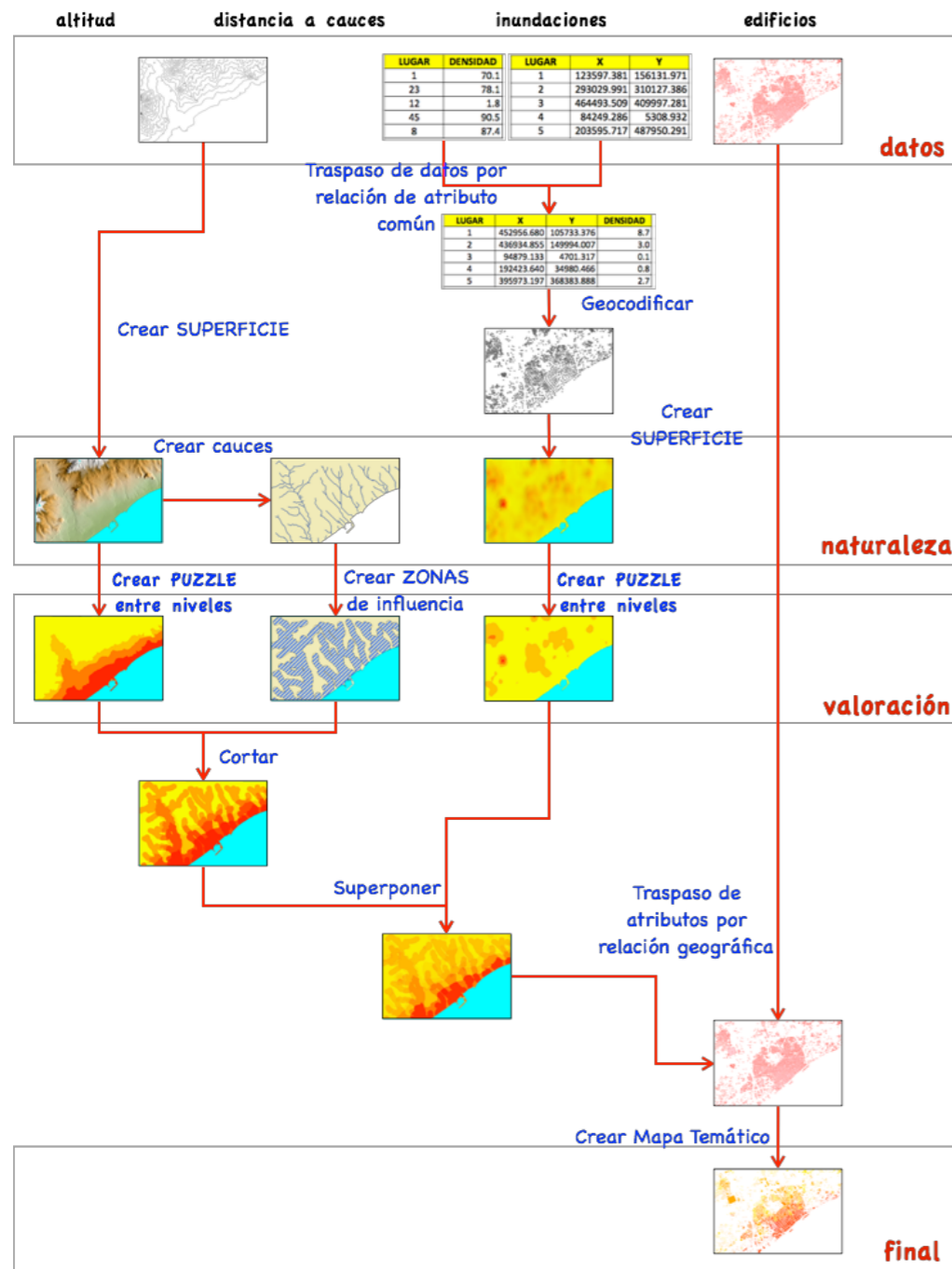
Geoconceptualización.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES				
	LUGARES (EDIFICIOS)	FACTORES		
FASE		Altitud (A)	Cercanía a cauces (C)	Densidad/ acumulación de inundación (D)
DATOS				
		Li		TABLAS (Tg+Tr)
NATURA.				
		Sp	Li	Sp
VALOR.				
		Pz	Zo	Pz
FINAL				
		Zo		

Diseño del modelo.

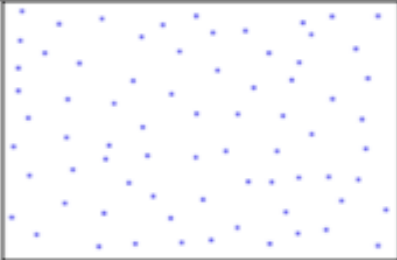
Para simplificar el modelo se han omitido algunas funcionalidades como las de “reclasificar” o las de “calcular”.

El modelo de tratamiento es el siguiente:



Funcionalidades utilizadas.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR CAUCES	
SUPERFICIE		RED
<p>DESCRIPCIÓN: Crea una RED hidrográfica estimando la acumulación de corrientes de agua a partir de un componente de SUPERFICIE.</p> <p>COMENTARIOS: La funcionalidad requiere la definición de un volumen de agua o precipitación por metro cuadrado y si se dispone de valores de permeabilidad del suelo para evaluar la cantidad de agua de <u>escorrentía</u> y la absorbida por el terreno. Cada tramo de la red recibe automáticamente los caudales de agua estimados en función de los parámetros definidos.</p> <p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>OBSERVATORIO</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10485</td> <td>10719</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11504</td> <td>31777</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5444</td> <td>14147</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>22805</td> <td>8560</td> </tr> </tbody> </table>	OBSERVATORIO	X	Y	1	10485	10719	2	11504	31777	3	5444	14147	4	22805	8560	<p><u>GEOCODIFICAR</u> (A partir de ficheros con coordenadas)</p>	
OBSERVATORIO	X	Y															
1	10485	10719															
2	11504	31777															
3	5444	14147															
4	22805	8560															
TABLA <u>GEOCODIFICABLE</u>	PUNTOS																
<p>DESCRIPCIÓN: Crea elementos puntuales a partir de las coordenadas contenidas en los atributos</p> <p>COMENTARIOS: Las coordenadas deben ser de tipo geográfico (longitud y latitud) o de una proyección cartográfica y es imprescindible además conocer el Sistema de Referencia.</p> <p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos.</p>																	

COMPONENTES DE ENTRADA			FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LUGAR</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>64583</td><td>54952</td></tr> <tr><td>2</td><td>59312</td><td>53465</td></tr> <tr><td>3</td><td>50342</td><td>60420</td></tr> <tr><td>4</td><td>46351</td><td>45909</td></tr> <tr><td>5</td><td>61361</td><td>47244</td></tr> </tbody> </table>	LUGAR	X	Y	1	64583	54952	2	59312	53465	3	50342	60420	4	46351	45909	5	61361	47244	<p>TRASPASO DE DATOS POR RELACIÓN DE ATRIBUTO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>LUGAR</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>INUNDACIONES REGISTRADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>64583</td><td>54952</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>59312</td><td>53465</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>50342</td><td>60420</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>46351</td><td>45909</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>61361</td><td>47244</td><td>6</td></tr> </tbody> </table>	LUGAR	X	Y	INUNDACIONES REGISTRADAS	1	64583	54952	5	2	59312	53465	3	3	50342	60420	2	4	46351	45909	4	5	61361	47244	6
LUGAR	X	Y																																										
1	64583	54952																																										
2	59312	53465																																										
3	50342	60420																																										
4	46351	45909																																										
5	61361	47244																																										
LUGAR	X	Y	INUNDACIONES REGISTRADAS																																									
1	64583	54952	5																																									
2	59312	53465	3																																									
3	50342	60420	2																																									
4	46351	45909	4																																									
5	61361	47244	6																																									
TABLA 1																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LUGAR</th> <th>INUNDACIONES REGISTRADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td></tr> </tbody> </table>	LUGAR	INUNDACIONES REGISTRADAS	1	5	2	3	3	2	4	4	5	6		TABLA																														
LUGAR	INUNDACIONES REGISTRADAS																																											
1	5																																											
2	3																																											
3	2																																											
4	4																																											
5	6																																											
<p>DESCRIPCIÓN: Permite pasar información entre dos Bases de Datos relacionándolas entre si a través de un atributo con contenidos comunes.</p> <p>Como en el caso del intercambio de datos por relación geográfica debe permitir definir unas "reglas de traspaso" para controlar como se realiza la operación, por ejemplo cuando existen coincidencias múltiples (de uno a varios elementos o de varios a uno).</p> <p>La relación puede establecerse tanto entre tablas como entre capas con componentes gráficos.</p>																																												
<p>PROCESOS:</p> <p>1.- Preparación de los Datos.</p> <p>2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>																																												

Con esta funcionalidad se relacionan en primer lugar las tablas entre si mediante un atributo común (en este caso la columna LUGAR) presente en ambas tablas y una vez realizado este enlace, se traspasa el atributo deseado de la primera a la segunda.

Para el ejemplo propuesto se traspasa el atributo INUNDACIONES REGISTRADAS de la segunda tabla a la segunda.

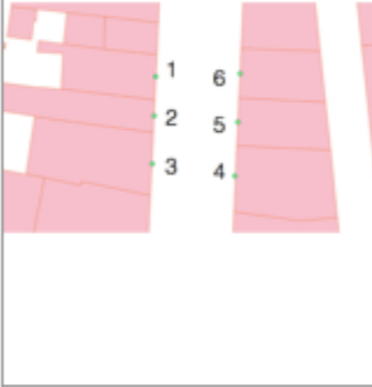

El resultado final es la primera tabla con los atributos de la segunda.

Esta funcionalidad es muy utilizada al ser la mas utilizada para relacionar datos de Big Data con Componentes Geográficos.

Por ejemplo todos aquellos datos que dispongan de atributos o columnas con identificaciones de divisiones administrativas como: nombres de países, nombres de provincias, identificadores de distritos postales o electorales, nombres de ciudades o núcleos habitados, barrios, etc...

Otras funcionalidades relacionadas de interés para estos casos.

Si bien en este caso no es necesaria ninguna funcionalidad más nos parece interesante incluir la descripción otra para geocodificar información mediante la dirección postal.

COMPONENTES DE ENTRADA		FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTO</th> <th>DIRECCIÓN POSTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>CALLE MAYOR 30</td></tr> <tr><td>2</td><td>CALLE MAYOR 32</td></tr> <tr><td>3</td><td>CALLE MAYOR 34</td></tr> <tr><td>4</td><td>CALLE MAYOR 29</td></tr> <tr><td>5</td><td>CALLE MAYOR 27</td></tr> <tr><td>6</td><td>CALLE MAYOR 25</td></tr> </tbody> </table>	PUNTO	DIRECCIÓN POSTAL	1	CALLE MAYOR 30	2	CALLE MAYOR 32	3	CALLE MAYOR 34	4	CALLE MAYOR 29	5	CALLE MAYOR 27	6	CALLE MAYOR 25	<p><u>GEOCODIFICAR</u> Por dirección postal</p>	
PUNTO	DIRECCIÓN POSTAL															
1	CALLE MAYOR 30															
2	CALLE MAYOR 32															
3	CALLE MAYOR 34															
4	CALLE MAYOR 29															
5	CALLE MAYOR 27															
6	CALLE MAYOR 25															
<p>TABLA <u>GEOCODIFICABLE</u> (Con direcciones postales)</p>																
<p>PUNTOS (Con direcciones postales)</p>	<p>PUNTOS</p>															
<p>DESCRIPCIÓN: Crea puntos a partir de las direcciones postales contenidas como atributo en la tabla <u>geocodificable</u>.</p>																
<p>COMENTARIOS: Para poder ejecutar esta funcionalidad es imprescindible disponer de un fichero SIG con puntos que tengan las direcciones postales.</p>																
<p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos.</p>																

Caso 3. Detección de densidades y acumulaciones. Identificación de “puntos calientes” y fríos.

Introducción.

Este caso se ha desarrollado en un entorno de análisis de geodelito y su objetivo es la detección de ubicaciones en donde se producen valores intensivos o altos de diferentes tipos de actividades ilegales como robos, intimidaciones, daños materiales o humanos. Sin embargo los algoritmos utilizados basados en el “análisis espacial” pueden aplicarse en numerosos campos en donde las densidades o acumulaciones espaciales pueden tener importancia.

Por su especial interés se desarrollan algo más las funcionalidades intervinientes en el proceso.

Ejemplos similares en donde puede aplicarse el mismo proceso.

La detección de agrupaciones, acumulaciones y densidades tiene un campo muy extenso en multitud de disciplinas, algunos ejemplos:

- Biología y medio ambiente: detección de grupos o acumulaciones de fauna o flora.
- Geo-marketing: detección de “puntos calientes” respecto a actividades comerciales, clientela, competencia o ventas. Detección de “puntos fríos” o lugares con niveles de baja acumulación por ejemplo de competidores.
- Sociología: detección de entornos o escenarios en donde ocurren con mayor frecuencia determinado tipo de problemas.
- Tráfico: Detección de lugares en donde se acumular accidentes de tráfico o “puntos negros”.

Descripción del caso.

Con el objeto de planificar el despliegue policial para prevenir los delitos, la policía de un lugar necesita elaborar un estudio sobre los lugares en donde se producen determinados delitos con información sobre los siguientes aspectos:

- 1.- Lugares en donde se producen “acumulaciones de delitos”.
- 2.- Detectar “puntos calientes” de la actividad criminal.
- 3.- Identificar pautas espacio-temporales (anuales, mensuales, semanales y horarias) para cada tipo de delitos.
- 4.- Detectar “pautas” de actuación de los criminales.
- 4.- Analizar las “sinérgias” o correlaciones existentes entre los escenarios del delito y su entorno (comercial, económico, social, etc...)

Realizar este estudio supone la creación de un “atlas del delito” en donde se generen documentos cartográficos que permitan a la policía identificar los lugares en donde actúan los criminales, sus pautas, horarios, etc...

El objetivo fundamental según nos especificó uno de los comisarios participantes en el estudio fue: “Nuestro mayor éxito

sería estar en los lugares en donde se va a cometer un delito para poder evitarlo”.

Lo más interesante para la policía no es únicamente identificar esos lugares para detener a los delincuentes si no planificar un despliegue de efectivos para prevenir el propio delito.

Estrategia.

Para desarrollar este trabajo es necesario utilizar funcionalidades específicas que permitan identificar las acumulaciones así como los “puntos calientes”.

Si bien su objetivo es estrictamente policial, estos algoritmos se utilizan también para identificar “puntos calientes” y “puntos fríos” en otros estudios en donde se pretende identificar la clientela, la competencia espacial o las sinérgias entre actividades.

Cuando se trata de detectar acumulaciones o puntos calientes el mero hecho de poner puntos sobre un mapa no es suficiente al no ser posible analizar de forma visual este tipo de fenómenos.

En ocasiones los grupos de puntos están muy juntos y se aprecian como masas difusas, otras veces un mismo punto

puede contener varios delitos pero a nivel visual solo apreciamos un punto.

Por ello en este caso se utilizan algoritmos que detectan de forma automática las agrupaciones y densidades y acumulaciones del fenómeno estudiado.

La siguiente figura muestra los lugares en donde se produjo un determinado delito:



Figura 3.2.- Lugares en donde se ha cometido un delito.

A partir de ella y mediante un algoritmo específico se detectan las “agrupaciones” detectadas para ese delito.



Figura 3.3.- “Acumulaciones” de delitos.

Finalmente en la tercera observamos los “puntos calientes” correspondientes también al mismo delito.

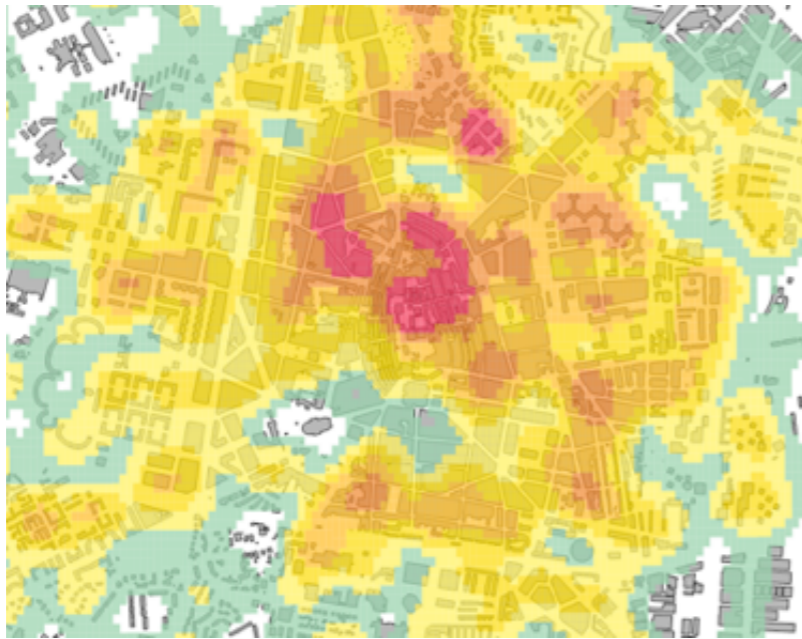


Figura 3.4.- “Puntos calientes” de un determinado delito.

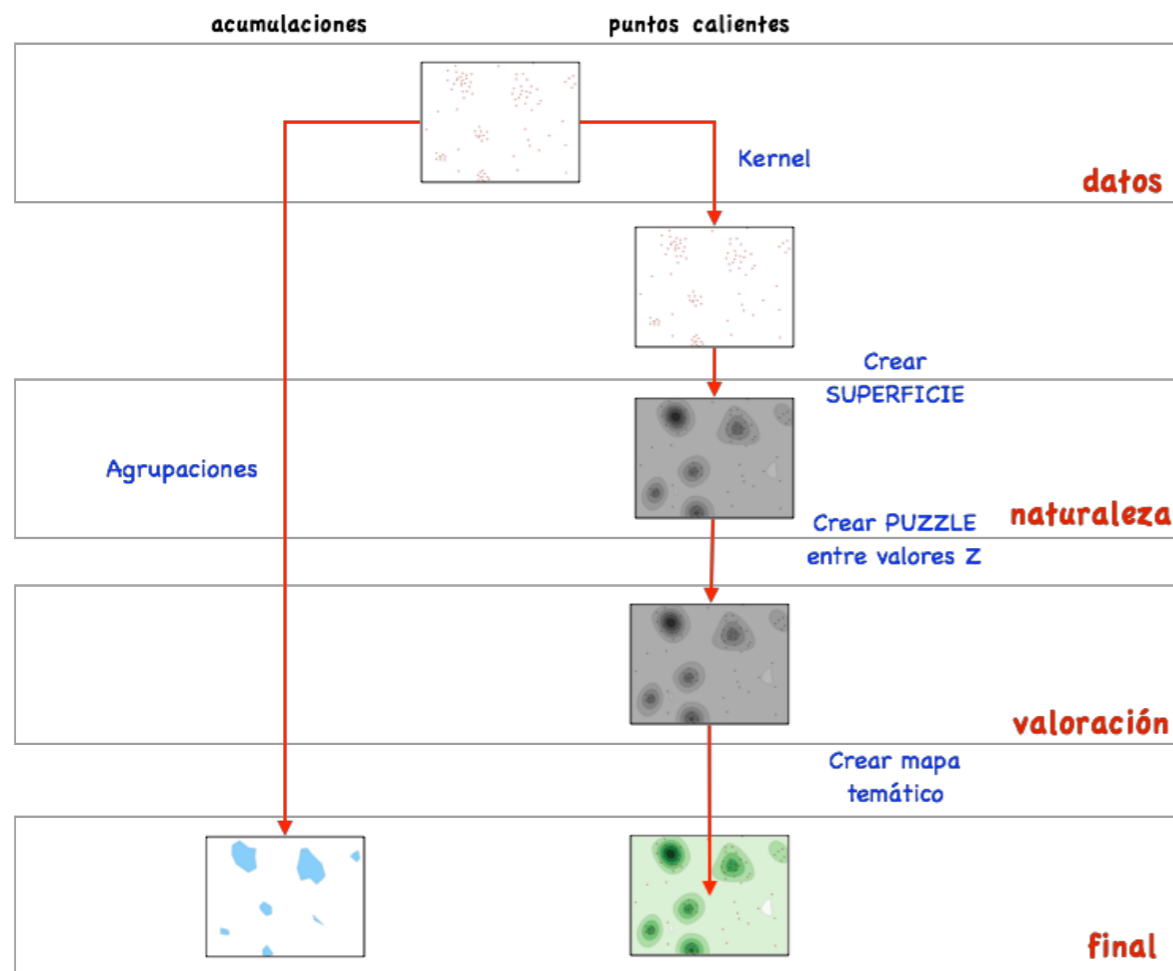
ESTRATEGIAS ESPACIALES DE INTELIGENCIA DE UBICACIÓN RELACIONADAS CON EL EJEMPLO
1.- Segmentación.
2.- Análisis de competencias/sinérgias.
3.- Identificación de puntos calientes y fríos.
4.- Oportunidades de ubicación (huecos de mercado, carencias, etc...)
5.- Campañas de publicidad, difusión o despliegue.

Geoconceptualización.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES		
FASE	FACTORES	
	Detección de agrupaciones	Puntos calientes
DATOS		
	PUNTOS	
NATURALEZA		
		SUPERFICIE
VALORACIÓN		
		PUZZLE
FINAL		
	ZONAS	PUZZLE

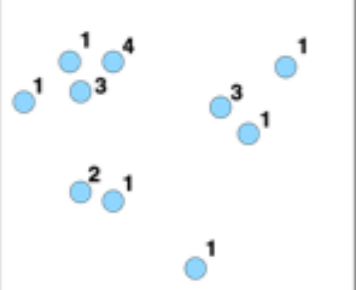
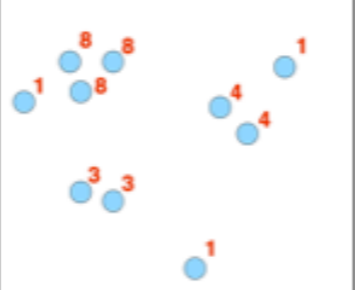
Diseño del modelo.

Si bien se trata de dos procesos diferentes se muestran de forma conjunta en el mismo modelo aunque las funcionalidades se describen por separado.



Funcionalidades utilizadas.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	AGRUPACIONES	
PUNTOS		ZONAS
<p>DESCRIPCIÓN: Crea zonas en aquellos lugares en donde se produce una acumulación de elementos.</p>		
<p>COMENTARIOS: Estas zonas (también conocidas como "clusters") se crean a partir de diversos algoritmos que evalúan la cercanía de los objetos.</p>		
<p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
 <p>PUNTOS</p>	<p>KERNEL</p>	 <p>PUNTOS</p>
<p>DESCRIPCIÓN: Asigna valores a elementos puntuales en función de su proximidad a otros. Es un estimador o indicador de densidades y acumulaciones. Transforma un fenómeno de tipo discreto puntual a otro de tipo continuo de cambio suave asociado a la densidad/acumulación de elementos.</p>		
<p>COMENTARIOS: El estimador de densidades Kernel permite transformar esos datos aislados en un fenómeno continuo por lo que puede ser un paso previo para su análisis. En muchos casos suele encadenarse con la funcionalidad de "crear superficie".</p>		
<p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

Kernel es un algoritmo que permite la estimación de acumulaciones y de densidades. Su funcionamiento es más o menos similar a la de un filtro espacial.

Su concepto básico es el siguiente:

Disponemos de salida un conjunto de puntos que pueden tener o no un valor asociado a cada uno de ellos. Puede tratarse por ejemplo un conjunto de un determinado tipo de comercio que no tienen ningún atributo asociado o puede tratarse de puntos en los cuales se ha repetido un determinado delito en múltiples

ocasiones, en cuyo caso cada punto tiene un valor asociado con el número de delitos cometidos.

Un conjunto de puntos como por ejemplo el siguiente.

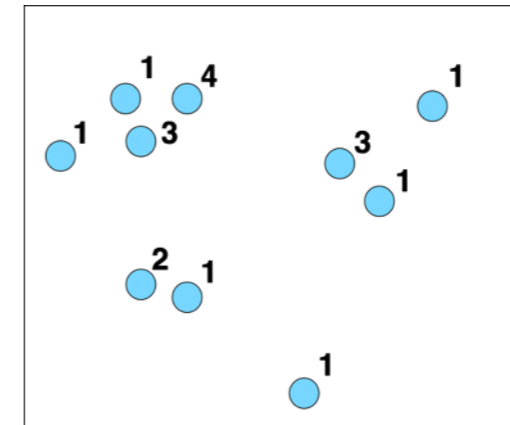


Figura 3.6.- Algoritmo Kernel 1.

El dígito situado en la parte superior derecha indica el atributo o valor asociado a cada punto con el número de casos registrados (delitos por ejemplo).

Para aplicar esta funcionalidad se define un radio de búsqueda para la estimación de la densidad/acumulación.

Una vez determinada esa distancia, a cada punto se le asignara el valor de ese punto más el de los contenidos inicialmente dentro de ese radio de búsqueda.

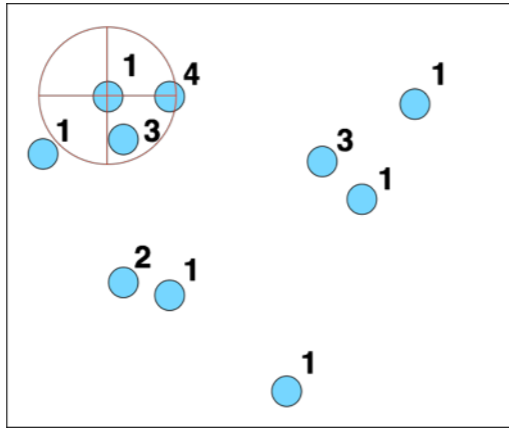


Figura 3.7.- Algoritmo Kernel 2.

El resultado para ese punto es el siguiente:

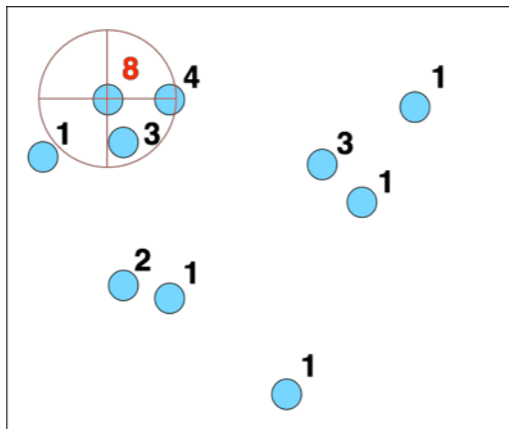


Figura 3.8.- Algoritmo Kernel 3.

Es decir el valor asociado a ese punto pasa de 1 a 8 porque dentro del radio de búsqueda hay otros dos puntos con valores de 3 y 4 que sumados al valor 1 del punto son 8.

Aplicándolo sistemáticamente a todos los puntos el resultado es el siguiente:

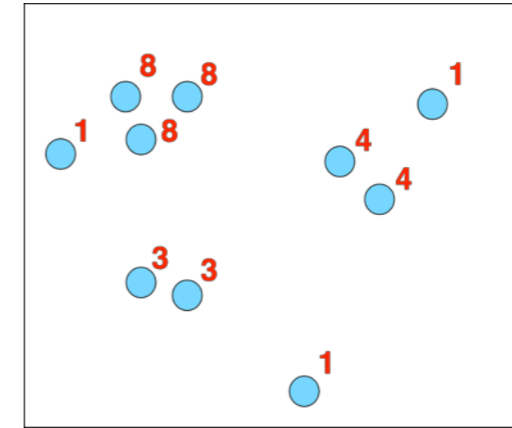


Figura 3.9.- Algoritmo Kernel 4.

Con el resultado obtenido se crea la SUPERFICIE correspondiente al KERNEL.

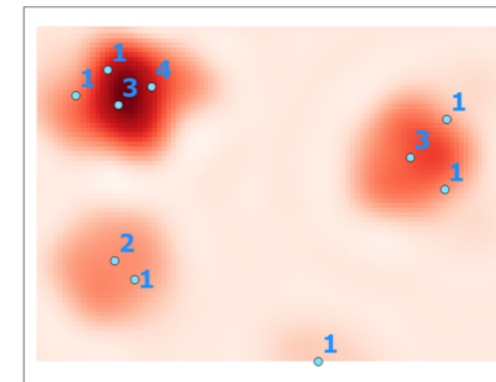


Figura 3.10.- Algoritmo Kernel 5.

El algoritmo descrito es un Kernel muy básico pero también pueden utilizarse otros de tipo gravitatorio teniendo en cuenta las distancias que separan los puntos entre si asignando por ejemplo

a cada punto su valor más los de los puntos cercanos divididos por las distancias que los separan.

$$V_{pk} = V_p + (V_a/D_{pa}) + (V_b/D_{pb}) + (V_c/D_{pc}) + \dots$$

en donde:

V_{pk} = valor Kernel para el punto P.

V_p = valor inicial del punto P.

V_a = valor inicial del punto A situado en el entorno definido por la distancia a partir de la cual se realiza el kernel.

V_b = similar para el punto B

...

Para este caso el proceso es un poco más complejo si bien los Sistemas de Información Geográfica suelen disponer de una funcionalidad específica para aplicarlo.

Si no se dispone de esa funcionalidad el proceso a seguir es el siguiente:

1. Creación de una malla regular de PUNTOS (en rojo en la figura).

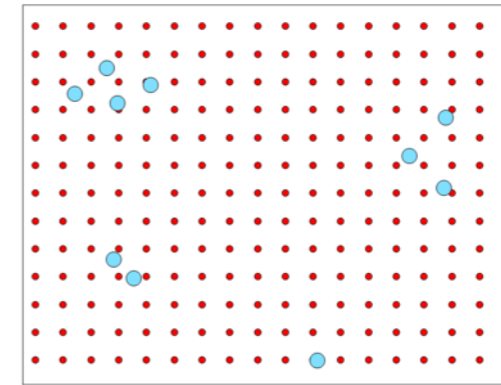


Figura 3.11.- Algoritmo Kernel Gravitatorio 1.

2. Creación de un RED de distancias (con la propia distancia de búsqueda por ejemplo) uniendo los puntos de la malla con los puntos base del análisis (los iniciales con su atributo cuantitativo).

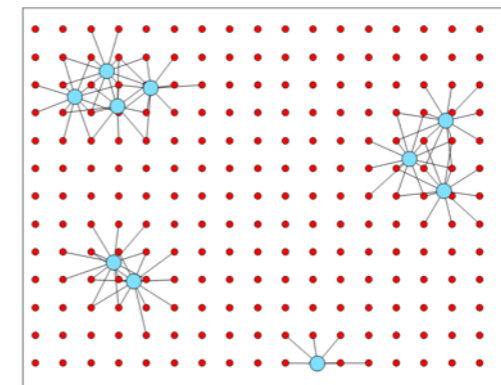


Figura 3.12.- Algoritmo Kernel Gravitatorio 2.

3. Traspaso de atributos de los puntos base a los puntos de la malla. Con este paso se dispone ya de los valores KERNEL.

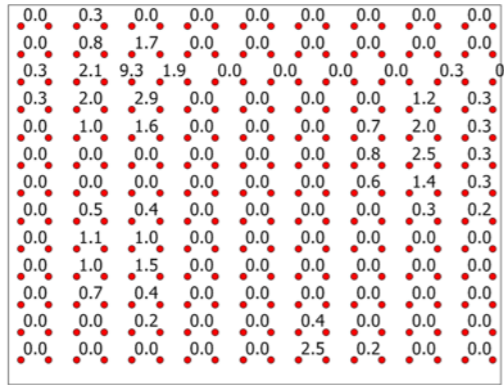


Figura 3.13.- Algoritmo Kernel Gravitatorio 3.

4. Creación de la SUPERFICIE correspondiente al KERNEL.

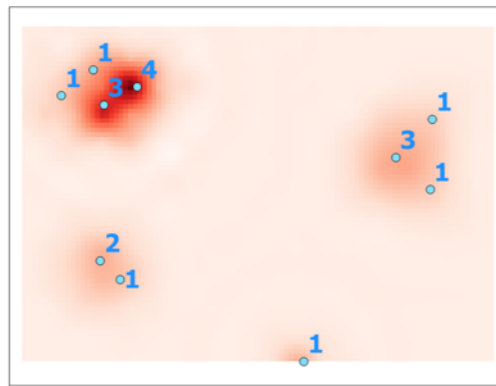


Figura 3.14.- Algoritmo Kernel Gravitatorio 4.

La funcionalidad para ese caso es la siguiente:

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
<p>PUNTOS</p>	<p>KERNEL GRAVITATORIO</p>	<p>PUNTOS</p>
<p>DESCRIPCIÓN: Asigna valores a una malla de elementos PUNTUALES considerados como "centros de gravedad" en función de los valores asociados a los puntos a los que "atrae" y a la distancia que los separa.</p>		
<p>COMENTARIOS: Requiere la especificación de una distancia máxima para que no se creen enlaces entre los puntos que superen esa distancia.</p>		
<p>PROCESOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 		

La combinación de puntos calientes y de acumulaciones permite desarrollar un conjunto muy amplio de estudios sobre relaciones entre variables entre factores con componente espacial.

Por ejemplo uno de los estudios planteados en el caso de geodelito fue la comparación entre los lugares de acumulación de negocios de hostelería (Bares, restaurantes, pubs...), las correspondientes a la actividad comercial (moda, bancos, venta de periódicos, panaderías, fruterías, etc... y los puntos calientes en donde se producen diferentes tipos de delitos (en el caso de la figura los relacionados con robo con amenazas o violencia).

El resultado fue el siguiente:

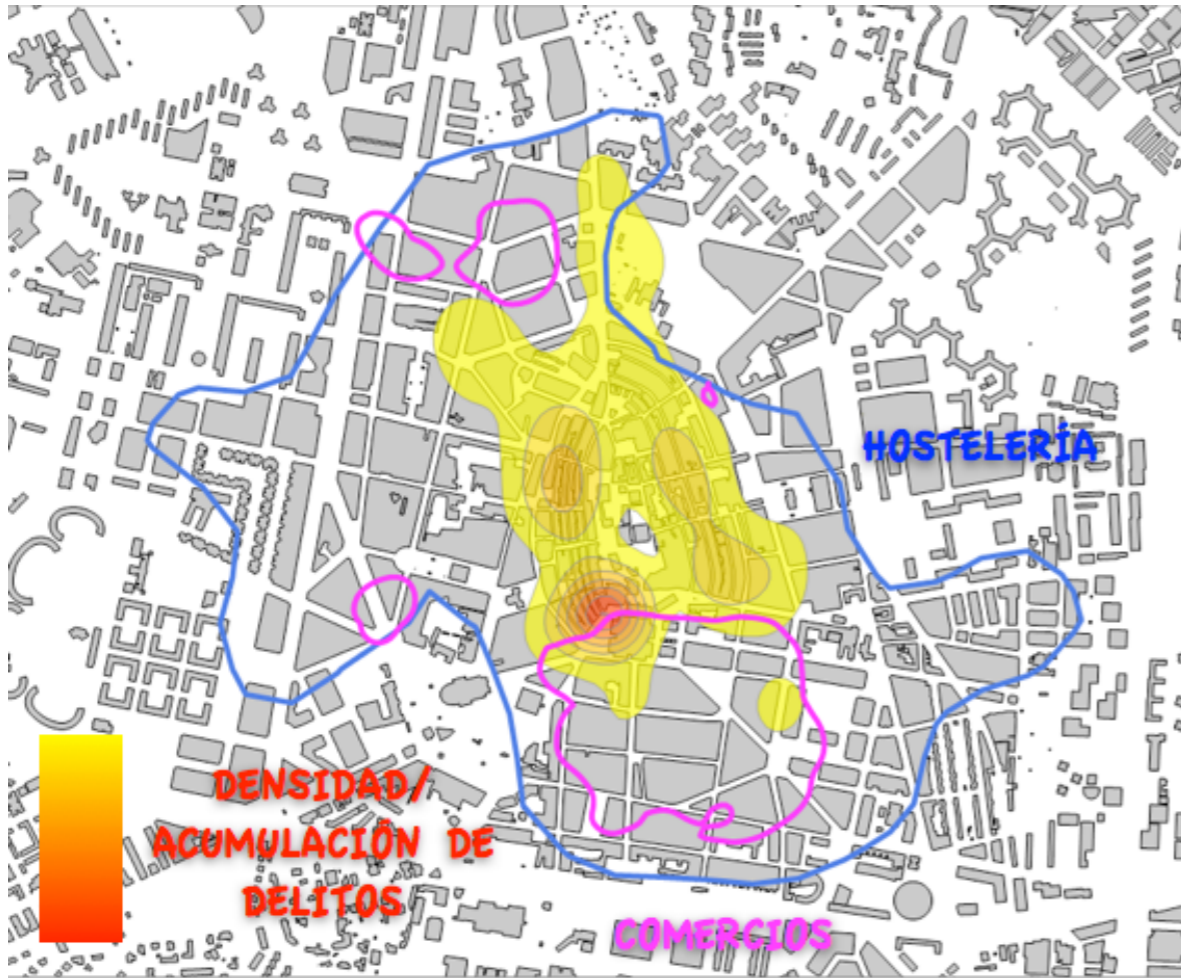


Figura 3.14.- Puntos calientes de delitos y acumulaciones.

De donde pueden extraerse diversas consecuencias sobre relaciones entre factores.

En primer lugar observamos que los delitos tiene un punto caliente en el centro de la ciudad y dentro de una zona que presenta una acumulación de establecimientos de hostelería (bares y restaurantes).

Una segunda relación es la forma como la actividad comercial “evita” la aparición de delitos, es decir que los lugares en donde se desarrolla una actividad comercial activa presentan un nivel de seguridad superior al resto. Esto corrobora las ideas de muchos urbanistas sobre las consecuencias de trasladar las actividades comerciales al exterior de las ciudades.

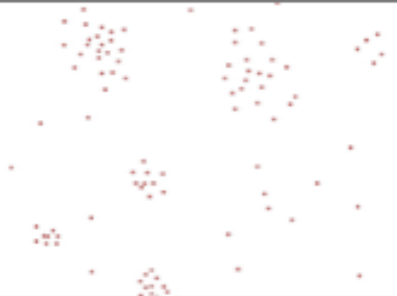
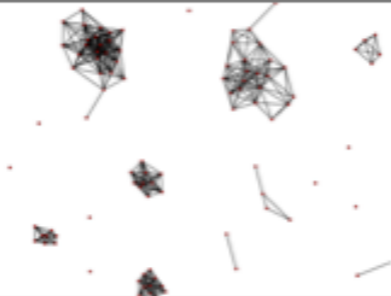
Otras funcionalidades relacionadas de interés para estos casos.

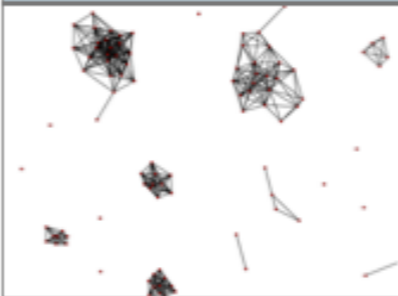
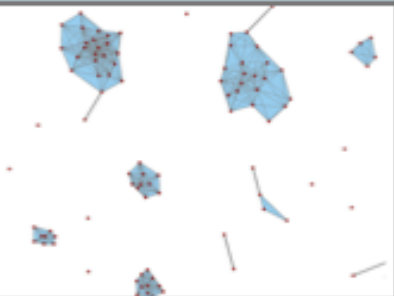
Un algoritmo básico para realizarlo teniendo en cuenta la cercanía entre elementos es el siguiente:



Figura 3.15.- Proceso para la detección de “agrupaciones”.

utilizando las siguientes funcionalidades.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR RED DE DISTANCIAS	
PUNTOS		RED
<p>DESCRIPCIÓN: Crea una RED uniendo puntos entre sí siempre y cuando se encuentren separados entre sí por una distancia igual o inferior a la que se especifique para crearla</p>		
<p>COMENTARIOS: Requiere la especificación de una distancia mínima para considerar los puntos como vecinos próximos o cercanos. Permite también realizar análisis KERNEL utilizando un modelo gravitatorio valorando las distancias.</p>		
<p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR ZONAS INTERIORES (ENCERRAR CREAR RECINTOS)	
LÍNEAS		ZONAS
<p>DESCRIPCIÓN: Crea ZONAS en todos aquellos lugares rodeados por líneas que definen recintos o zonas cerradas.</p>		
<p>COMENTARIOS: Según los programas se genera un único componente o varias en cada conjunto de zonas adyacentes.</p>		
<p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

Caso 4. Estimación de competencias espaciales.

Introducción.

Los objetivos de este caso son: la identificación y evaluación de competencias a nivel espacial, la creación de zonas en función de puntos específicos así como de sus atributos.

También el reparto o redistribución de áreas o zonas a partir de los atributos asociados a los Componentes Geográficos y combinaciones entre ellos.

Ejemplos similares en donde puede aplicarse el mismo proceso.

- Geo-marketing: Los algoritmos utilizados tienen especial interés en este campo al permitir analizar competencias entre negocios a nivel espacial, siempre y cuando las condiciones físicas de los lugares estudiados posean unos requisitos específicos explicados más adelante. También permite analizar clientelas potenciales en función a la cercanía y la distribución de negocios.

- Redistribución de zonas de ventas (ver funcionalidades asociadas) en función de volumen total de ventas, del número de clientes, etc...
- Geo-seguros: Se han realizados aplicaciones de “reparto” u “optimización” de distribuciones de peritos para casos de fusión de compañías de seguros o para al mejora del servicio de atención al cliente.
- Biología y medio ambiente: Permite analizar competencias entre especies, madrigueras, zonas de actividad, zonas de fricción, etc.
- Geo-política: Creación y reforma de distritos electorales en función del número de votantes y votos a partidos (ver funcionalidades asociadas).

Descripción del caso.

Una empresa de seguros tras su fusión con otra de similares características, para optimizar su servicio de atención a la clientela y promocionar nuevos productos debe llevar a cabo un proceso de reasignación de agentes de ventas en una ciudad.

El objetivo es dividir toda la ciudad en zonas cada una de las cuales será el área de ventas de cada uno de los agente.

Necesita también “segmentar” la clientela para saber las características de la población residente en cada una de las zonas.

Respecto a las edades contempla dos grupos principales:

- 1.- Seguros orientados a personas jóvenes con edades comprendidas entre los 18 y los 40 años.
- 2.- Seguros orientados a personas mayores con edades superiores a los 55 años.

La campaña de publicidad para el lanzamiento de esos productos se va a realizar mediante buzoneo (depositar en los buzones de los clientes potenciales la información de cada producto) y en cada caso el folleto promocional tendrá el nombre y la dirección de agente más cercano.

Para desarrollar la campaña necesitan determinar que clientela potencial puede tener cada una de las sucursales y cuales son las características de esa clientela.

Por otra parte también quieren hacer una reestructuración de oficinas para gestión interna y desean organizarlas en seis grupos intentando que el volumen económico de cada uso sea lo mas parecido posible.

INFORMACIÓN DISPONIBLE

Un fichero SIG con las siguientes capas de información:

- 1.- Localización de los peritos.
- 2.- Posición de los portales y su “número de policía” (es un número único para cada portal independiente de la calle y el número en donde se sitúa. Equivaldría al Número del Documento de Identidad de las personas).
- 3.- Una tabla Excel con información sobre los habitantes de cada portal. Cada fila contiene un registro correspondiente a cada persona en donde figuran los siguientes datos: “año de nacimiento” y “numero de policía” del portal en donde habita.

ESTUDIOS A REALIZAR:

- 1.- Dividir toda la ciudad en zonas correspondientes a cada perito identificando la clientela potencial “total” para cada uno de ellos

(el número de personas, con independencia de su edad, situados dentro de cada zona).

2.- Identificación de la clientela potencial de cada perito en función de los grupos de edad asociados a cada producto.

Estrategia.

En este estudio sólo se consideran dos factores:

El primero son las edades de las personas que podemos considerar divididas en tres grupos:

T: Total clientes.

V: Clientes potenciales jóvenes.

P: Clientes potenciales mayores.

Y el segundo son las sucursales de la entidad de seguros (S)

Una de las funcionalidades de SIG mejores para este tipo de análisis son los polígonos de Voronoi. El objetivo de este trabajo no es el de describir los algoritmos asociados a cada una de las funcionalidades por lo que se explicará de forma breve, pero si quiere obtener más información puede obtenerla en la siguiente dirección:

<http://www.quantumbattle.com/diagrama-de-voronoi/>

Los diagramas de Voronoi (para el caso de los SIG y dentro de la teoría de la Geo-conceptualización en adelante Puzzles de Voronoi) son conjuntos de polígonos creados a partir de puntos, que cubren el espacio de forma “exhaustiva” (y por ello los consideramos como Componentes Puzzle). Estos polígonos suponen una partición del espacio en función de las mediatrices construidas entre los puntos.





Por el propio método de construcción son muy útiles para valorar la “competencia espacial” o, como en este caso, las zonas de influencia sin solapes, entre los elementos a partir de los que se crean.

Una vez creado el PUZZLE debe determinarse, para cada una de las “piezas” o polígonos, los tres valores que intervienen en el análisis, es decir: número total de personas existentes en el interior de cada una, el número de personas del segmento “joven” y el número de personas del segmento “mayor”.

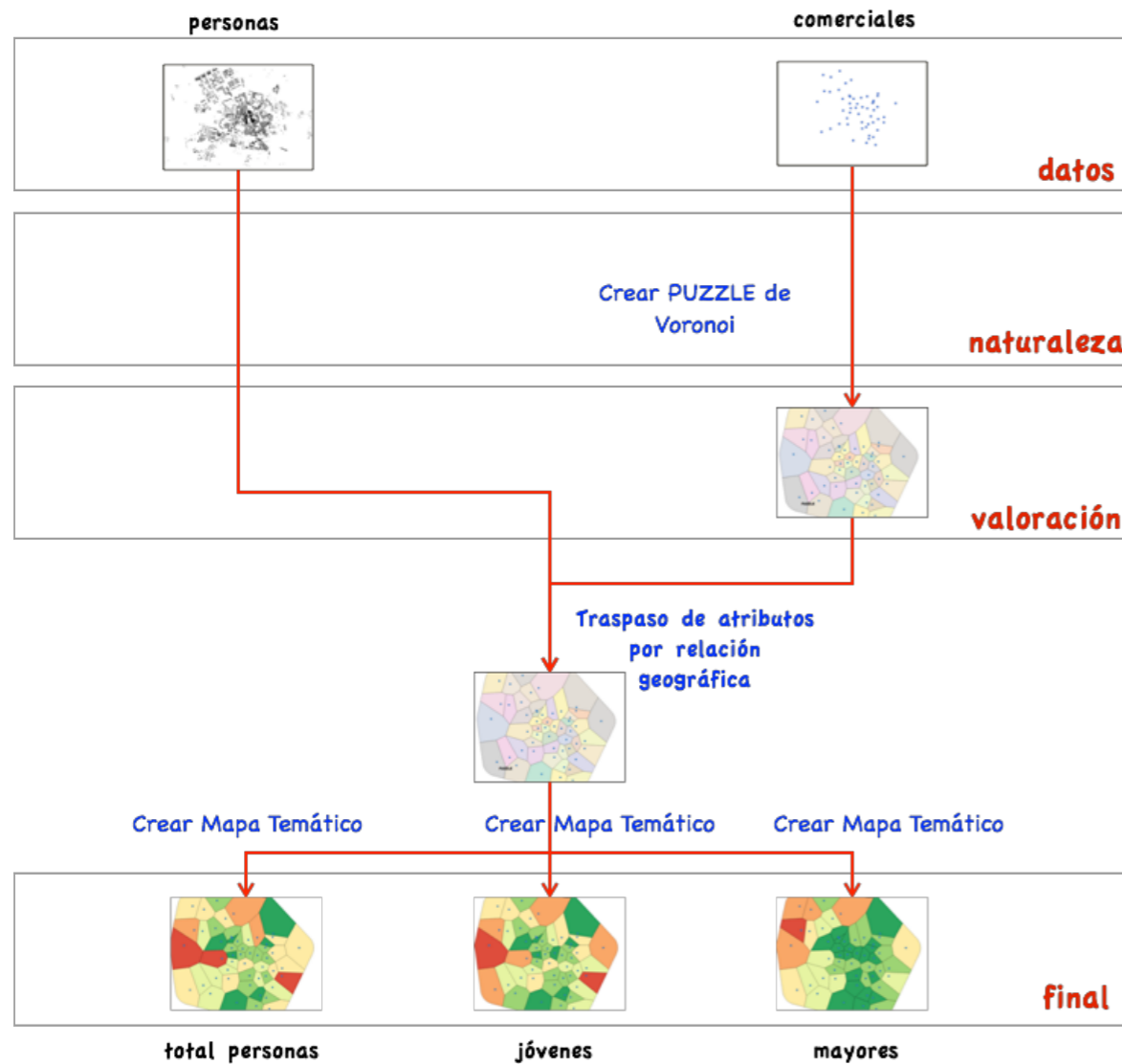
ESTRATEGIAS ESPACIALES DE INTELIGENCIA DE UBICACIÓN RELACIONADAS CON EL EJEMPLO

- 1.- Segmentación.
- 2.- Optimización del servicio al cliente. Logística.
- 3.- Optimización de la dimensión de actividades.
- 4.- Optimización de ubicaciones y zonificaciones.
- 5.- Oportunidades de ubicación.
- 6.- Campañas de publicidad, difusión o despliegue.
- 7.- Planteamiento de hipótesis.

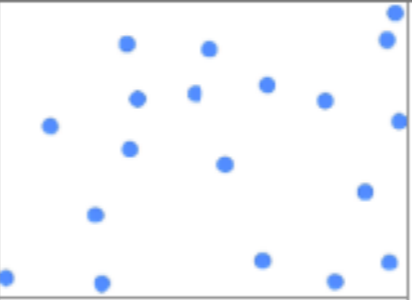
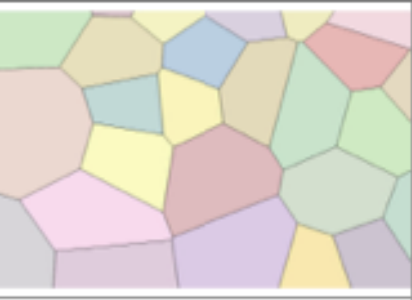
Geoconceptualización.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES		
FASE	FACTORES	
	Comerciales	Personas
DATOS		
	PUNTOS	PUNTOS
NATURALEZA		
VALORACIÓN		
	PUZZLE	
FINAL		
	PUZZLE	

Creación del modelo.



Funcionalidades utilizadas.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR PUZZLE DE VORONOI	
PUNTOS		PUZZLE
<p>DESCRIPCIÓN: Crea un Componente de tipo PUZZLE a partir de los puntos utilizando para ello el algoritmo de Voronoi, basado en la construcción de polígonos mediante la determinación de las líneas <u>mediatrices</u> entre conjuntos de puntos.</p> <p>COMENTARIOS: Permite "fragmentar" la zona estudiada y determinar así zonas de competencia entre elementos del mismo tipo (por ejemplo comercios). Para que los resultados sean coherentes el Puzzle resultante debe revisarse respecto a posibles obstáculos que delimiten más los polígonos teóricos como por ejemplo la existencia de ríos, muros, carreteras, etc..."</p> <p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 3.- Obtención de resultados y visualización. 		

Si bien la aplicación de los polígonos de Voronoi no presenta ningún problema es necesario tener en cuenta algunas consideraciones que afectan a su creación.

Cuando no existen obstáculos, entonces su creación no presenta ningún problema y la su aplicación es directa como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3.16.- Puntos y polígonos de Voronoi.

En su creación se supone que no existen obstáculos en el terreno como ríos, barreras, autopistas, zonas restringidas, etc... Es decir se trata de un terreno “ideal” sin ningún tipo de obstáculos, por lo que algunos especialistas lo desechan directamente.

Sin embargo eso no suele ser lo más frecuente, por ello, antes de la creación, es necesario tener en cuenta esas limitaciones o barreras. Por ejemplo el mismo conjunto de puntos si existe un río en donde no hay puentes:

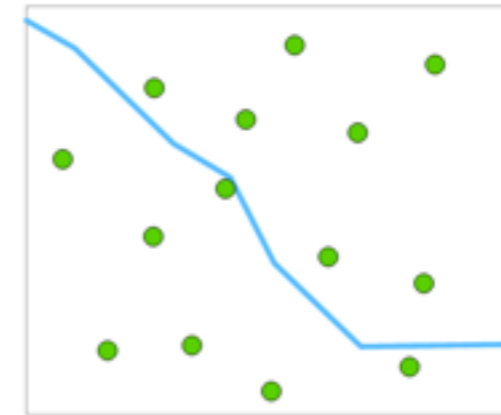


Figura 3.17.- Puntos para la creación de Puzzle de Voronoi con obstáculos.

La creación de los polígonos estará condicionada por esa circunstancia y quedará en la forma:

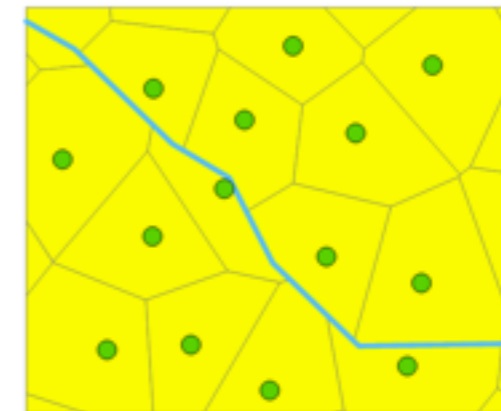


Figura 3.18.- Puntos y polígonos de Voronoi con obstaculos.

Utilizando estos criterios, la poligonación de Voronoi suele ser muy útil para el estudio de clientelas potenciales, o la evaluación de la competencia espacial entre establecimientos similares.

En la siguiente figura se muestra un conjunto de establecimientos que se dedican a la misma actividad. Los que aparecen en color azul forman parte de la misma cadena mientras los rojos comparten actividad pero son de otras cadenas.



Figura 3.19.- Puntos y actividades para análisis de competidores.

Aplicando el algoritmo para buscar los “puntos calientes” de esa actividad podemos apreciar en donde se encuentran los establecimientos de la cadena Azul respecto a los lugares con mayor competencia.

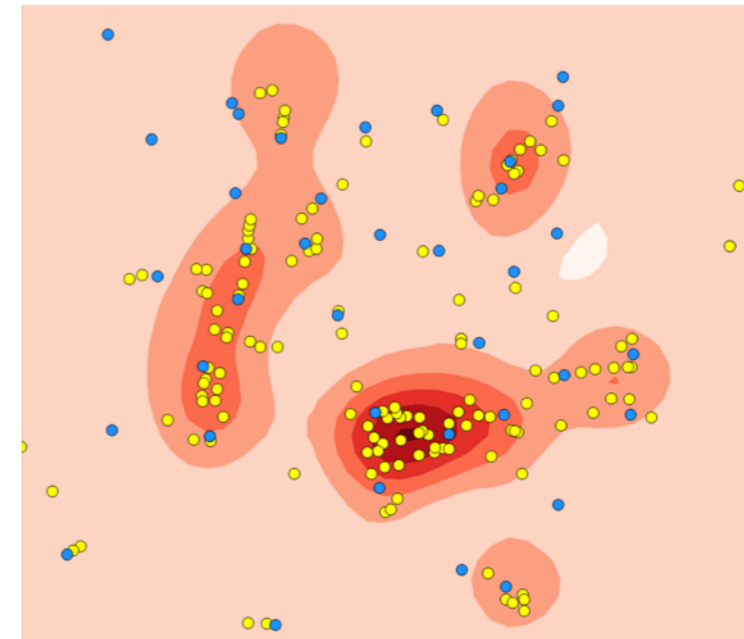


Figura 3.20.- Puntos calientes respecto a competencia entre negocios (puzzle).

Creando un PUZZLE de Voronoi a partir de la totalidad de establecimientos de todas las cadenas obtenemos el siguiente documento:

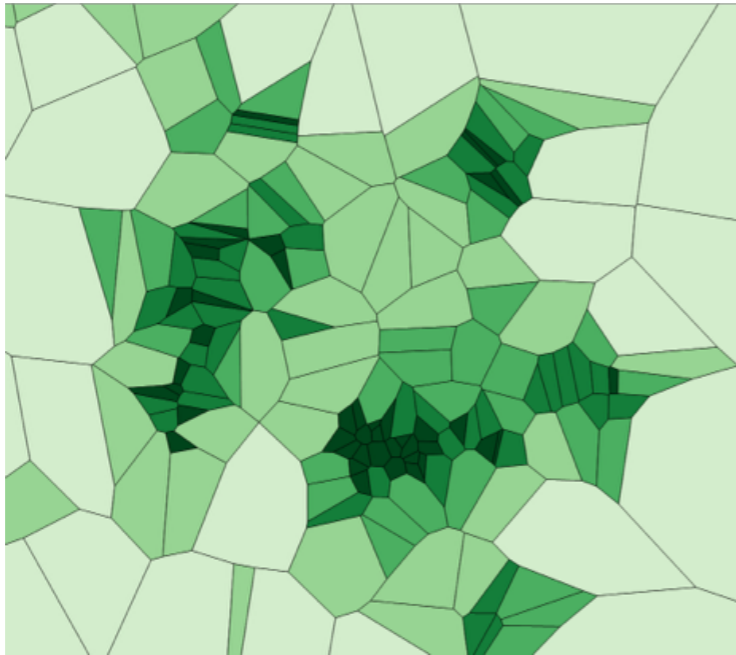


Figura 3.21.- Puntos calientes respecto a competencia entre negocios (puzzle de Voronoi).

Visualizando superpuestos ambos métodos obtenemos:

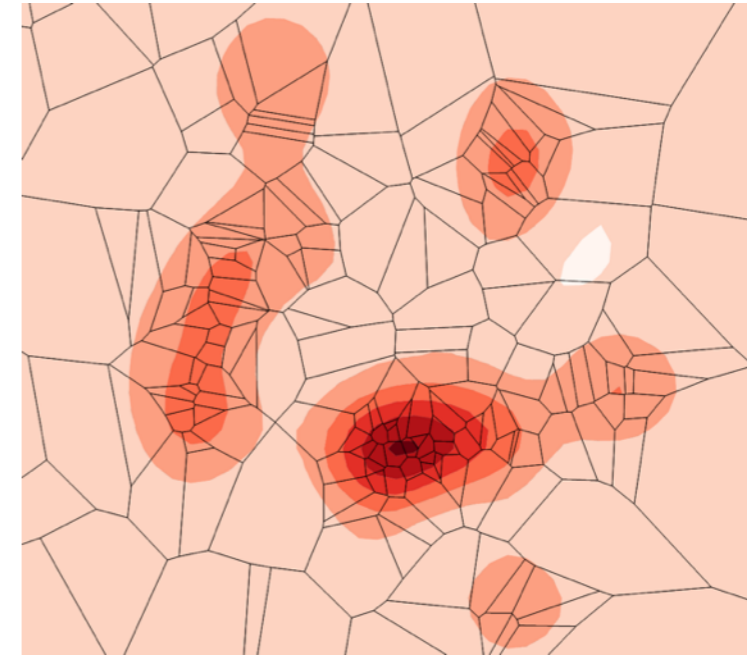


Figura 3.22.- Comparación de resultados.

Puede apreciarse como la correspondencia entre el tamaño de los polígonos y la presencia de “puntos calientes” es evidente y por tanto este algoritmo también puede utilizarse para estimar la competencia espacial.

Otras funcionalidades relacionadas de interés para estos casos.

El proceso de reestructuración de las oficinas de la agencia en seis grupos puede hacerse directamente utilizando una funcionalidad.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	UNIR POR ATRIBUTO COMÚN	
PUZZLE		PUZZLE
<p>DESCRIPCIÓN: Une o combina todos los elementos que tengan el mismo valor apara el atributo que se especifique. "Hereda" los atributos de los elementos que se unen según se especifique.</p> <p>COMENTARIOS: Las opciones son similares que los descritas para la funcionalidad de "superponer" o "cortar", permitiendo realizar cálculos como: sumar los valores de los atributos de los elementos que se unen, contarlos, sacar promedios, etc...</p> <p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 3.- Obtención de resultados y visualización. 		

Existen dos específicas para hacerlo.

La primera de ellas permite unir o crear nuevos componentes a partir de un atributo común.

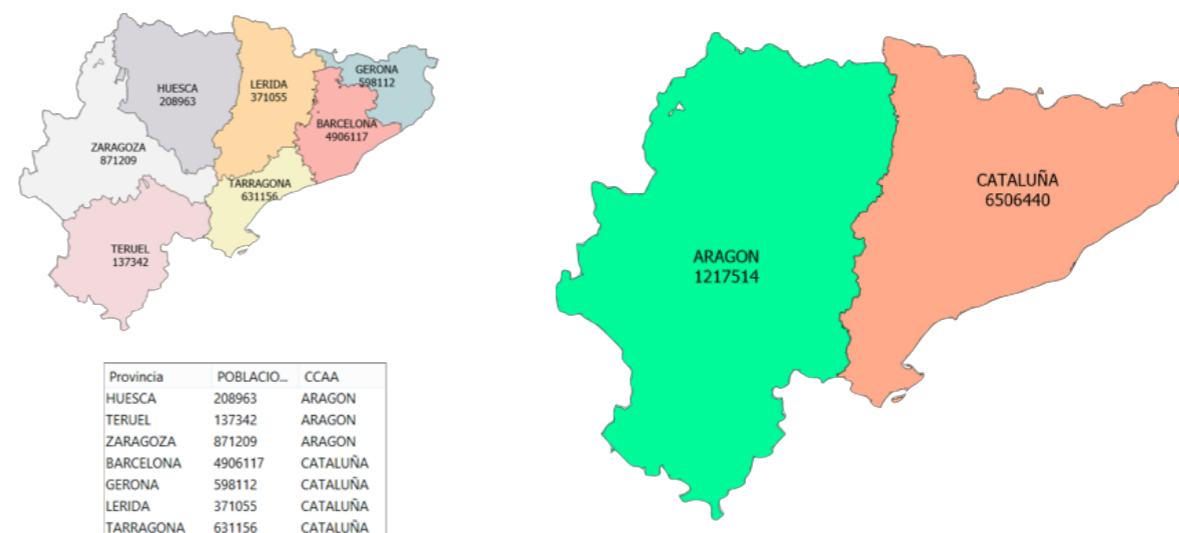




Figura 3.23- Fusión de componentes por atributo común.

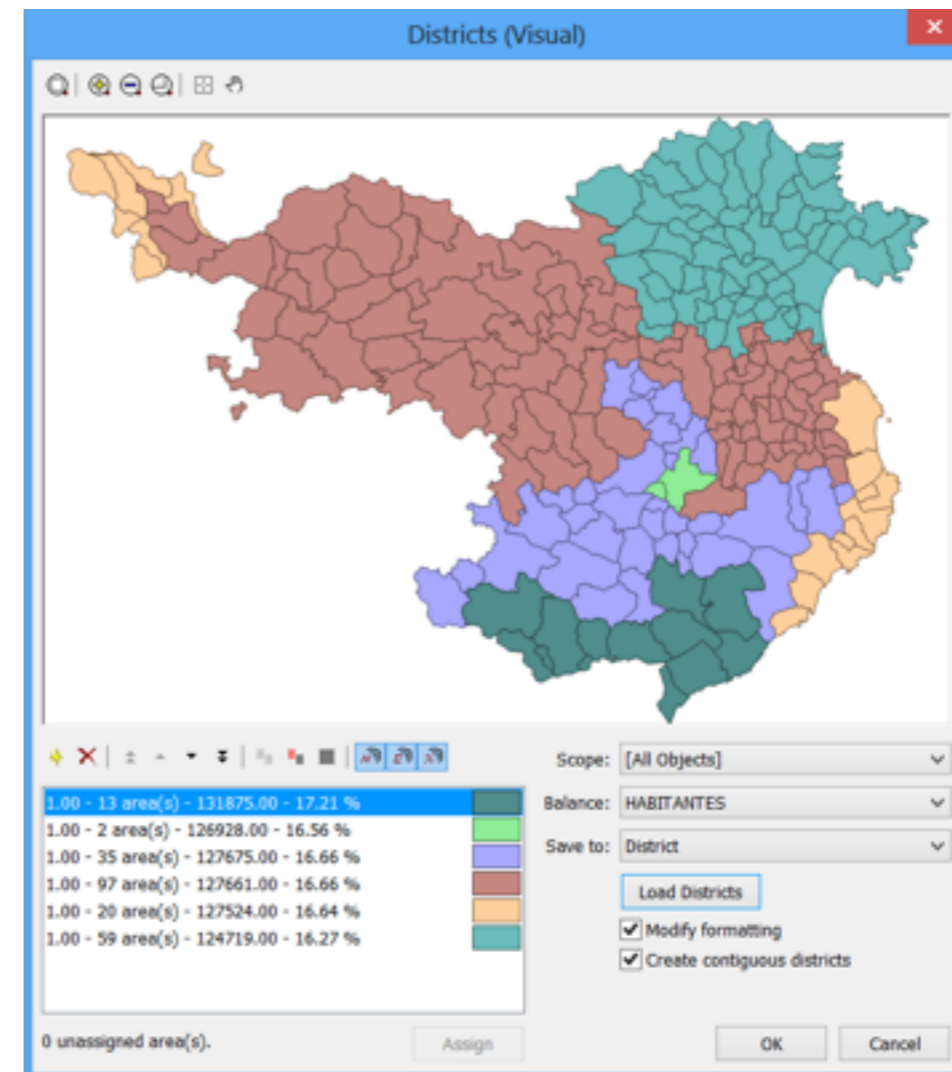
En la figura anterior vemos un conjunto de provincias españolas que tienen asociadas tres atributos: el nombre de cada provincia, su población y la Comunidad Autónoma a la que pertenecen (CCAA).

Se trata de unir todas la provincias que pertenecen a la misma Comunidad Autónoma y sumar sus habitantes.

Para el problema de las oficinas de seguros puede utilizarse esta funcionalidad si bien previamente debería hacerse una estimación sobre cantidades resultantes de la fusión.

Por ello existe otra funcionalidad, mucho mas adecuada, que genera automáticamente una propuesta de agrupaciones basada en los atributos resultantes y permite además modificarlos de forma interactiva.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR DISTRITOS	
PUZZLE		PUZZLE
<p>DESCRIPCIÓN: Crea conjuntos de elementos (el número que se especifique) en base a un cálculo de reparto a partir de un atributo numérico (electores, clientes, volúmenes de ventas, facturación, etc...)</p>		
<p>COMENTARIOS: El algoritmo puede funcionar tanto de forma totalmente automática como asistida permitiendo mediante un menú asignar elementos de manera manual y visual tanto respecto a los elementos geográficos como al atributo en base al que se hace el reparto <u>recalculando</u> de forma dinámica los resultados según se van efectuando los cambios.</p>		
<p>PROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 3.- Obtención de resultados y visualización. 		



La funcionalidad una vez proporcionada la distribución inicial permite reasignaciones mediante un menú interactivo en donde puede verse tanto a nivel visual como los cálculos resultantes de forma dinámica.

Caso 5: Tiempos de recorrido y acceso. Gestión con REDES.

Introducción.

Este ejemplo se centra en el análisis de facilidades de acceso en base a velocidades y desplazamientos a pié, vehículos particulares o transporte público. También en la detección de lugares estratégicos para ubicar comercios o servicios públicos.

Ejemplos similares en donde puede aplicarse el mismo proceso.

- Geo-marketing: Identificación de lugares estratégicos para la ubicación de comercios en función de su facilidad de acceso. Estimación de clientelas potenciales y dimensionamiento de actividades. Planteamiento de hipótesis de ubicación estratégica.
- Urbanismo y protección ciudadana: Ubicación estratégica de Hospitales, cuarteles de policía, estaciones de bomberos. Planteamiento de hipótesis para la ubicación de nuevas estaciones de metro o paradas de autobuses. Estimación y dimensionado de actividades y necesidades.

Descripción del caso.

Para instalar un nuevo Centro Comercial en una ciudad sus promotores consideran que los aspectos más importantes a valorar para encontrar la ubicación óptima para el mismo son los siguientes:

- 1.- Encontrar una ubicación “estratégica” dentro de la red de calles urbana con unas posibilidades de acceso de la clientela potencial optimas.
- 2.- Buscar un lugar en donde la clientela potencial que pueda acceder al mismo caminando, en transporte público o en vehículo propio sea máxima.

Para desarrollar este estudio disponen de las redes de transporte público, la red de carreteras y las de calles además de los portales (PUNTOS) y número de residentes en cada uno de ellos. También se dispone de sus edades.

Estrategia.

En los ejemplos anteriores se han presentado ejemplos de análisis de competencia o de clientela potencial pero en ninguno de ellos se han tenido en cuenta el tiempo que necesitan esos clientes potenciales para acceder a los lugares.

Tampoco se ha realizado un estudio sobre los mejores lugares para poner esos centros comerciales teniendo en cuenta las posibles redes de acceso de una manera integral, es decir, estudiando su funcionamiento conjunto.

Por ello el planteamiento de este problema es muy diferente.


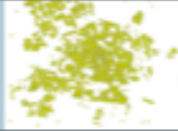



El modelo de geo-conceptualización plantea para este caso dos fases:

- 1.- Localización de los mejores lugares para instalar el centro comercial respecto a una red de comunicaciones (carreteras).
- 2.- Valoración de la clientela potencial de los lugares elegidos en la primera parte para decidir cual de ellos es el mejor respecto a criterios de accesibilidad.

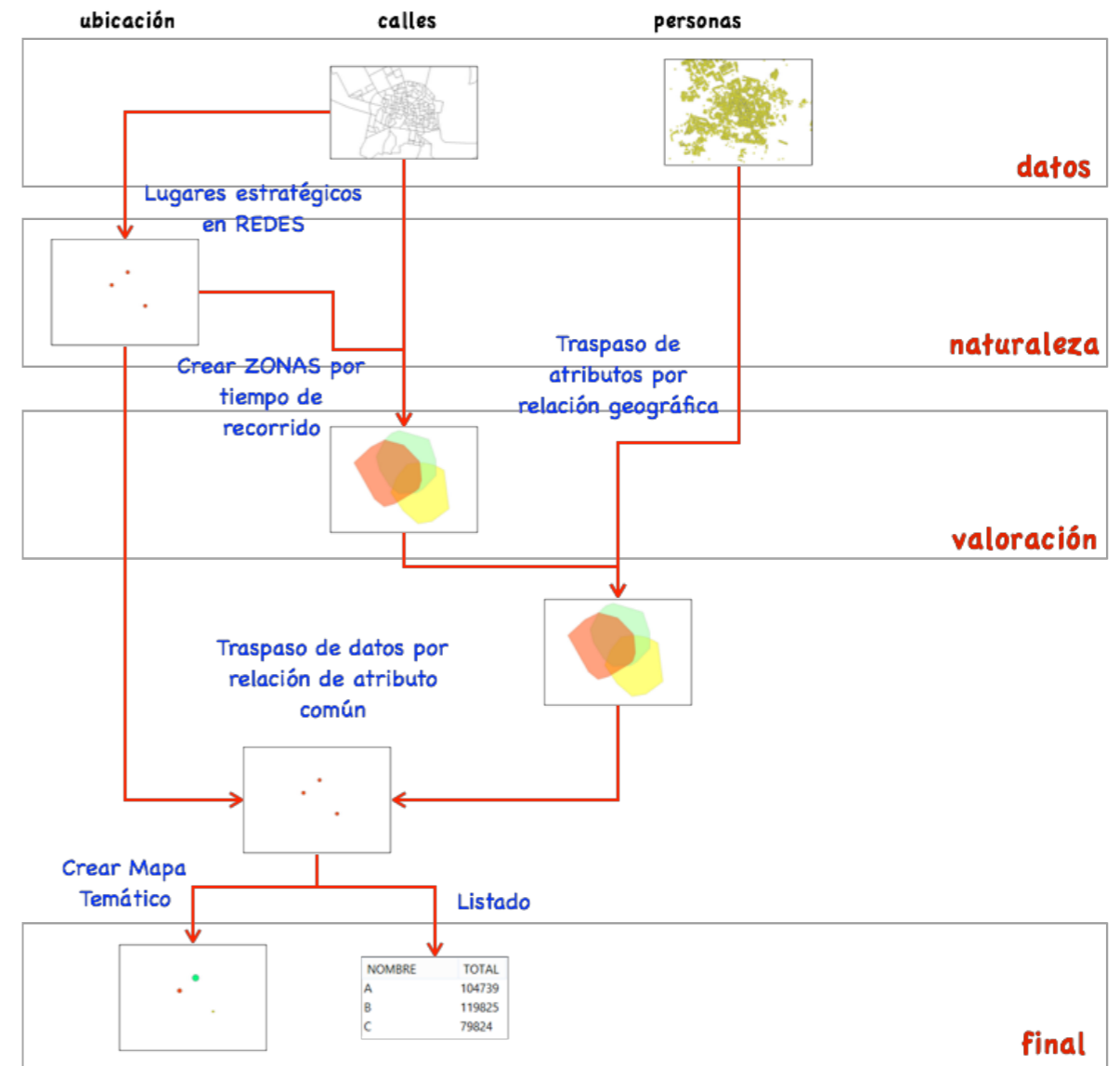
ESTRATEGIAS ESPACIALES DE INTELIGENCIA DE UBICACIÓN RELACIONADAS CON EL EJEMPLO

- | |
|--|
| 1.- Segmentación. |
| 2.- Ubicaciones estratégicas de accesibilidad |
| 3.- Optimización del servicio al cliente y logística |
| 4.- Optimización de la dimensión de las actividades (negocios) |
| 5.- Campañas de publicidad, difusión o despliegue. |
| 6.- Planteamiento de hipótesis. |

Geoconceptualización.

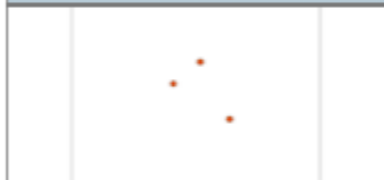
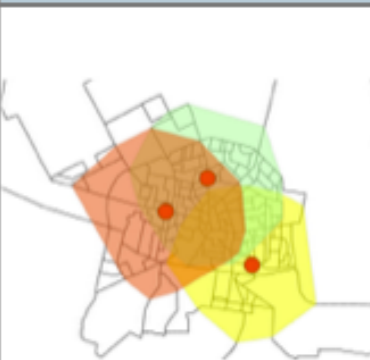

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES											
	FACTORES										
FASE	Centros estratégicos	Redes de transporte	Sujetos								
DATOS											
		REDES	PUNTOS								
NATURALEZA											
	PUNTOS										
VALORACIÓN											
	ZONAS										
FINAL			<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>104739</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>119825</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>79824</td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE	TOTAL	A	104739	B	119825	C	79824
	NOMBRE	TOTAL									
A	104739										
B	119825										
C	79824										
	PUNTOS										

Construcción del modelo.



Funcionalidades utilizadas.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	UBICAR "N" LUGARES ESTRATÉGICOS	
RED		PUNTOS
<p>DESCRIPCIÓN: Identifica "n" elementos PUNTO o nodos de la red (el número que es especifique) de manera que su posición sea óptima respecto a su posición en la RED y el atributo especificado (por ejemplo conteniendo la velocidad de circulación)</p> <p>COMENTARIOS: Debe especificarse el número de centros a crear. En el caso del ejemplo fueron 3. Utiliza para su creación el atributo que se especifique (por ejemplo la velocidad media de los tramos). Los puntos identificados son siempre nodos de la RED</p> <p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR ZONAS SEGÚN TIEMPO DE ACCESO	
PUNTOS		ZONAS
		
RED		
<p>DESCRIPCIÓN: Asigna valores a un conjunto de elementos PUNTUALES considerados como "centros de gravedad" en función de los valores asociados a los puntos a los que "atrae" y a la distancia que los separa.</p> <p>COMENTARIOS: Esta funcionalidad requiere disponer de un componente de RED y una serie de nodos de la misma a partir de los cuales se valorará ese tiempo para la creación de las zonas. Los tramos de la RED deben disponer de un atributo con los valores de velocidad de recorrido o impedancias.</p> <p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

Esta funcionalidad puede utilizarse para cualquier tipo de red (redes de carreteras, redes de metro, autobús, etc...) si bien deben tenerse todas la redes deben esatr estructuradas y con sus correspondientes tiempos de recorrido.

Las siguientes figuras muestra un ejemplo de utilización de esta funcionalidad valorando los lugares desde donde puede

accederse a una determinada estación de metro (identificada con la letra A). Se analizan también los accesos desde las primeras y segundas estaciones de la misma línea de metro, teniendo en cuenta los tiempos de trayecto y lo mismo para una segunda línea en donde es necesario realizar un transbordo.

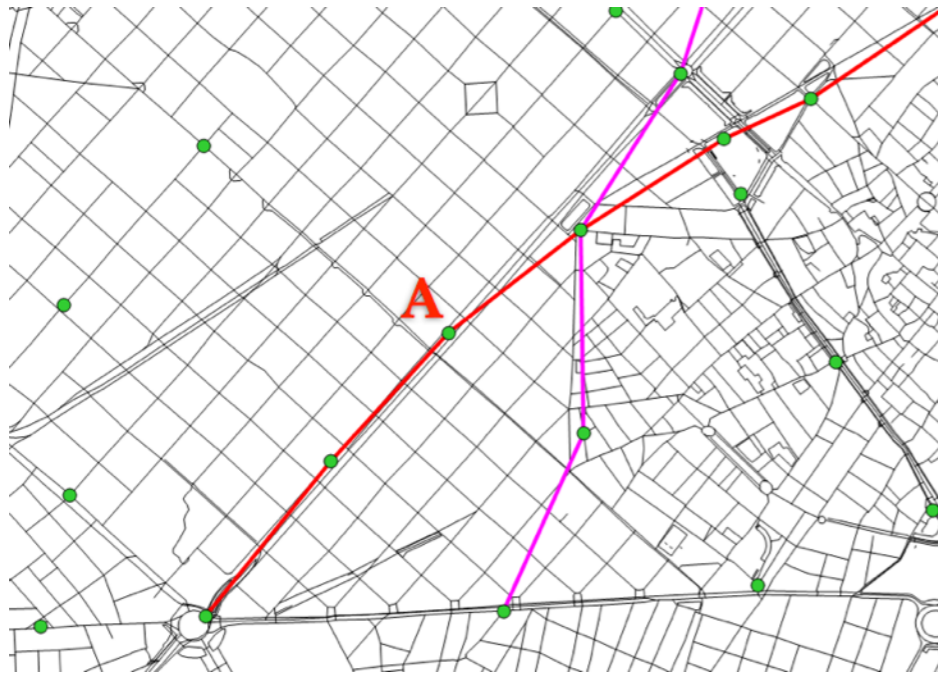
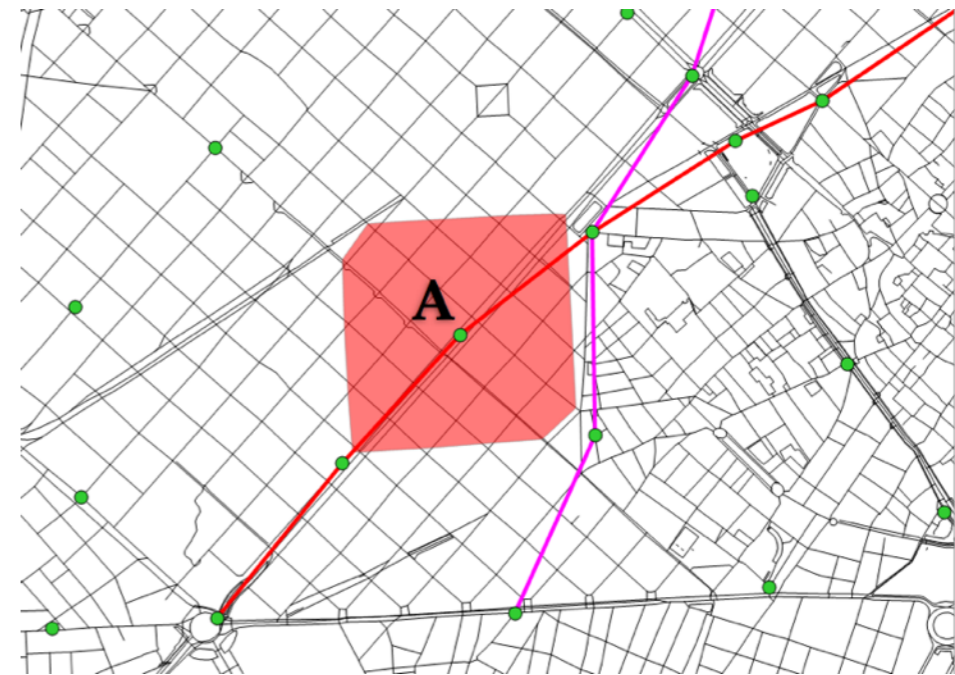
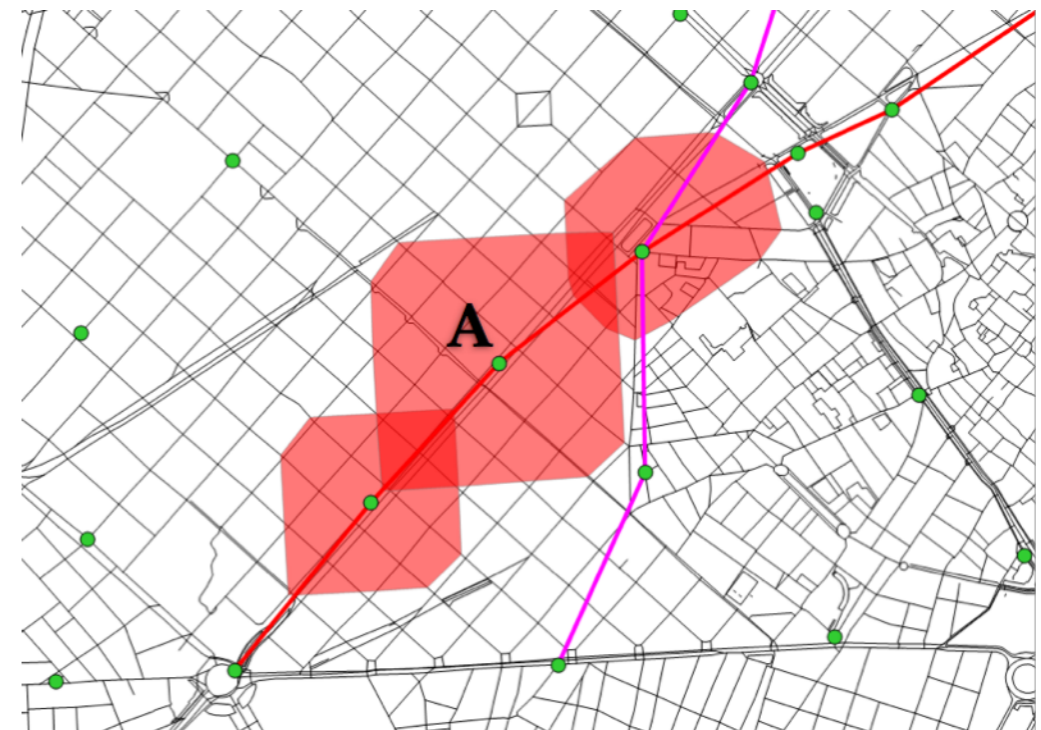


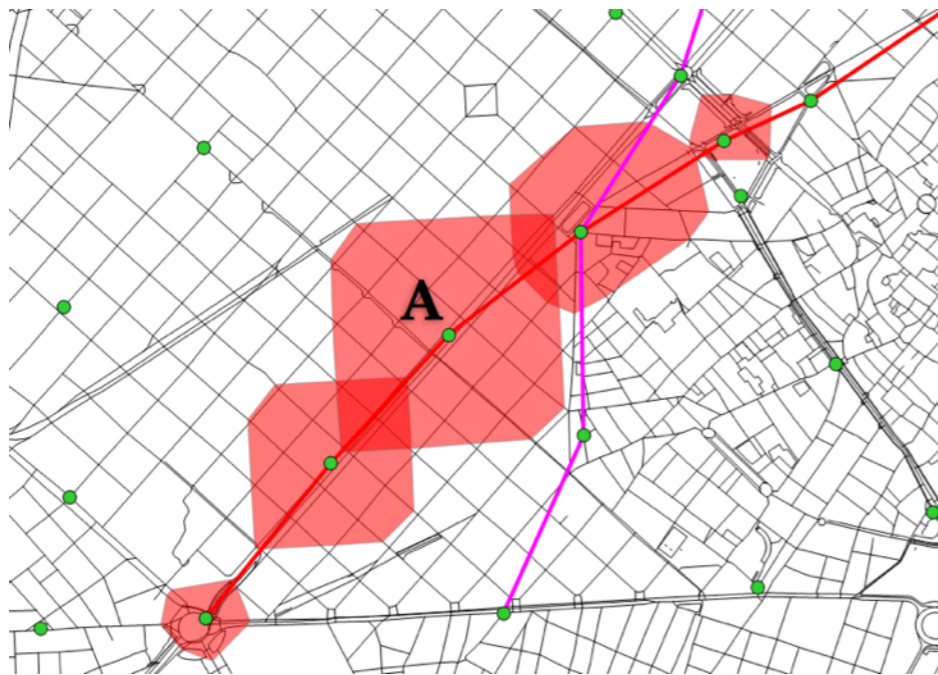
Figura 3.24.- Líneas de metro.



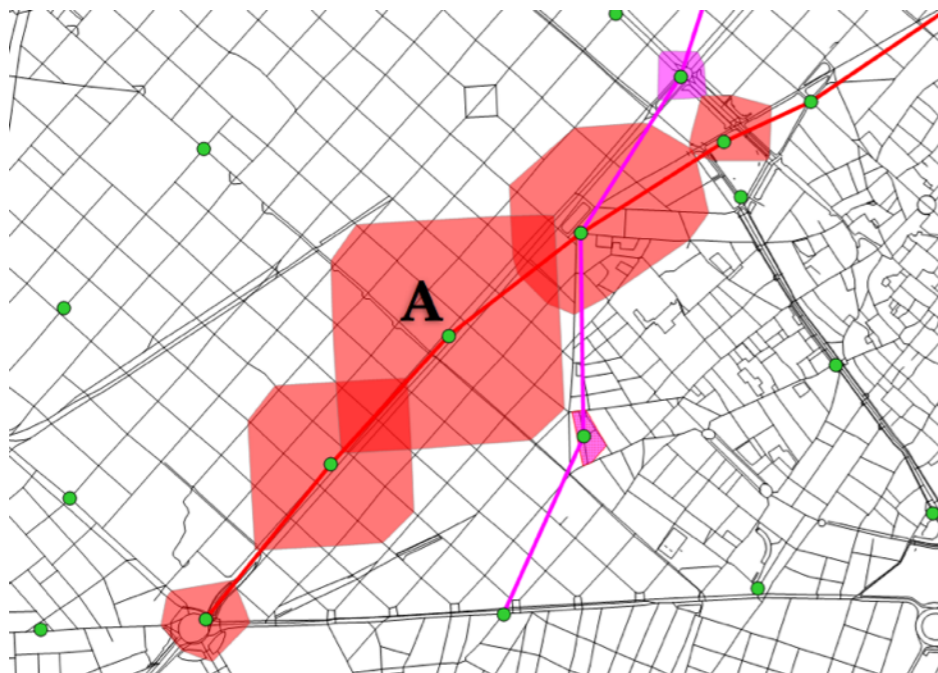
3.25.- Primeras estaciones



3.26.- Segundas estaciones.



3.27.- Terceras estaciones.



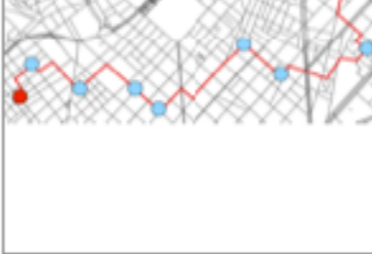



3.28.- Transbordos

Otras funcionalidades relacionadas de interés para estos casos.

Existen además otras funcionalidades que si bien no se utilizan en este caso están muy relacionadas con ellas y tienen también utilidad en diversos análisis de ubicaciones estratégicas, optimización de recursos de distribución u optimización de rutas de abastecimiento o visitas de comerciales.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
 PUNTOS	RUTA ÓPTIMA SIMPLE (TIEMPO DE RECORRIDO)	
 RED		
DESCRIPCIÓN: Crea una línea que es la distancia mínima de recorrido entre dos puntos (uno de salida y otro de llegada) circulando por una red y según las velocidades de recorrido de cada uno de los tramos que componen la red.		
COMENTARIOS: La red debe estar estructurada y disponer de un atributo que conteniendo la velocidad de recorrido.		
PROCESOS: <ol style="list-style-type: none"> 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	<p data-bbox="598 419 845 558">RUTA OPTIMA MÚLTIPLE (PROBLEMA DEL VIAJANTE)</p>	
<p data-bbox="268 459 411 489">PUNTOS</p>		
 <p data-bbox="304 707 375 737">RED</p>		<p data-bbox="1053 707 1146 737">LÍNEA</p>
<p data-bbox="159 771 1256 910">DESCRIPCIÓN: Crea una línea que es la distancia mínima de recorrido entre una serie de puntos (uno de salida, otro de llegada y otros por donde debe pasarse) circulando por una red y según las velocidades de recorrido de cada uno de los tramos que componen la red.</p>		
<p data-bbox="159 950 1256 1089">COMENTARIOS: La red debe estar estructurada y disponer de un atributo que conteniendo la velocidad de recorrido. La secuencia de puntos intermedios a recorrer la proporciona el programa, el usuario sólo debe especificar cuales son esos puntos de paso.</p>		
<p data-bbox="159 1119 625 1218">PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

Caso 6: Integración de funcionalidades I

Introducción.

Tanto este caso como el siguiente son desarrollos un poco más complejos en donde se pretende utilizar las funcionalidades ya vistas en casos anteriores para combinarlas de formas diferentes. Se trata de ejercicios de síntesis para profundizar un poco más en la teoría de la geoconceptualización y la creación de modelos.

Descripción del caso.

Una empresa dedicada a la venta e instalación de acondicionadores de aire para viviendas va a lanzar una campaña de publicidad y para evitar gastos quiere identificar aquellos edificios en los cuales exista una mayor necesidad de ese tipo de instalación debido a las condiciones del cada edificio.

Los factores que consideran fundamentales son los siguientes:

- 1.- Ruido: a mayor valor de ruido mayor necesidad de acondicionadores.
- 2.- Temperaturas: la necesidad de los acondicionadores es proporcional a la temperatura media de los meses más calurosos.
- 3.- Orientación y superficie de fachada: se consideran como orientaciones más propicias las sur en primer lugar y luego la este y oeste. Las fachadas norte tienen un nivel inferior.
- 4.- Superficie de fachada: debe combinarse con el factor anterior.
- 5.- Renta disponible: al tratarse de un electrodoméstico costoso es un factor importante.

RESULTADOS ESPERADOS

Asignación a cada uno de los edificios de toda una ciudad de un valor resultante de la combinación de los 5 factores.

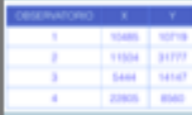
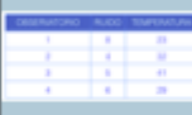







Estrategia.

Este caso presenta como ejemplo de adquisición de valores para factores a partir de la utilización de un Sistema de Información Geográfica ya que ninguno de los factores está directamente asignado a cada edificio.

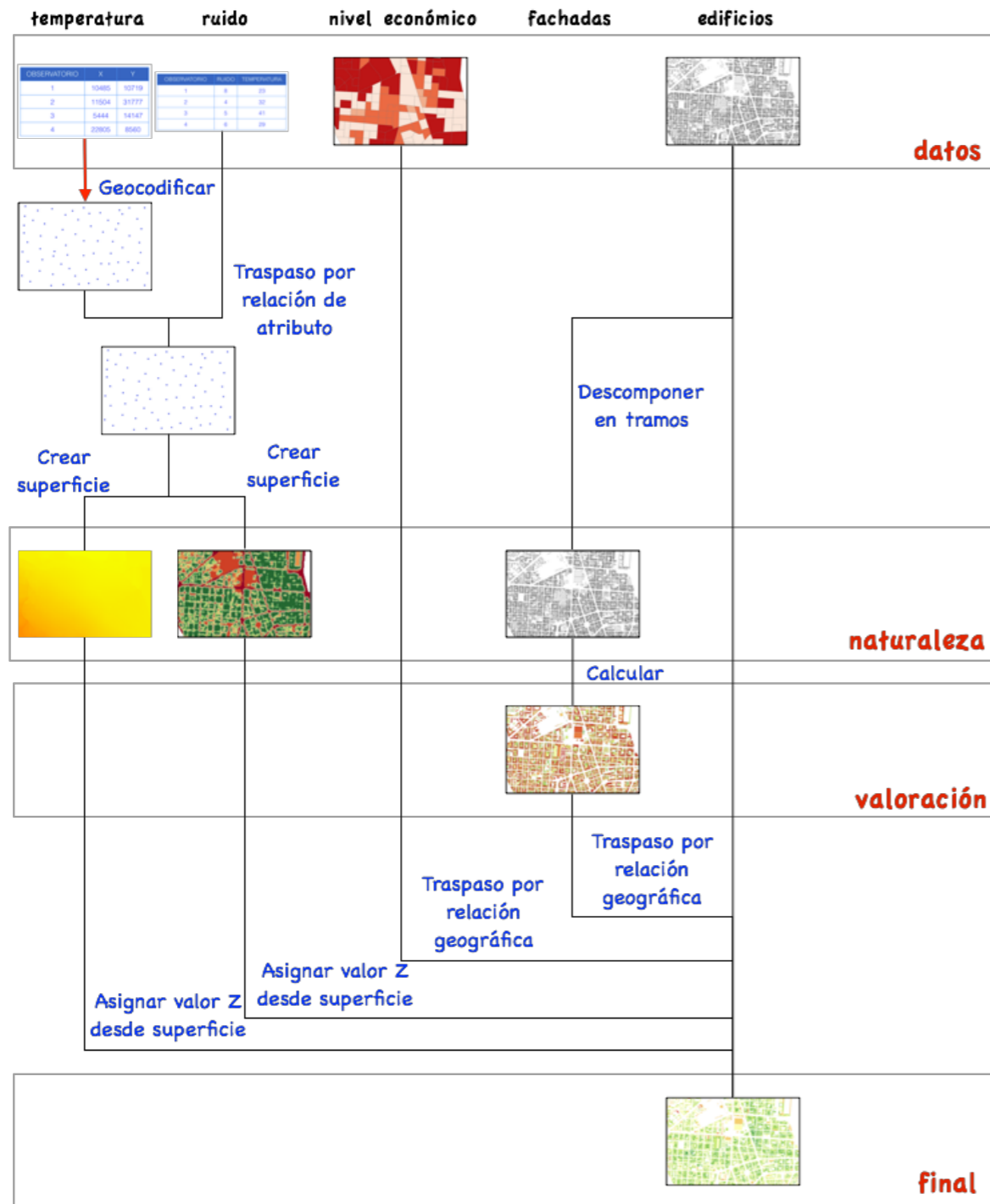
En este ejemplo sólo se utiliza una funcionalidad nueva que para desarrollarla fue necesario crear un algoritmo específico para descomponer de forma automática las fachadas de los edificios según sus orientaciones.

ESTRATEGIAS ESPACIALES DE INTELIGENCIA DE UBICACIÓN RELACIONADAS CON EL EJEMPLO	
1.-	Segmentación
2.-	Optimización de la dimensión de las actividades (negocios).
3.-	Optimización de ubicaciones y zonificaciones
4.-	Oportunidades de ubicación (huecos de mercado)
5.-	Campañas de publicidad, difusión o despliegue.
6.-	Planteamiento de hipótesis.

Geoconceptualización.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES					
		FACTORES			
FASE	Edif.	Temper.	Ruido	Nivel económico	Orientación y superficie de fachada
DATOS					
		TABLA GEO + TABLA RELACIONABLE			PUZZLE
NATURALEZA					
		SUPERFICIE	SUPERFICIE		LÍNEAS
VALORACIÓN					
					ZONAS
FINAL					
		ZONAS			

Construcción del modelo.



Caso 7: Integración de funcionalidades II

Para instalar un nuevo comercio sus promotores precisan obtener respuestas a las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué características pueden estimarse sobre la clientela potencial?
- 2.- ¿Cuál es el mejor edificio para instalar un nuevo negocio?.
- 3.- ¿Cuál es su competencia?.
- 4.- ¿Cuánta clientela podemos esperar?.
- 5.- ¿Qué impacto puede ocasionar la apertura de ese nuevo comercio respecto a la clientela de los competidores?.

INFORMACIÓN DISPONIBLE

Un fichero SIG con las siguientes capas de información:

- 1.- Portales (PUNTOS) con el número de personas y sus edades.
- 2.- Comercios similares ya existentes (PUNTOS).
- 3.- Edificios (ZONAS).

ESTUDIOS A REALIZAR:

- 1.- Identificar por estimación las características de la población que son clientes potenciales de los comercios actuales.
- 2.- Identificar los lugares en donde hay una mayor densidad de clientela potencial en función de los valores obtenidos en el punto primero.
- 3.- Identificar los edificios que se encuentran en lugares en donde existe una presencia alta de clientes potenciales y baja de competidores.

Estrategia.

Para obtener soluciones es necesario descomponer el proceso en cuatro fases.

El objetivo de la primera fase es la determinar que características tiene (respecto a edades en este caso) nuestra clientela potencial. Para ello suponemos que los mejores lugares para obtener información sobre esa clientela pueden ser aquellos lugares en donde existe una competencia mayor entre comercios similares. Para ello procedemos a analizar mediante la funcionalidad Kernel (ya utilizada en problemas anteriores) en donde se produce esa mayor acumulación densidad.

Una vez identificada esa zona analizaremos la información sobre las características de la población existente en esos lugares. En base a ella procedemos a “segmentar” esa clientela para proceder a utilizar esos valores en la segunda fase.

En la segunda fase partiremos de valorar exclusivamente como clientes potenciales a aquellos sectores de población identificados en la primera fase.

Utilizando nuevamente la funcionalidad Kernel identificamos los lugares en donde tenemos una acumulación/densidad de esa clientela potencial.

A continuación compararemos a nivel espacial los lugares en donde los valores de acumulación/densidad de clientes es alta con aquellos en donde la de nuestros competidores es baja. Esto nos identificará los lugares en donde existe un “hueco” a nivel espacial para el nuevo negocio. A continuación únicamente necesitamos identificar los edificios ubicados en esas zonas para buscar un local disponible.

En la tercera fase utilizaremos un Puzzle de Voronoi para valorar el impacto de nuestro nuevo comercio respecto al los existentes en las inmediaciones y al mismo tiempo los edificios en donde podemos comenzar una campaña de publicidad por buzoneo.

Finalmente en la fase cuarta se analiza el posible impacto de implantación del nuevo comercio respecto a la clientela de los comercios similares cercanos.

Las fases son las siguientes:

Fase 1: Identificación de factores para la segmentación de la clientela.

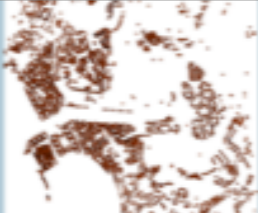



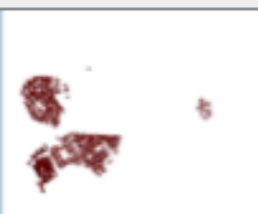

Fase 2: Puntos calientes de clientela potencial.

Fase 3: ¿Cuál es la clientela potencial de los lugares posibles?.

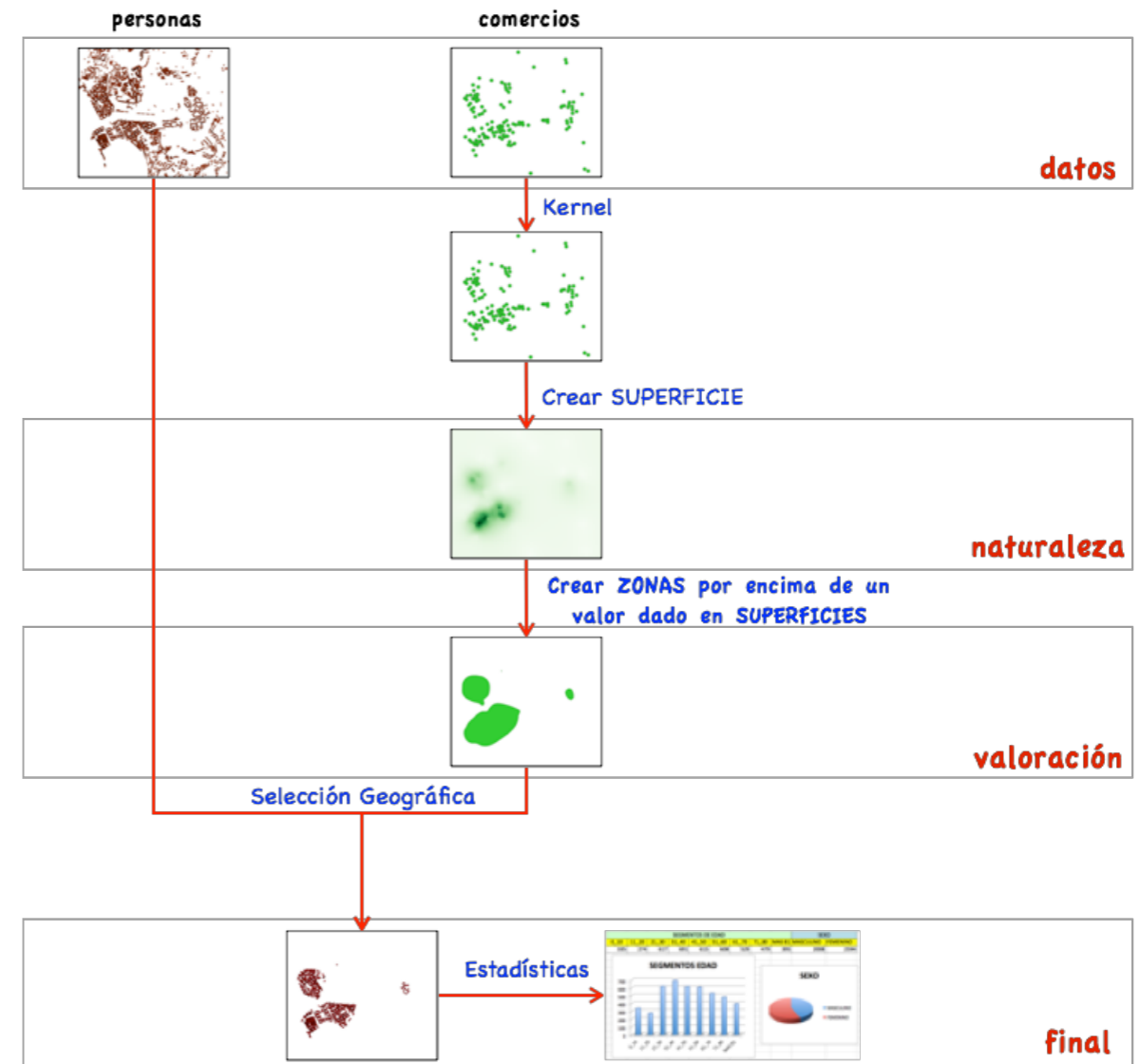
Fase 4: ¿Qué impacto puede producir en la clientela la apertura de un nuevo establecimiento?.

ESTRATEGIAS ESPACIALES DE INTELIGENCIA DE UBICACIÓN RELACIONADAS CON EL EJEMPLO
1.- Segmentación
2.- Análisis de competencias/sinergias
3.- Optimización de la dimensión de las actividades (negocios)
4.- Identificación de puntos fríos y calientes
5.- Optimización de ubicaciones y zonificaciones
6.- Oportunidades de ubicación (huecos de mercado)
7.- Estimación de impactos sobre situaciones iniciales
8.- Campañas de publicidad, difusión o despliegue.

Geoconceptualización Fase 1.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES		
	FACTORES	
FASE	Personas	Comercios similares
DATOS		
	PUNTOS	PUNTOS
NATURALEZA		
		SUPERFICIE
VALORACIÓN		
		ZONAS
FINAL		
	PUNTOS	ESTADÍSTICA

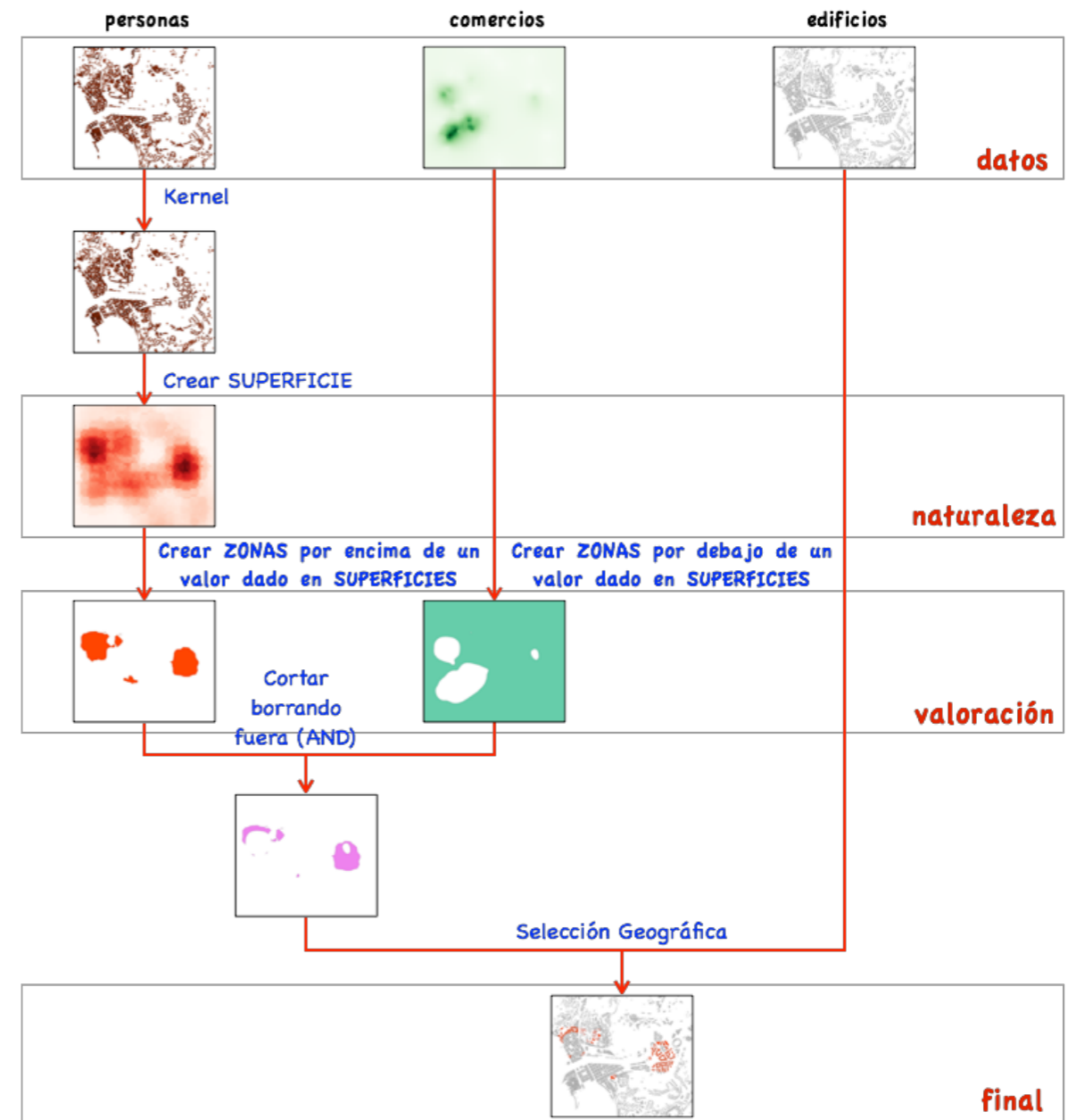
Construcción del modelo de la Fase 1.



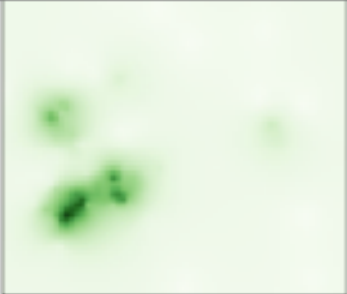

Geoconceptualización Fase 2.


IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES			
		FACTORES	
FASE	EDIFICIOS	Personas	Comercios
DATOS			
		PUNTOS	SUPERFICIE
NATURALEZA			
		SUPERFICIE	
VALORACIÓN			
		ZONAS	ZONAS
FINAL			
		ZONAS	

Construcción del modelo de la Fase 2.



Funcionalidades utilizadas.

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CREAR ZONAS POR DEBAJO DE UN VALOR DADO A PARTIR DE SUPERFICIES	
SUPERFICIE		ZONAS
<p>DESCRIPCIÓN: Crea componentes ZONA con todas partes que tengan un inferior al valor especificado de una SUPERFICIE.</p>		
<p>COMENTARIOS: Esta funcionalidad también se utiliza para la detección de puntos calientes o fríos tras realizar análisis gravitatorios o KERNEL</p>		
<p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales.</p>		

COMPONENTES DE ENTRADA	FUNCIONALIDAD	COMPONENTES DE SALIDA
	CORTAR BORRANDO FUERA (INTERSECCIÓN)	
ZONAS		
		
ZONAS		ZONAS
<p>DESCRIPCIÓN: Corta o interseca los componentes de entrada quedando como resultado sólo aquellas partes que se encuentran dentro de ambos. Equivale al desarrollo gráfico del operador "Y" (AND)</p>		
<p>COMENTARIOS: La red debe Equivale al desarrollo gráfico del operador "Y" (AND)</p>		
<p>PROCESOS: 1.- Preparación de los Datos. 2.- Gestión de Datos Espaciales. 3.- Obtención de resultados y visualización.</p>		

Geoconceptualización Fase 3.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES		
FACTORES		
FASE	Personas	Comercios (incluyendo los nuevos)
DATOS		
	PUNTOS	PUNTOS
NATURALEZA		
		PUZZLE
VALORACIÓN		
		PUZZLE
FINAL		
	ZONAS	

Construcción del modelo de la Fase 3.

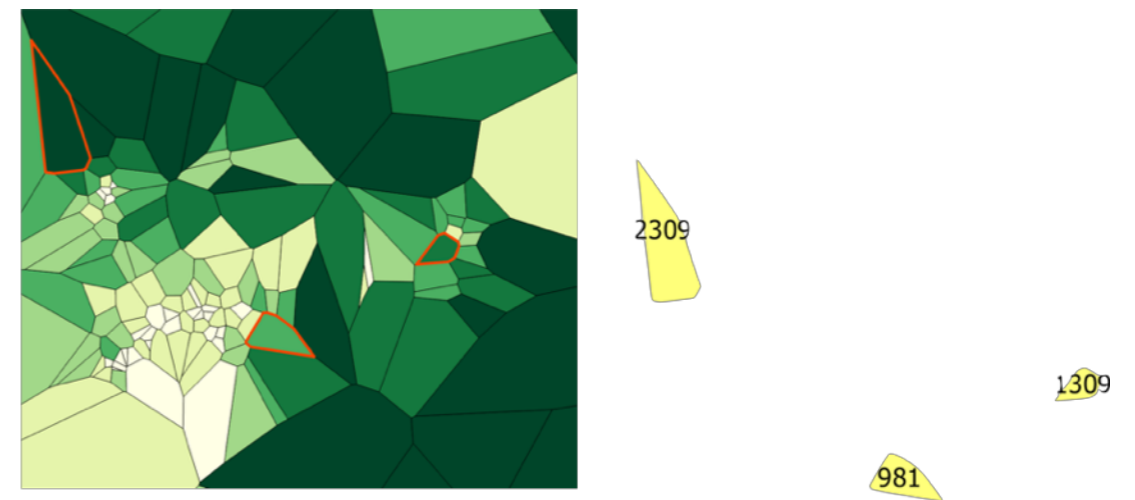
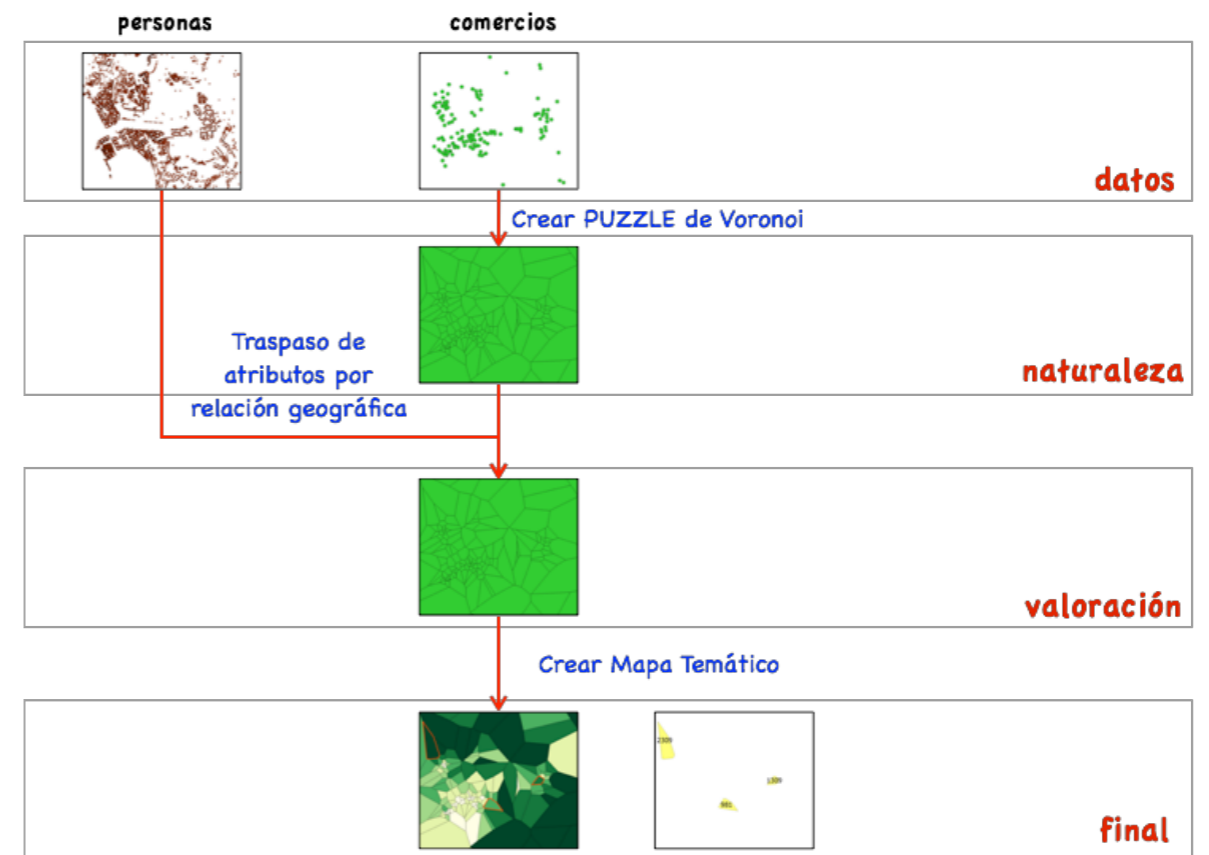
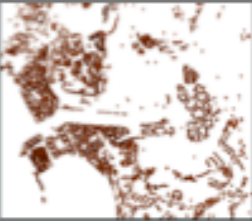






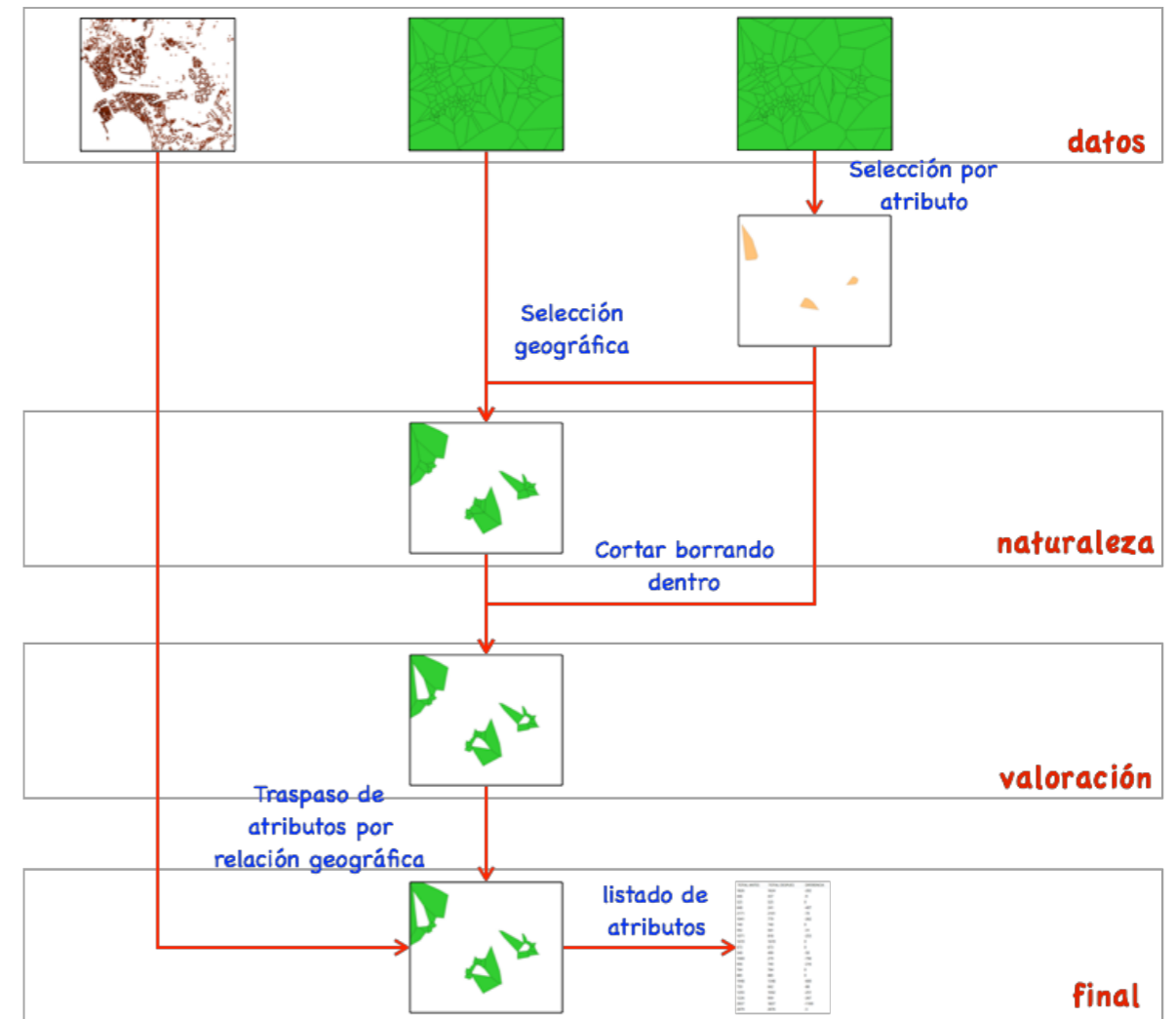


Figura 3.29.- Resultados.

Geoconceptualización Fase 4.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES			
	FACTORES		
FASE	Personas	Situación inicial	Situación final
DATOS			
	PUNTOS	PUZZLE	PUZZLE
NATURALEZA			
		ZONAS	
VALORACIÓN			
		ZONAS	
FINAL			
	ZONAS		LISTADO

Construcción del modelo de la Fase 4.



Visualización científica

DER GOLFSTROM IM WINTER (JANUAR)
und Standpunkt der
THERMOMETRISCHEN KENNTNISS
IM NORDATLANTISCHEN OCEAN & LANDGEBIETES

IM JAHRE 1870.

Von A. Petermann.

Mittlere Monats- & Jahresmittel
nach dem von 2000 Beobachtungen

ausgewählten Beobachtungsstellen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen

ausgewählt von 2000 Beobachtungen



El mapa de la tragedia.

El 23 de junio de 1812 la “Grande Armée” de Napolón Bonaparte se puso en marcha para intentar conquistar Rusia.

Mas de 600.000 hombres, el mayor ejérrcito visto en un campo de batalla en la historia europea, cruzan el río Niemen y comienzan una invasión de consecuencias imprevisibles.

El 14 de diciembre de 1912 sólo 58.000 supervivientes consiguen volver a cruzar el río Niemen, en esta ocasión en sentido contrario, finalizando así la campaña militar con una trágica derrota. La falta de una estructura de aprovisionamento, las enfermedades, las deserciones, las muertes en combate y el frio, fueron las causas de esa derrota.

Charles Minard, ingeniero civil francés y pionero en la utilización de gráficas en ingeniería y estadística representó en 1869 a la perfección esta trágica catástrofe mediante el siguiente mapa:

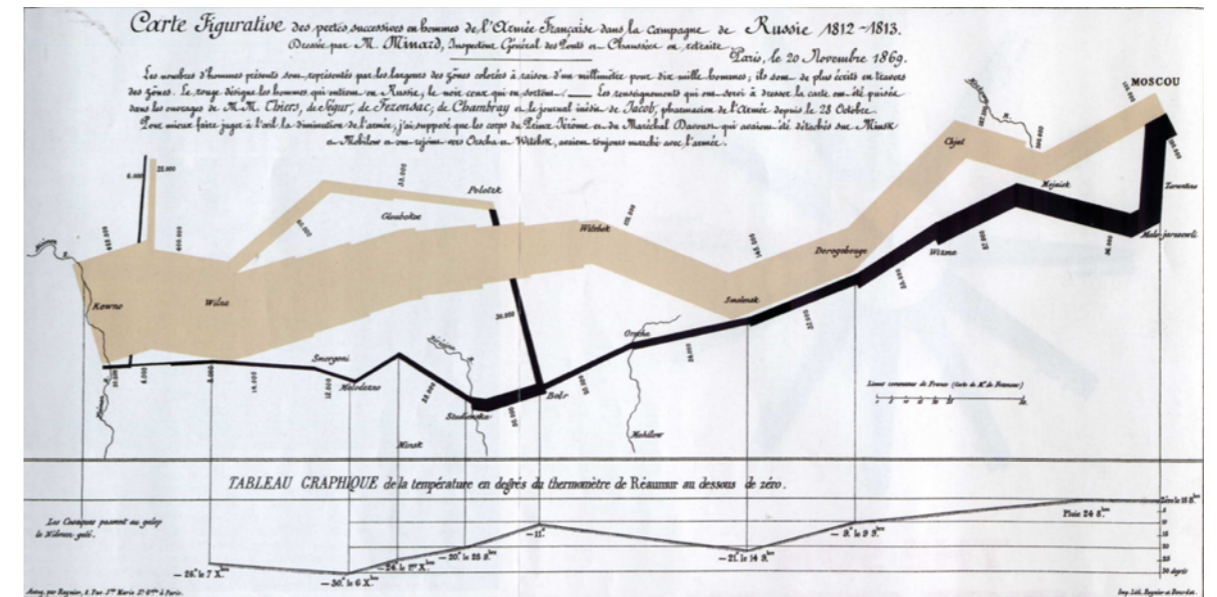


Figura 4.1.- Mapa temático 1: La campaña de Napoleón en Rusia.

Sin lugar a dudas este es uno de los mejores ejemplos de como representar de forma “efectiva” e impactante la información espacial.

Representación Espacial y Cartografía Temática: introducción a la semiología gráfica.

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

1. El mapa de la tragedia.
2. La importancia de la sintaxis visual.
3. Efectividad visual.
4. El proceso de Transmisión Cartográfica.
5. Diseño y producción de documentos cartográfico-temáticos.
6. Los Datos.
7. Los tipos de documentos.
8. Las Variables Visuales.
9. Propiedades Perceptivas de las Variables Visuales.

La importancia de la sintaxis visual.

La gramática y la sintaxis se ocupan de hacer que nuestro lenguaje no sólo sea correcto si no también inteligible en base a unas reglas de composición y una ortografía perfectamente definidas.

Este mismo párrafo escrito en Tamil tendría el siguiente aspecto:

இலக்கண மற்றும் தொடரியல் எங்கள் மொழி செய்யும் அக்கறை மட்டுமே சரியான அல்ல, ஆனால் அது முழுமையாக வரையறுக்கப்பட்ட தொகுப்பு மற்றும் எழுத்துப்பிழை விதிகள் அடிப்படையில் அனைவருக்கும் புரியக்கூடிய .

Seguramente la mayoría de los lectores de este libro será incapaz de leerlo porque no conocen el idioma (suponiendo que el traductor utilizado haya hecho además un buen trabajo). Evidentemente le será mucho más difícil identificar si la ortografía y la sintaxis es la correcta.

Sin embargo el lenguaje gráfico es universal y todos entendemos que quieren decir el siguiente símbolo:



Figura 4.2.- Ejemplo de símbolo.

Cuando utilizamos un teléfono celular, una tableta o un ordenador activamos las aplicaciones a abrir mediante iconos o símbolos. El lenguaje gráfico nos sirve para comunicarnos de forma fácil y rápida con nuestros dispositivos electrónicos.

Estas pequeñas figuras tienen además una característica bastante interesante: son más o menos universales o están *normalizados”, es decir, son iguales o parecidas en casi todas partes. Un ejemplo evidente son las señales de tráfico que, salvo pequeñas variaciones en palabras o detalles, tienen un uso prácticamente universal.

No obstante esa normalización universalmente aceptada no implica que todos los lectores de símbolos sean capaces de entender su significado y es cada vez más frecuente encontrar símbolos difíciles de interpretar o con un significado cuando menos confuso o ambiguo.

Por ejemplo ¿que significa la siguiente señal de tráfico?.



Figura 4.3.- Ejemplo de símbolo confuso.

En realidad los símbolos nos sirven para responder a preguntas o identificar acciones utilizando un lenguaje visual con el cual estamos bastante familiarizados los humanos.

Seguramente alguna vez ha buscado en un aeropuerto, tal vez con urgencia, el símbolo de la figura 4.1. Esa búsqueda supone el planteamiento de una pregunta a nosotros mismos: ¿donde están los baños o aseos?. En cuanto vemos el símbolo, en cualquier lugar del mundo y con independencia del idioma, encontramos la respuesta y sabemos a donde tenemos que ir.

Efectividad visual.

El objetivo de la Cartografía Temática es similar al de los símbolos: comunicar información y proporcionar respuestas pero en este caso, en un ámbito espacial, es decir, en donde las preguntas seguramente contienen la palabra ¿donde? y en donde

la posición o distribución espacial desempeña un papel fundamental.

En cartografía es posible encontrar mapas que resultan muy evidentes mientras otros son confusos o proporcionan una información desconcertante. Se trata de mapas en donde es posible encontrar respuestas de forma efectiva y otros en donde es necesario un mayor esfuerzo y en los cuales las respuestas obtenidas pueden no ser demasiado claras.

Un ejemplo de los primeros es el mapa de Minard mostrado al principio de este tema.

El contenido de este mapa es realmente dramático. El color marrón claro muestra el itinerario de ida y mediante el grosor el número de soldados que salieron para la conquista de Rusia. Es fácil ver como se desvían algunos grupos y como, conforme van avanzando van perdiendo efectivos.

El color negro representa el camino de vuelta. En la parte inferior se ha incorporado además un diagrama con las temperaturas gélidas a las que se vieron sometidas las tropas de Napoleón.

En junio de 1812 cruzaron el río Niemen 691500 soldados, entre el 2 y el 6 de septiembre la expedición tomó Moscú. Sólo unos 58000 hombres sobrevivieron a la campaña. Prácticamente perdieron el 80% de las fuerzas que iniciaron la invasión. Todo

esto queda fielmente reflejado en el mapa, a pesar de ser un documento en principio, poco atractivo, elaborado utilizando tan sólo dos colores.

Para hacernos una idea de su efectividad a nivel comunicación basta comprobar que una vez explicado el objetivo del mapa no es necesario buscar una leyenda explicativa, entendemos con facilidad el dramatismo de lo sucedido en esa campaña napoleónica.

Un caso muy distinto es el del siguiente documento:



Figura 4.4.- Mapa temático 2.

Este mapa muestra el número de fallecimientos por alcoholismo y cirrosis por cada 200000 habitantes en los Departamentos

franceses. El mapa utiliza colores suaves y resulta agradable pero ¿qué nos comunica?, ¿donde hay más fallecimientos?, ¿en el norte?, ¿en el sur?, ¿se distribuye por todo el territorio?.

Tal vez necesite una leyenda para obtener más información:

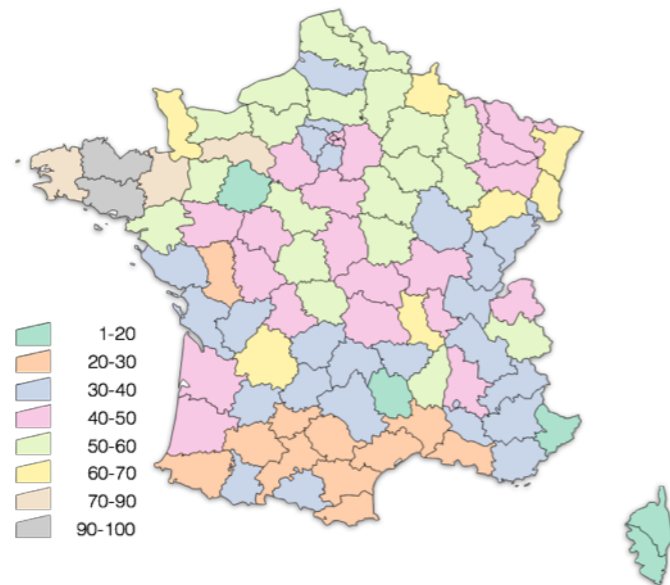


Figura 4.5.- Mapa temático 3.

Aún así para interpretar los datos y buscar una respuesta o distribuciones espaciales, necesitará desplazar constantemente su mirada entre la leyenda y el mapa tratando de identificar cada una de las clases. Encontrar respuestas a las preguntas no es fácil y requiere un poco de trabajo por parte de los lectores.

Para preparar la siguiente figura se ha rehecho el mapa buscando mejorar el poder de comunicación y el resultado es el siguiente:

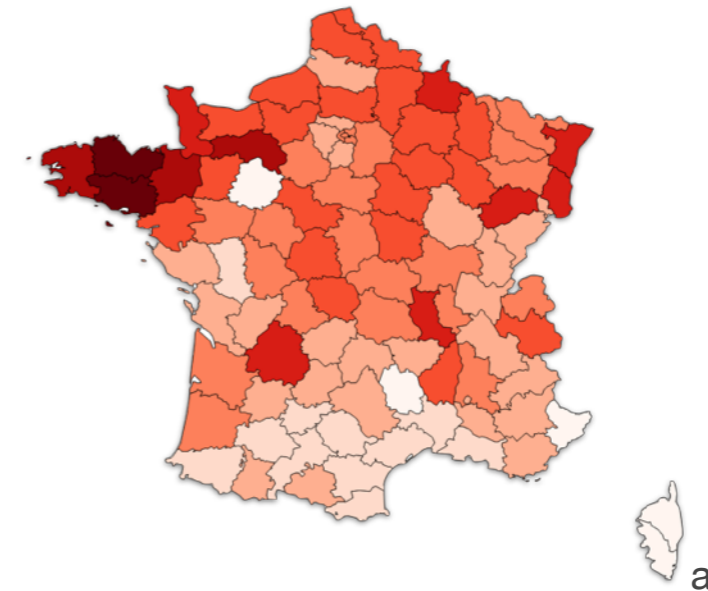


Figura 4.6.- Mapa temático 4.

En este caso, sin necesidad de disponer de la leyenda ya puede encontrar algunas respuestas, basta saber que las tonalidades más oscuras de rojo corresponden a los valores más altos de fallecimientos.

Vemos con facilidad como el número de casos es mayor en el noroeste que en el sureste, aunque existen Departamentos con niveles altos por casi todo el territorio.

Analizando estos ejemplos en su conjunto es posible sacar algunas conclusiones.

En los mapas temáticos 1 y 4 basta conocer su objetivo para responder a las preguntas planteadas, sin embargo en el caso del 3 es necesario utilizar la leyenda de forma constante y aún así no es fácil sacar conclusiones.

Evidentemente los mapas de las figuras 4.3 y 4.6 tienen un mayor nivel de efectividad que el de la 4.2 al permitir una interpretación y un análisis visual del fenómeno representado mucho más eficiente.

La efectividad visual en Cartografía Temática es el poder de transmisión de ideas, conceptos o cantidades a través de mapas.

Esta efectividad se debe medir a partir de la consecución de los siguientes objetivos:

- 1.- Adaptación a las necesidades de los usuarios y a los objetivos de los mapas.
- 2.- Facilidad de lectura o uso.
- 3.- Precisión en la lectura visual.
- 4.- Adaptación a la semiología cartográfica.

Más adelante volveremos sobre estos conceptos.

El proceso de Transmisión Cartográfica.

El proceso de transmisión cartográfica es el conjunto de acciones para relacionar: personas, objetos, conceptos y escenarios, necesarios para transformar, los datos del mundo real, en una “imagen” o abstracción o mapa, capaz de comunicar la

información objeto del documento, a los usuarios o lectores a quienes se dirige.

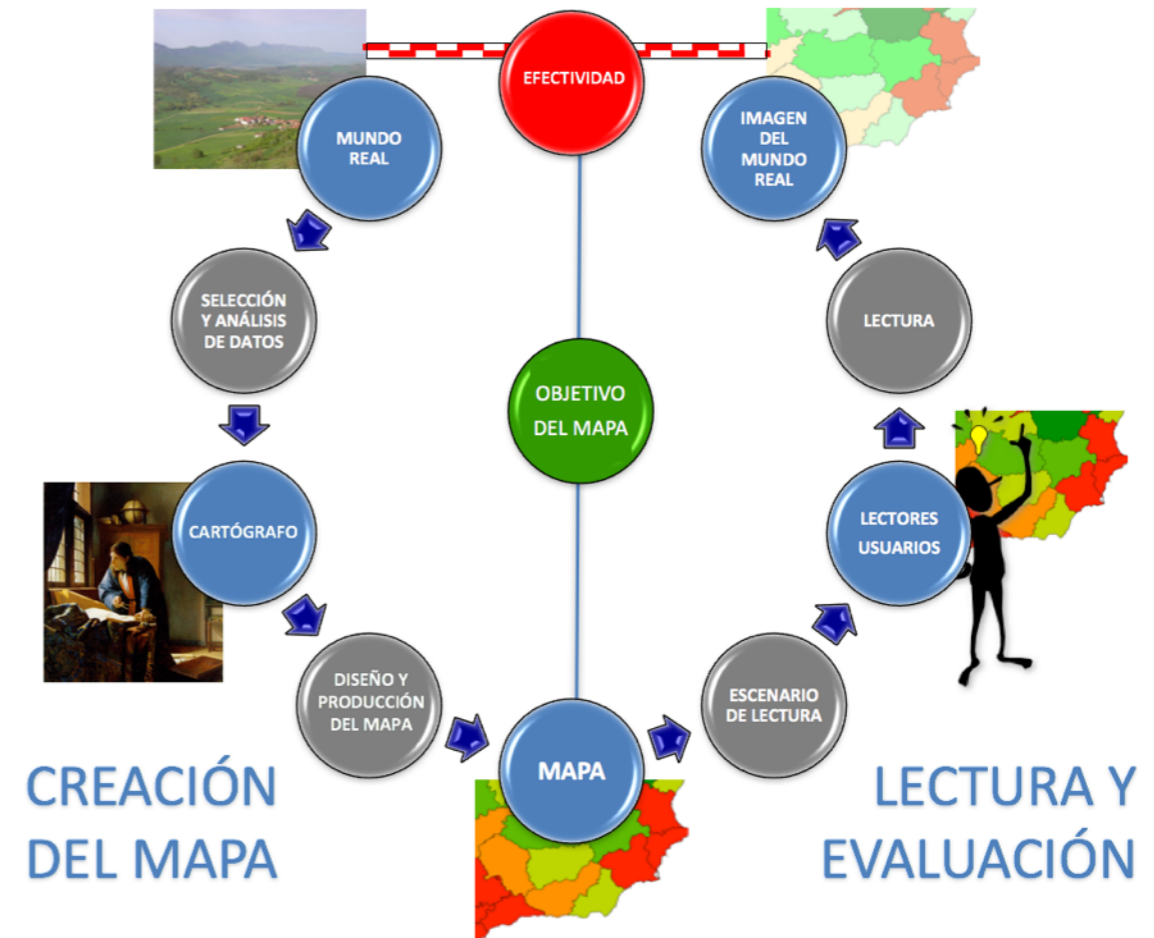


Figura 4.7.- El proceso de transmisión cartográfica.

En el proceso intervienen dos conceptos, dos sujetos y el medio gráfico o mapa.

Los conceptos son: “el mundo” real, definido por posiciones espaciales o ubicaciones y toda la información asociada a las

mismas y “la imagen de ese mundo real” formada en la mente de los usuarios.

Los sujetos son: el cartógrafo o equipo de cartógrafos y los lectores o usuarios.

Finalmente el nexo de unión o punto común a ambos es el “mapa”. Es importante recalcar como el mapa no está en la parte final del proceso, si no en la parte central. Esto se debe a que no es posible aceptar un mapa como válido sin evaluar su efectividad de comunicación, imprescindible en el propio proceso de diseño y producción de este tipo de documentos.

La primera parte del proceso (izquierda de la figura) se ocupa del diseño y producción del mapa mientras la segunda parte se ocupa de la “evaluación de calidad” en base a la efectividad visual conseguida.

El proceso comienza con la determinación del “objetivo” del mapa temático. Este objetivo se deriva de las necesidades de los potenciales lectores, a quienes se dirige el documento y generalmente será el título del documento temático a crear.

Un ejemplo de objetivo puede ser el siguiente:

“Número de desempleados según sexo y tramos de edad, por provincias”.

Mas adelante, en el apartado dedicado a los datos se comenta la importancia del objetivo y del su papel en el proceso cartográfico.

Una vez definido el objetivo, el cartógrafo procederá a seguir una serie de pasos para conseguir confeccionar un mapa a partir de los datos existentes en el mundo real.

Este mapa será leído por un conjunto de usuarios quienes, una vez visualizado, se formarán una “imagen” del mundo real y sacarán sus consecuencias o respuestas.

La distancia entre el mundo real y la imagen percibida por los lectores marca la “efectividad” del documento y del propio proceso.

Minimizar esa distancia es el objetivo principal del cartógrafo y para ello necesita optimizar todas las fases o acciones a realizar, porque en cada una de ellas puede producirse una pérdida de calidad.

Hace poco tiempo los mapas temáticos eran confeccionados por cartógrafos especializados, sin embargo, con la “democratización” de la geo-información, ahora cualquier persona puede crearlos, aunque eso no garantiza su efectividad en la comunicación.

En esta parte de la publicación pretendemos aportar el conocimiento necesario para conseguir la creación de mapas

temáticos efectivos, sin necesidad de ser un especialista en esta técnica.

Como puede verse en la figura 4.7, el proceso comienza (tras la definición del objetivo del mapa) con la obtención o captura de datos por parte del cartógrafo, quien deberá evaluar la información disponible, para proceder a confeccionar el mapa.

Además debe realizarse una caracterización a partir de la naturaleza de la información y finalmente valorar los datos disponibles en función del objetivo del mapa.

La segunda fase se dedica al diseño y la producción cartográfica y es sin lugar a dudas la acción fundamental así como la causante de la mayoría de los errores. Dada su importancia, dedicaremos un apartado amplio a esta fase.

La tercera fase es un análisis del escenario en donde va a presentarse el mapa así como los dispositivos a utilizar (papel, monitores de V, pantallas de proyección, pantallas de ordenador, etc...

La fase final se ocupa de los factores propios o intrínsecos de los lectores a quienes va dirigido el documento.

En la siguiente tabla se describen las acciones a realizar en cada fase del proceso cartográfico y las causas más frecuentes que afectan a la eficacia de los mapas temáticos.

Para conseguir un mapa temático con un alto poder de comunicación es imprescindible evitar la comisión de errores en cada una de las fases porque un pequeño detalle puede causar una pérdida de calidad semántica que afectará directamente a los resultados de los análisis realizados.

Respecto a la fases, si bien se presentan de manera secuencial en la mayoría de los casos deben tratarse como un conjunto. Por ejemplo en el proceso de diseño del mapa (fase 2) deben tenerse en cuenta el escenario (fase 3) y el proceso de lectura (fase 4).

Diseño y producción de documentos cartográfico-temáticos.

Para facilitar el proceso de diseño y producción de documentos temáticos, adaptada al proceso de transmisión cartográfica propuesto en el apartado anterior, hemos desarrollado un procedimiento específico centrado en asegurar su calidad visual y su nivel de comunicación.

El proceso es el siguiente:

DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DEL MODELO CARTOGRÁFICO			
OBJETIVO	FASE O PROCESO	DESCRIPCIÓN	CAUSAS DE ERROR
CREACIÓN DEL MAPA	Selección y análisis de datos	Búsqueda de información. Análisis de datos. Caracterización de datos (jerarquización). Valoración de la precisión y ámbito territorial.	Falta de correspondencia entre datos y objetivo del mapa. Elección errónea de información Antigüedad de la información Precisión espacial (nivel territorial) Exceso de información.
	Diseño y producción del mapa	Diseño del mapa. Elección de las Variables Visuales Parametrización de las Variables Visuales. Adaptación de los datos a las variables visuales. Producción del mapa Soporte del mapa	Tipo de documento inadecuado. Falta de correspondencia entre la jerarquía de los datos y las variables visuales. Errores en la parametrización de las variables visuales. Excesiva cantidad de información del mapa. Soporte inadecuado. Dispositivos de producción o reproducción inadecuados.
LECTURA Y EVALUACIÓN	Escenario de lectura	Iluminación Distancia de lectura	Problemas de iluminación. Baja calidad de los soportes de visualización (papel impreso, pantallas, proyectores, etc...) Distancia de lectura inadecuada.
	Lectura	Experiencia de los usuarios Nivel cultural	Falta de adecuación de los mapas a los niveles culturales o preferencias de los usuarios. Falta de experiencia o escaso entrenamiento de los lectores.

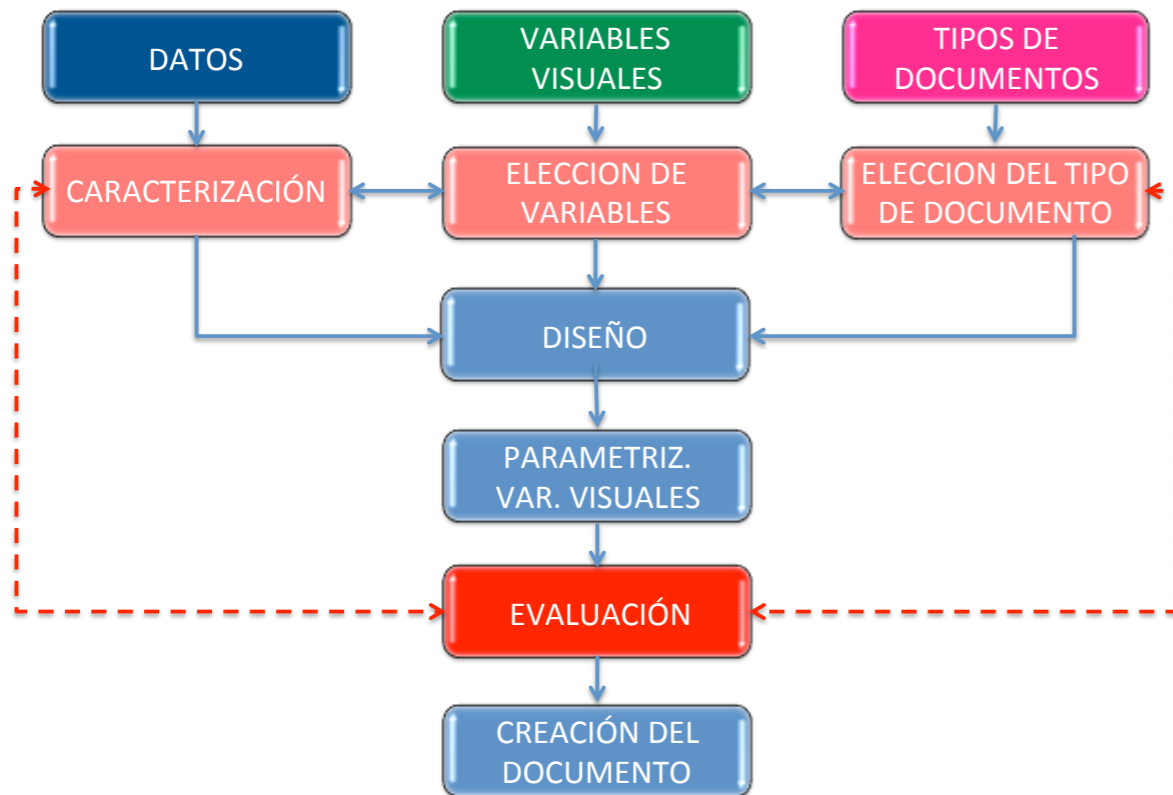


Figura 4.8.- Procedimiento para la creación de documentos en cartografía temática.

Antes de comenzar con el desarrollo de cada uno de los conceptos y desarrollos del procedimiento se supone que ya se ha concretado la finalidad o objetivo del mismo y se dispone de la información necesaria para su creación (fase de “selección y análisis de datos” del proceso de creación cartográfica).

El procedimiento descrito se corresponde además con los elementos principales para el diseño y construcción del mapa temático.

Estos elementos son los siguientes:

Título: Define y al mismo tiempo determina, el objetivo del mapa, los componentes principales y secundarios y los datos a representar. Es por lo tanto el punto de partida para la construcción del documento.

Campo o mapa: Es el elemento principal y contiene la representación gráfica de los componentes. Está constituido por los elementos geográficos de base o referencia (mapa base), los tipos de documentos seleccionados y el resultado de aplicar las Variables Visuales.

Leyenda: En ella se muestra la parametrización aplicada a las Variables Visuales y es la guía que permite al los lectores del documento comprender en detalle lo representado.

Los datos.

Previamente a la creación de documentos cartográfico-temáticos es necesario caracterizar y clasificar los datos en base a tres conceptos:

- 1.- Jerarquía de su contenido.
- 2.- Ocurrencia espacial.

3.- Precisión espacial y semántica.

Esta clasificación es muy importante debido a ser la base para establecer la correspondencia “visual” entre los propios datos y las variables gráficas a utilizar para su representación.

Caracterización de datos según su jerarquía.

La jerarquía de los datos nos indica su nivel de organización o precisión intrínseca.

El nivel más bajo en esta jerarquía son los datos de tipo “nominal” o “textual”. Se trata de un tipo de información indicando que unos datos son “diferentes” de otros, están al mismo nivel y en ningún caso puede establecerse entre ellos un orden o jerarquía.

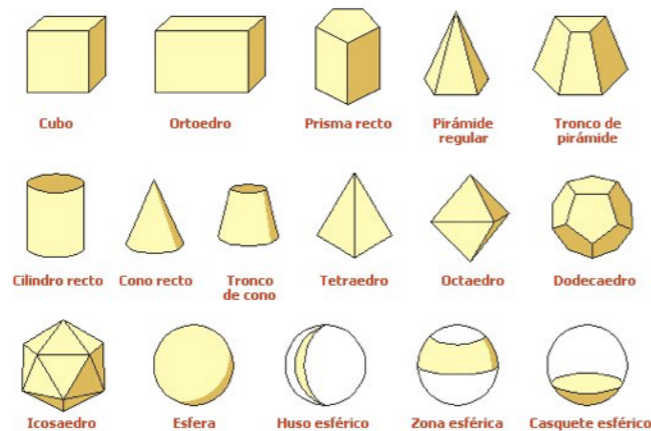


Figura 4.9.- Ejemplo de datos nominales o textuales.

La información mostrada en la figura 4.9 indica que un objeto es diferente a otro y cada una de ellas tiene un nombre para identificarlo.

Como puede verse no existe entre ellos ningún nivel de organización o jerarquía (una esfera no es más o menos importante que un cubo, simplemente es diferente)..

La característica fundamental de esta jerarquía es que cada elemento tiene su propio nombre.

En un segundo nivel se sitúan los datos organizados en clases o grupos según un criterio “textual” de prevalencia u orden entre ellos. Es decir cada grupo de datos tiene un nombre, pero a diferencia de los anteriores, en este caso ese nombre indica un nivel de organización o jerarquía.



Figura 4.10.- Ejemplo de datos jerarquizados en clases.

La figura anterior muestra un ejemplo de este tipo de organización jerárquica.

Cada texto indica un nivel de riesgo de avalancha pero sin especificar porcentajes o datos cuantitativos, por ejemplo se desconoce cuantos aludes pueden producirse en un día para considerarlo como incluido en alguna de las clases.

La característica fundamental de esta jerarquía es que cada elemento pertenece a una clase o grupo definido de forma “nominal” (texto).

El tercer nivel también indica una organización jerárquica relativamente similar al anterior, pero aquí cada clase está delimitada por unos límites numéricos o rangos, mediante los cuales es posible establecer un nivel de organización algo más exacto que en el de clases.

RANGOS		PROVINCIA
Desde	Hasta	
13.0	17.9	Huesca
		Soria
18.0	18.9	Teruel
		Navarra
19.0	19.9	Lugo
		Palencia

Figura 4.11.- Ejemplo de datos organizados en rangos.

La figura anterior muestra un ejemplo de este tipo de organización jerárquica.

En ella sabemos que un determinado elemento pertenece a uno de los rangos pero no conocemos con exactitud su valor real. Si, por ejemplo los datos de la figura son el número casos registrados de una determinada enfermedad en diferentes provincias, y una de ellas pertenece al grupo 3 definido entre los rangos 20 a 30, no sabremos si tiene un valor de 21 o de 29.

En consecuencia este tipo de organización jerárquica supone un cierto nivel de incertidumbre dependiente de los límites de cada uno de los rangos.

Este nivel de organización suele utilizarse mucho en cartografía temática y por ello se dedicará un apartado específico a las técnicas a utilizar para realizar el proceso de “discretización” o formación de grupos.

La característica fundamental de esta jerarquía es que cada elemento pertenece a un rango o grupo delimitado por un valor máximo y otro mínimo.

El nivel más alto de organización lo constituyen los datos “cuantitativos” o numéricos, en consecuencia cada elemento se sitúa en un lugar u otro en función del valor asociado a cada uno de los elementos.



Figura 4.12.- Ejemplo de datos cuantitativos o numéricos.

La característica fundamental de este tipo de datos consiste su forma de expresión, siempre numérica.

Sin embargo a pesar de su alto nivel de organización jerárquica los números no siempre indican un valor preciso.

Por ejemplo la temperatura de la figura 4.12 muestra un valor preciso en tres aspectos: un lugar concreto y en un momento exacto.

Por eso, dentro de esta jerarquía es necesario diferenciar entre diversas clases de informaciones cuantitativas relativas a la precisión o contenido. Estas clases son las siguientes:

Datos cuantitativos Absolutos.

Datos Cuantitativos Derivados

Datos Cuantitativos Relativos.

Datos Cuantitativos Absolutos:

Son aquellos que se miden o registran directamente sin realizar ningún tipo de cálculo u operación. Por ejemplo la temperatura que se registra en un momento específico en un determinado lugar. Su nivel de precisión es muy alto.

Datos Cuantitativos Derivados:

Se trata de datos obtenidos mediante un cálculo realizado a partir de datos absolutos en base a series de tiempo o a propiedades geográficas. Por ejemplo la temperatura media (diaria, mensual o anual) de un determinado lugar o la producción agrícola registrada por hectárea (parcelas, municipios, provincias, países, etc...). Su nivel de precisión es inferior al grupo anterior si bien siguen teniendo una jerarquía superior a la de los datos agrupados en rangos.

Datos Cuantitativos Relativos.

Estos datos proceden de operaciones entre datos absolutos, por ejemplo el número de toneladas de cereal dividido por el número de cosechadoras utilizadas. Si bien se trata de datos cuantitativos su interpretación es compleja y es recomendable

evitarlos en la elaboración de documentos cartográfico-temáticos y utilizarlos solo como estadísticas.

La siguiente tabla muestra un resumen de las diferentes jerarquías correspondientes a los diferentes tipos de datos

CLASIFICACIÓN DE LOS DATOS SEGÚN SU JERARQUÍA			
NATURALEZA	TIPO	FORMA DE EXPRESIÓN	JERARQUÍA
CUANTITATIVOS O NUMÉRICOS	Absolutos	Numérica	Muy alta
	Derivados	Numérica	Alta
	Relativos	Numérica	
RANGOS		Numérica definiendo los límites de cada rango	Media
CLASES		Textos que indican grupos jerárquicos	Baja
CUALITATIVOS O TEXTUALES		Textos	Nula

Modificación de la jerarquía de los datos.

Como veremos en el diseño de los documentos, en ocasiones es necesario modificar la jerarquía de los datos disponibles para mejorar la legibilidad y efectividad de los mapas.

La regla fundamental para efectuar esa modificación es la siguiente: los datos pueden reducir su jerarquía, pero en ningún caso aumentarla. Es decir, es posible pasar datos de tipo

cuantitativo a rangos pero nunca de rangos a cuantitativo pero nunca en sentido inverso.

Al proceso mediante el cual se efectúa esa transformación se le denomina “reclasificación”.

Veamos un ejemplo de este proceso mediante el siguiente ejemplo

EJEMPLO DE MODIFICACIÓN DE LA JERARQUÍA DE LOS DATOS						
CUANTITATIVO		RANGOS		CLASES	NOMINALES	
55	→	De 40.1 a 55		Muy alto	A	
50						
45						
40		De 25.1 a 40		Alto		
35						
30						
25		→	De 10.1 a 25		Medio	B
20						
15						
10			De 0 a 10		Baja	
5						
0						

Clasificación de los datos en función de su ocurrencia o naturaleza espacial.

Para representar los datos mediante documentos cartográfico-temáticos es imprescindible determinar su naturaleza espacial porque esta condiciona sobre todo los tipos de documentos a utilizar.

Los fenómenos a cartografiar “ocurren” o se refieren a determinados lugares. Por ejemplo la calidad del agua de un

conjunto de manantiales es un fenómeno puntual que sólo sucede en las posiciones en donde se encuentran esos manantiales. Sin embargo la temperatura atmosférica es un fenómeno de carácter continuo o global, esto es, no existe ningún lugar de la Tierra en donde no se registre una temperatura.

En base a lo anterior puede establecerse una primera clasificación:

- 1.- Datos discretos o discontinuos: se producen en lugares concretos, localizados o aislados como puntos. líneas o zonas.
- 2.- Datos continuos: suceden o se producen cubriendo toda la zona a representar y ocupando todo el espacio. Se trata de fenómenos de carácter global tales como: presión atmosférica, temperatura, humedad o nivel de ozono.

Pero también a nivel espacial, pero esta vez en función de su naturaleza pueden distinguirse dos grupos:

- 1.- Fenómenos de cambio suave o superficies: se trata de datos continuos y cuantitativos en los cuales el valor que se registra en un lugar se relaciona y es más o menos similar a los que suceden en los lugares de su entorno. Dadas sus características son fenómenos en donde es posible realizar una “interpolación espacial”, es decir: conociendo los valores que suceden en un conjunto de lugares (adecuadamente elegidos) es posible crear una superficie, generada a partir de ellos, que nos permite

conocer los valores correspondientes a toda la zona en donde se produce ese fenómeno.

Por ejemplo si tomamos muestras de agua en una serie de puntos en un lago para analizar el contenido de metales pesados, podemos generar con los valores obtenidos una superficie que cubra toda la extensión del lago.

2.- Fenómenos de cambio brusco o zonales continuos: en este caso son aquellos asociados a conjuntos de zonas en donde se registran clases o valores asociados a cada una de ellas como si ocurriesen de una forma homogénea en su interior.

Por ejemplo la población de los países a la hora de su representación se considera como distribuida de forma homogénea dentro de sus fronteras.

Precisamente el factor determinante de este tipo de naturaleza espacial es la existencia de “fronteras”.

En las superficies, los valores de un lugar se relacionan con los de su entorno de forma continua pero en estas, existen fronteras delimitando de forma muy clara los valores representados.

A continuación se muestra una tabla con estas clases, las relaciones existentes entre ellas y algunos ejemplos.

CLASIFICACIÓN DE DATOS EN FUNCIÓN DE SU OCURRENCIA Y SU NATURALEZA ESPACIAL		
OCURRENCIA ESPACIAL	NATURALEZA ESPACIAL	
	DISCRETOS	CONTINUOS
PUNTOS	Fuentes, árboles, ciudades (en escalas pequeñas)	
LÍNEAS	Ferrocarriles, carreteras, canales, flujos	
ZONAS AISLADAS	Lagos, bosques, ciudades (a escalas grandes)	
ZONAS CONTINUAS		Divisiones administrativas, geología, usos del suelo
SUPERFICIES	Niveles de contaminación, volumen de polvo, niveles de vertido en el mar.	Presión atmosférica, temperatura, niveles de metano en la atmósfera.

Datos y Componentes de la Información.

Además de las tipologías de los datos, de cara al diseño y producción de los documentos temáticos, es importante identificar los “componentes de la información”.

Un componente principal de la Información es un objetivo del mapa a crear.

Por otra parte un componente secundario o sub-componente es una dimensión de ese objetivo principal de ese componente.

Una vez más existe aquí un paralelismo entre la sintaxis del lenguaje y la gráfica. Veamos estos conceptos a través de un ejemplo.

Retomaremos aquí el objetivo del mapa utilizado como ejemplo en el apartado del Proceso Cartográfico, este era:

“Número de desempleados según sexo y tramos de edad por provincias”.

Los tramos de edad a representar son: de 18 a 30, de 31 a 50 y más de 50.

Al igual que en la sintaxis gramatical en donde existen : sujetos, complementos directos, etc.. en el lenguaje gráfico existen “componentes ” que pueden ser principales o secundarios.

Para este caso la estructura de la gráfica a representar a partir del título es la siguiente:

Número de desempleados	según sexo	y tramos de edad
Componente principal	Componente secundario 1	Componente secundario 2

Cada componente, principal o secundario requiere un tipo de documento y como veremos, la elección de las variables visuales a utilizar en el diseño de mapa.

Los tipos de documentos.

El segundo de los elementos a tener en cuenta en el proceso de diseño y producción de documentos cartográfico-temáticos son los diferentes tipos de documentos.

Existen numerosas clasificaciones elaboradas por diferentes autores pero aquí exponemos una desarrollado por nosotros que permite identificar cada uno de ellos y lo que es mas importante utilizarlos para diseñar el mapa a crear en función de los datos a representar.

Podemos considerar seis tipos de documentos:

1. Mapas de elementos.
2. Mapas de flujos.
3. Cartodiagramas.
4. Cartogramas.
5. Mapas de superficies.

La descripción de cada uno de ellos es la siguiente:

Mapas de elementos:

Son documentos en donde el mapa temático se construye aplicando las variables visuales sobre los propios elementos del mapa. Estos elementos pueden ser de cuatro tipos: puntuales, lineales, zonales discontinuos y zonales continuos

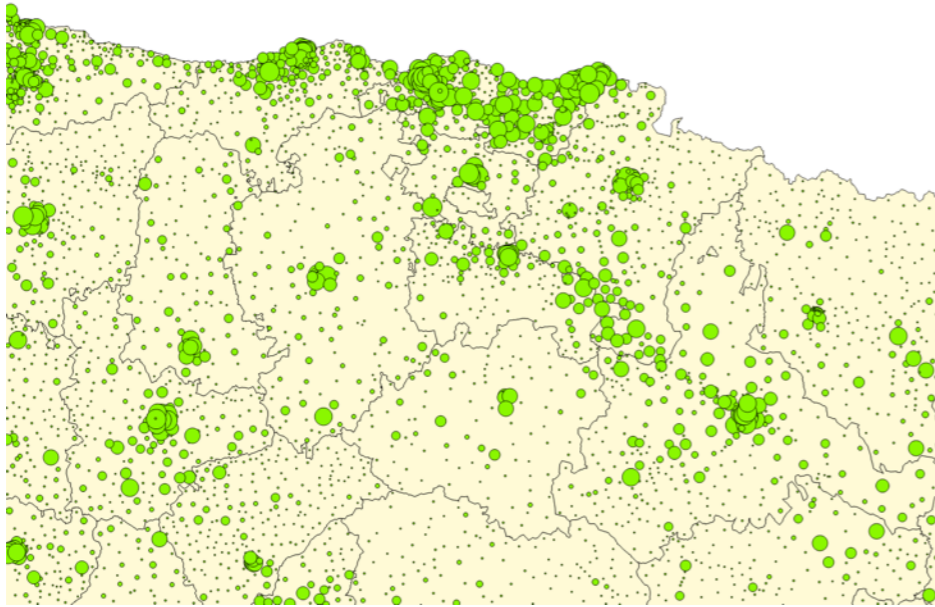


Figura 4.13.- Ejemplo de mapa de elementos puntuales.

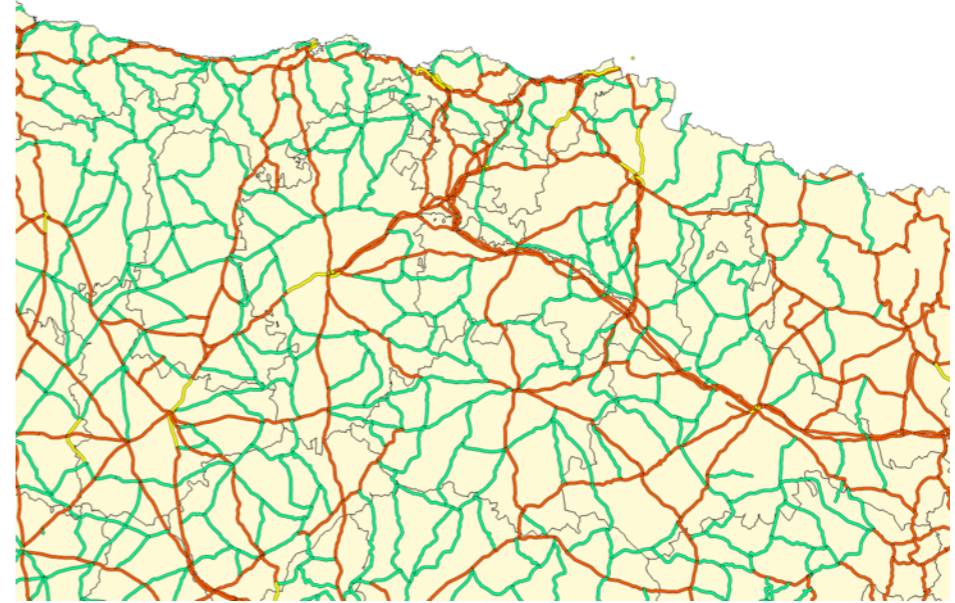


Figura 4.14.- Ejemplo de mapa de elementos lineales.

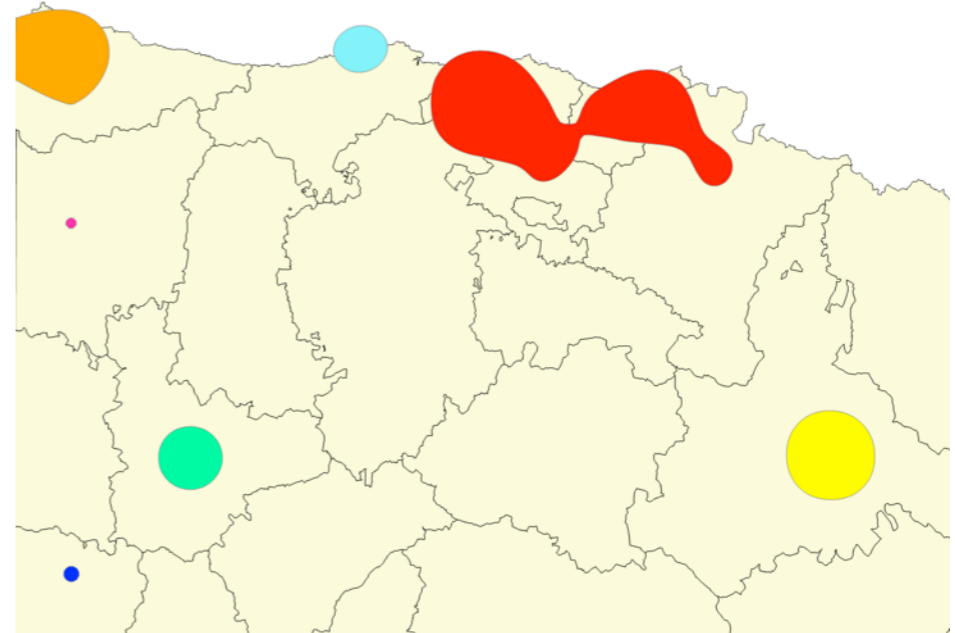


Figura 4.15.- Ejemplo de mapa de elementos zonales aislados.

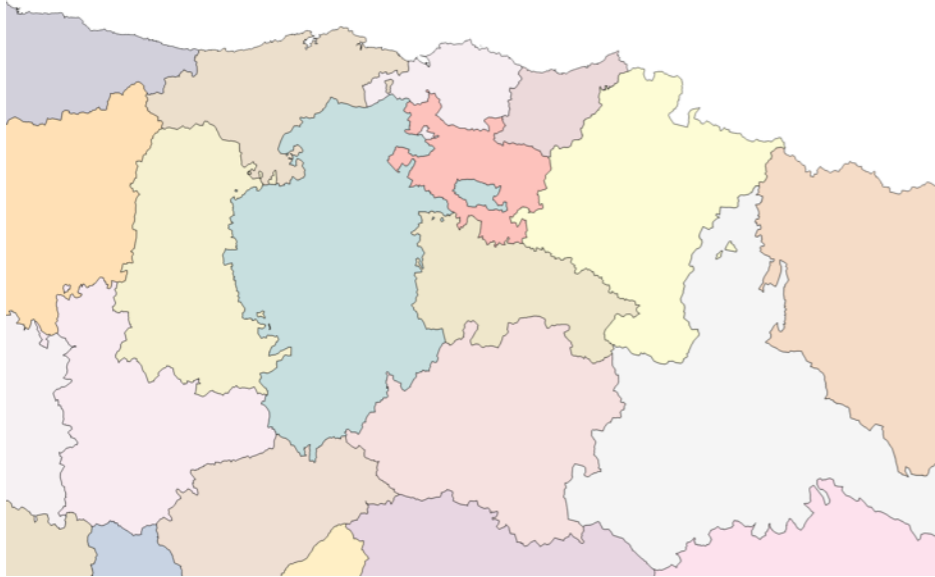


Figura 4.16.- Ejemplo de mapa de elementos zonales continuos.

Los mapas de elementos puntuales, lineales y zonales aislados requieren un mapa de referencia o fondo para permitir localizar los lugares en donde se sitúan.

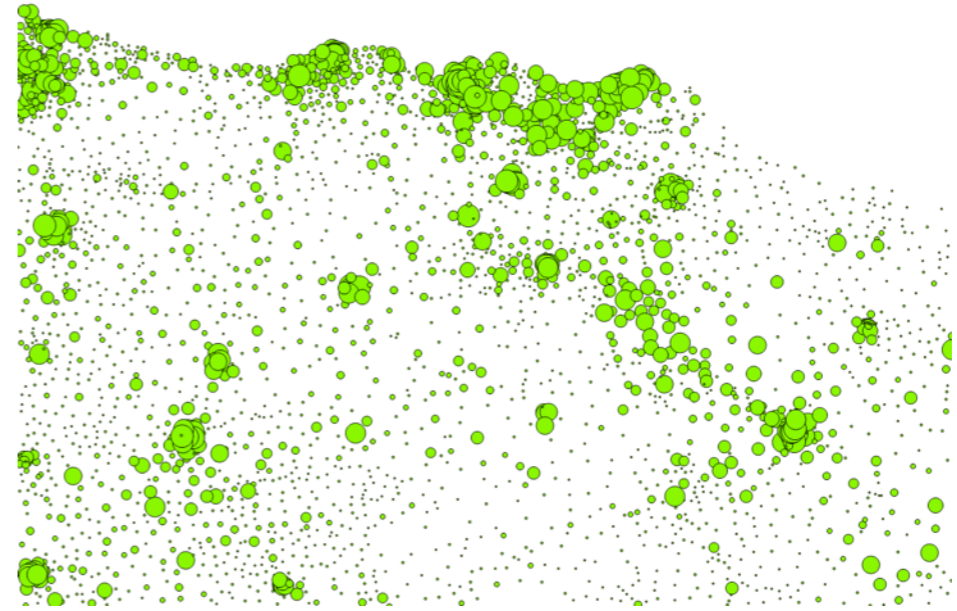


Figura 4.17.- Ejemplo de mapa de elementos sin fondo.

Cartodiagramas:

Son mapas sobre los cuales se ubican o representan gráficas o diagramas como: tartas, barras, esferas, sectores, etc...

Cada uno de esos diagramas se sitúa sobre el lugar geográfico al que corresponden los datos representados.

Las variables visuales se aplican sobre los gráficos o diagramas.

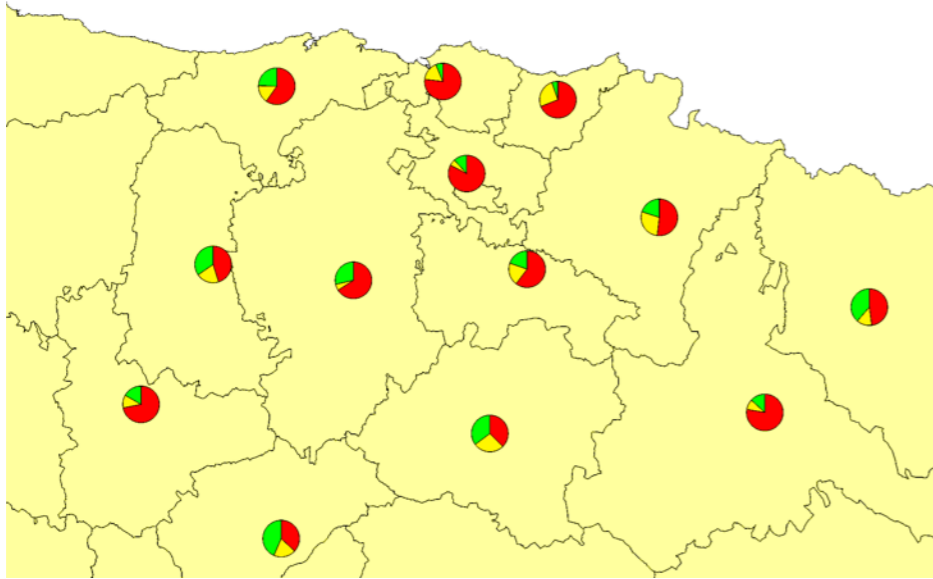


Figura 4.18.- Ejemplo de cartodiagrama.

Como en el caso de los mapas de elementos, es imprescindible disponer de un mapa de referencia o fondo para poder ubicar adecuadamente los lugares correspondientes a cada uno de los diagramas.

Mapa de flujos:

Son relativamente similares a los cartodiagramas pero en este caso se construyen mediante conjuntos de flechas que indican movimientos, desplazamientos o flujos que no siguen una trayectoria definida geoméricamente como por ejemplo flujos de turistas, mercancías, capitales, inversiones, etc...

En ellos es también imprescindible disponer de un mapa de referencia o fondo para ubicar adecuadamente los fenómenos representados.

Es posible confundirlos con los mapas de elementos lineales sin embargo son muy distintos. Mientras que los mapas de elementos lineales se construyen sobre elementos definidos o existentes sobre un mapa, con coordenadas y geometría específica existentes realmente sobre el territorio (carreteras, ferrocarriles, canales, ríos), los mapas de flujos se construyen con líneas ficticias o inexistentes en el mundo real.

Por ejemplo un mapa diseñado para mostrar el número de pasajeros que se desplazan mensualmente en un conjunto de líneas de ferrocarril entre varias ciudades es un mapa de elementos lineales construido en base al trazado de las vías.

Un mapa de movimiento de viajeros entre varias ciudades utilizando cualquier medio de transporte (ferrocarril, vehículos particulares, aviones, barcos, etc...) es un mapa de flujos.

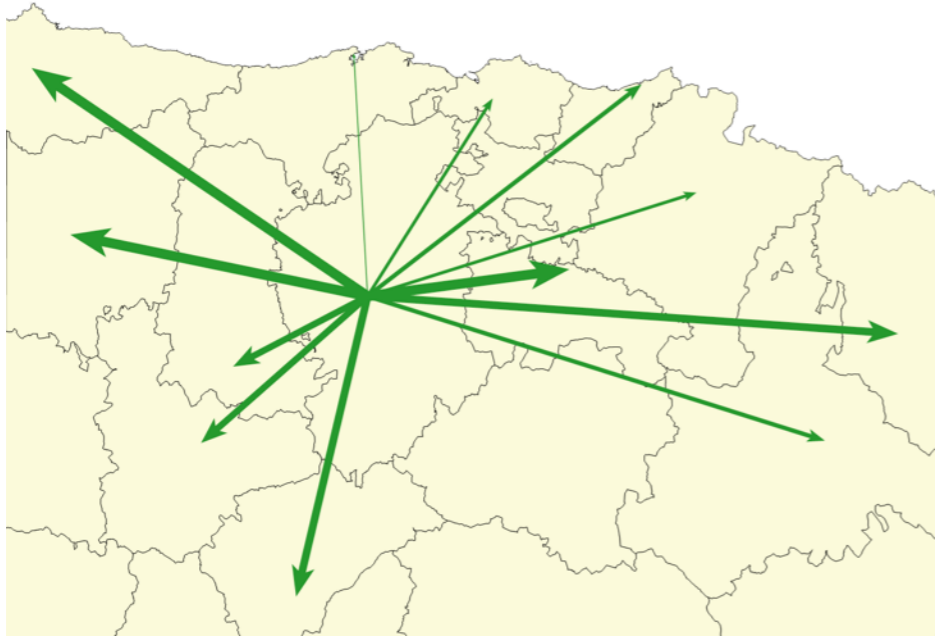


Figura 4.19.- Ejemplo de mapa de flujos.

Mapas de superficie:

Son documentos utilizados para representar fenómenos cuantitativos de cambio suave como: niveles de contaminación, relieve, temperatura atmosférica, presión, densidades, etc...

Pueden ser de dos tipos: discretos y continuos.

Los discretos representan superficies que no están presentes en toda la extensión del fenómeno a representar, es decir, existen lugares en donde ese fenómeno ya no se produce, por ejemplo la concentración en el aire de cenizas emitidas por un volcán.

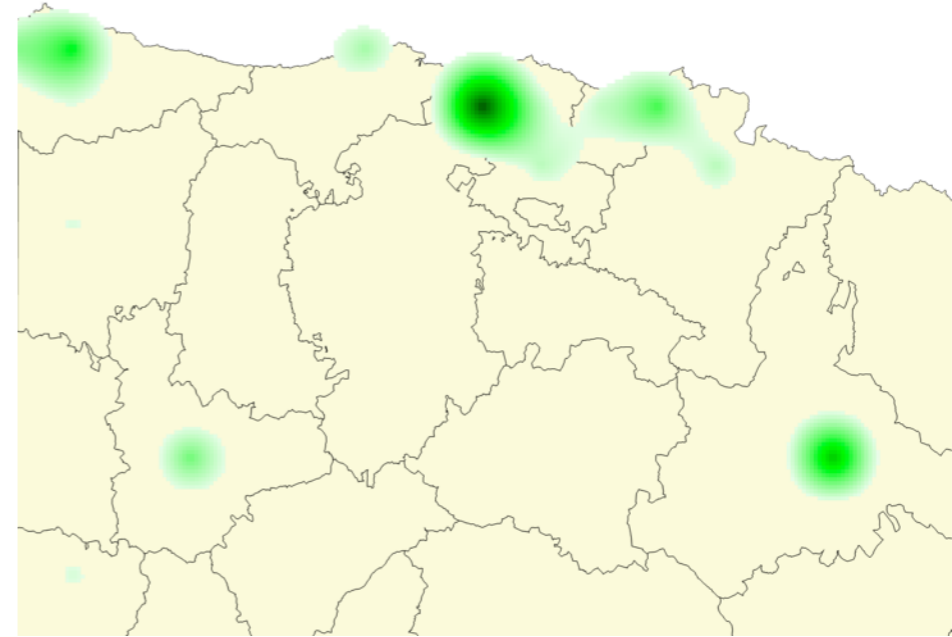


Figura 4.20.- Ejemplo de mapa de superficie de tipo discreto.

Los continuos sirven para representar fenómenos continuos de cambio suave de tipo global como temperaturas, presiones, humedad del aire, etc...

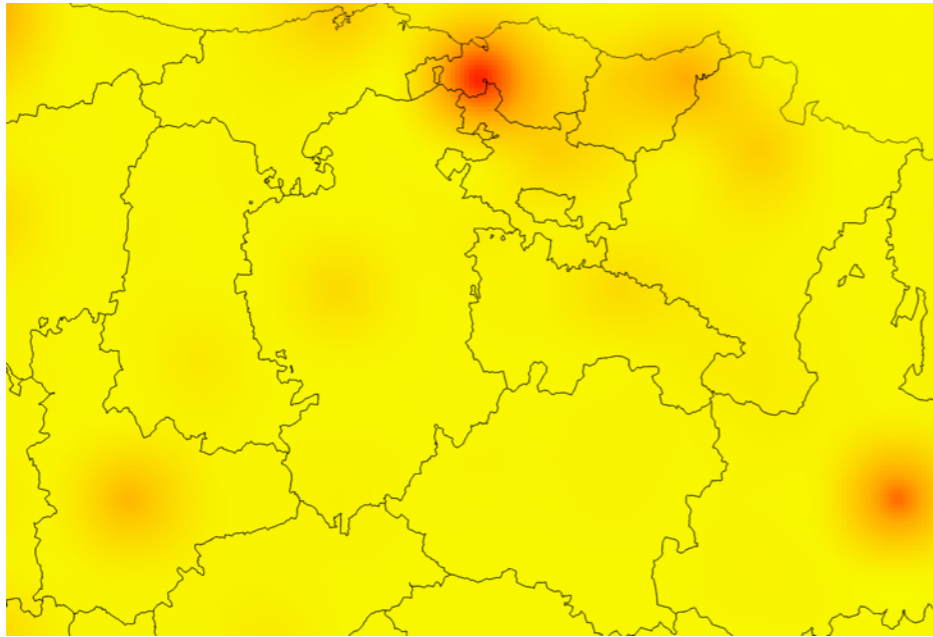


Figura 4.21.- Ejemplo de mapa de superficie de tipo continuo.

Para ambos casos es necesario disponer de un mapa de referencia para permitir ubicar a nivel espacial los lugares en donde se producen los fenómenos representados.

Cartogramas:

Son documentos en donde los elementos geográficos se deforman en función del fenómeno representado intentando mantener las formas iniciales para conseguir mantener la referencia espacial.

Las deformaciones producidas hacen que se pierda la precisión “geométrica” de los elementos y por lo tanto no es posible situarlos al mismo nivel que el resto de los documentos y por

tanto tienen un tipo de tratamiento muy distinto. Su aspecto visual es poco usual, y en ocasiones es difícil identificar algunos elementos, pero resultan muy expresivos.

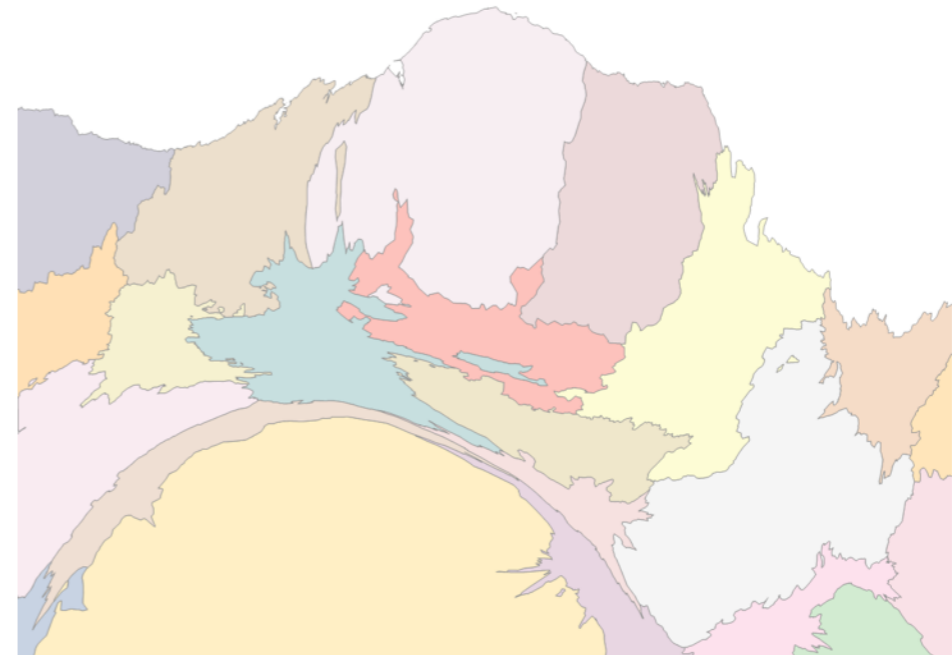


Figura 4.22.- Ejemplo de mapa de superficie de tipo continuo.

Composición de tipos de documentos.

Cada uno de los tipos de documentos puede representar una componente de la información, pero también es posible combinar varios tipos de documentos para representar al mismo tiempo varios tipos de datos y componer así representaciones complejas de fenómenos relacionados entre ellos.

Sin embargo no todos los documentos pueden combinarse, existen dos tipos de documentos que, debido a ocupar todo el espacio a representar tienen que ubicarse siempre en el fondo, estos documentos son:

- Mapas de elementos de zonas continuas.
- Mapas de superficie continuas. Diagrama.

Por otra parte los cartogramas no pueden combinarse con el resto de los documentos al no tener una geometría similar.

De esta manera existen tres tipos de combinaciones o representaciones posibles:

1. Combinaciones cuyo mapa de fondo es una superficie continua.
2. Combinaciones cuyo mapa de fondo es un mapa de elementos zonales continuo (aunque estos puede no contener un mapa temático y sólo sirven de referencia).
3. Cartogramas sin ningún otro documento superpuesto.

A continuación se muestran unos ejemplos.

TIPO DE DOCUMENTO		COMPOSICION 1	COMPOSICIÓN 2
MAPA DE ELEMENTOS	PUNTOS		
	LÍNEAS		
	ZONAS AISLADAS		
MAPA DE FLUJOS			
CARTODIAGRAMA			
MAPA DE SUPERFICIE	DISCRETA		
MAPA DE ELEMENTOS ZONAS CONTINUAS			
MAPA DE SUPERFICIE	CONTINUA		

TIPO DE DOCUMENTO		COMPOSICION 1	COMPOSICIÓN 2
MAPA DE ELEMENTOS	PUNTOS		
	LÍNEAS		
	ZONAS AISLADAS		
MAPA DE FLUJOS			
CARTODIAGRAMA			
MAPAS DE SUPERFICIE	DISCRETA		
MAPA DE ELEMENTOS ZONAS CONTINUAS			

elementos no representan ningún tema ni disponen de relleno, - únicamente permiten situar el fenómeno correspondiente a la superficie.

En el segundo, el mapa de elementos zonales continuos ocupa el fondo y en este caso si se utiliza para representar un tema.

Como para cada uno de los fenómenos o variables a representar se necesita un tipo de documento y teniendo en cuenta las posibilidades de combinación, en principio sólo pueden representarse un máximo de 7 variables.

Si bien es posible realizar las composiciones mostradas en los ejemplos anteriores, los documentos resultantes pueden ser poco eficaces al contener una cantidad de información “abrumadora” para los lectores. También pueden producirse solapes que oculten partes de los documentos situados en capas o planos inferiores.

Es imprescindible analizar las combinaciones posibles en la fase del diseño del mapa para conseguir documentos con un alto nivel de comunicación.

En el primero de los ejemplos se utiliza un mapa de elementos zonales continuos como mapa de referencia pero estos

Relación entre los tipos de documentos y los tipos de datos.

Para comenzar el proceso, es posible seleccionar el tipo de documento en función de los datos a representar en el documento cartográfico-temático.

La naturaleza espacial de los datos permite realizar una primera selección. La relación entre esa naturaleza y los tipos de documentos es evidente.

La jerarquía de los datos facilita seleccionar los tipos de documentos a representar, con más precisión.

la siguiente tabla puede utilizarse para facilitar esta selección.

TABLA DE DECISIÓN PARA LA ELECCIÓN DE LOS TIPOS DE DOCUMENTOS EN FUNCIÓN DE LA JERARQUÍA DE LOS DATOS					
		CUALITATIVO	CLASES	RANGOS	CUANTITATIVO
MAPAS DE ELEMENTOS	PUNTOS	X	X	X	X
	LINEAS	X	X	X	X
	ZONAS AISLADAS	X	X	X	X
	ZONAS CONTINUAS	X	X	X	X
MAPAS DE FLUJOS		X	X	X	X
CARTODIAGRAMAS					X
MAPAS DE SUPERFICIE	AISLADAS				X
	CONTINUAS				X
CARTOGRAMAS					X

Las Variables Visuales.

Jaques Bertín con la publicación de su libro titulado “Semiologie Graphique” en 1967 sentó las bases de esta disciplina fundamental para el diseño gráfico y muy en especial para el diseño de mapas temáticos.

Para Bertín la parte fundamental de la Semiología Gráfica la constituyen las denominadas Variable Visuales que son las propiedades de los elementos gráficos o visuales.

Jaques Bertín contempla las siguientes:

1. Posición.
2. Forma.
3. Color.
4. Orientación.
5. Textura o grano.
6. Valor.
7. Tamaño.

La variable “posición” en el lenguaje de los documentos cartográfico-temáticos queda predeterminada por los propios elementos del mapa al disponer de una geometría asociada a los

elementos representados y por lo tanto es una variable no utilizable en cartografía.

El resto de las variables si son de utilidad para el diseño de estos documentos, pero es necesario tener en cuenta algunas de sus características básicas y propiedades visuales que iremos desglosando.

Una factor importante es su “longitud” o “variedad”, esto es: el número de opciones diferentes de representación que tiene cada una de ellas. Para valor este aspecto es necesario tener en cuenta las características de los usuarios, el medio utilizado para la representación y el escenario en donde van a exponerse los mapas creados.

También interesa analizar las posibilidades de aplicar cada Variable Visual a los diferentes tipos de datos según su naturaleza espacial: puntuales, lineales, zonales (discretos o continuos) o superficies (discretas o continuas),

La siguiente tabla presenta un resumen esquemático de estas Variables.

VARIABLE VISUAL	EJEMPLO
FORMA	
COLOR	
ORIENTACIÓN	
TEXTURA	
VALOR	
TAMAÑO	

Forma.

La variable “forma” es el icono, figura, silueta o pictograma. Puede ser desde figuras geométricas simples (círculos, cuadrados, triángulos), hasta imágenes definidas como dibujos de coches, tractores, etc...

Podemos decir que su longitud es ilimitada, porque pueden crearse un número enorme de símbolos, sin embargo, nuestros estudios relativos a la efectividad de los mapas, nos indican que a la mayoría de los lectores suele provocarle confusión o dificultades de lectura un número superior a 12 símbolos. Por lo tanto es recomendable no exceder este número.

Respecto al sistema de presentación y al escenario es importante tener en cuenta el tamaño aparente en función de la distancia de lectura.

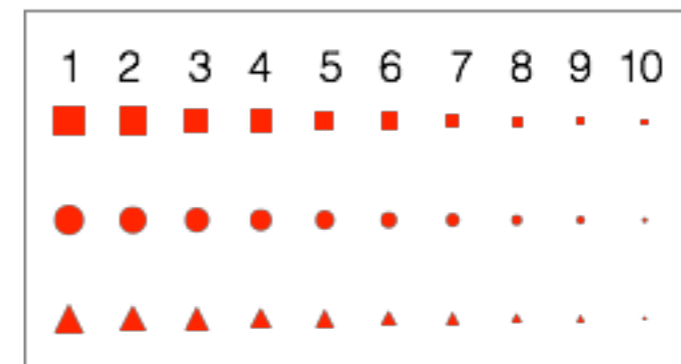


Figura 4.23.- Ejemplo de prueba para identificar el tamaño mínimo de reconocimiento de formas.

Las posibilidades de aplicación según la naturaleza de los datos geográficos se limita a los elementos puntuales, lineales y zonales según puede verse de forma práctica en las siguientes figuras.

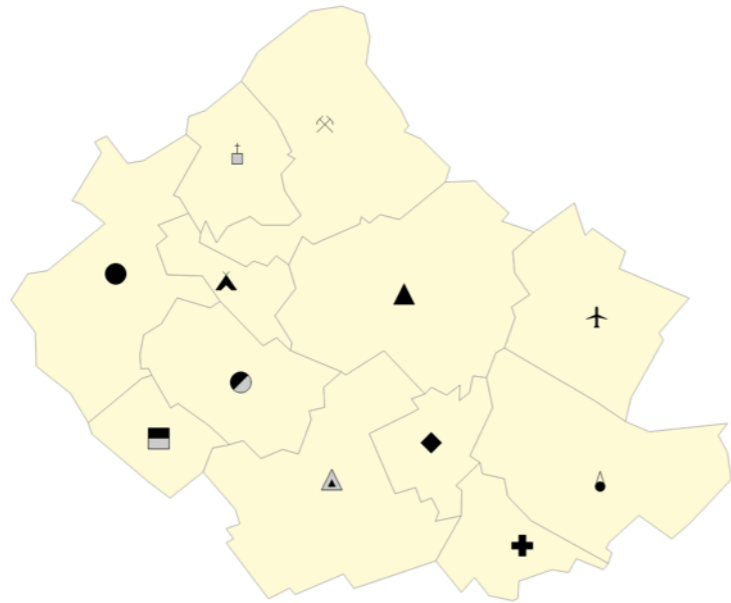


Figura 4.24.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “forma” en elementos puntuales.

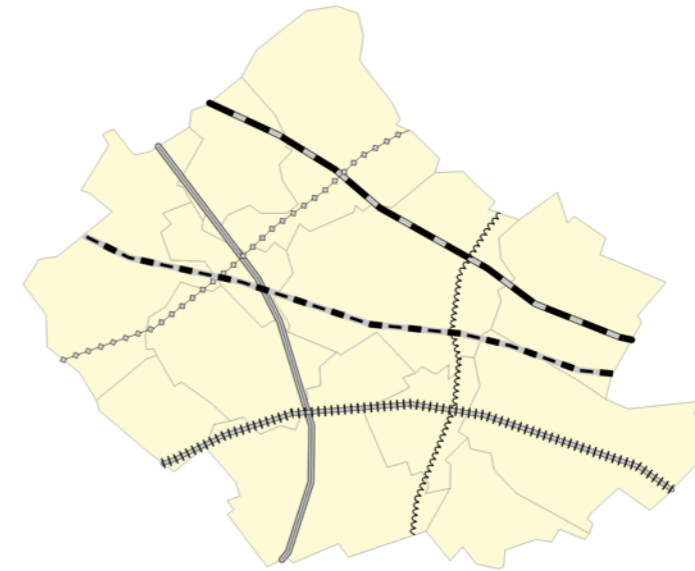


Figura 4.25.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “forma” en elementos lineales.

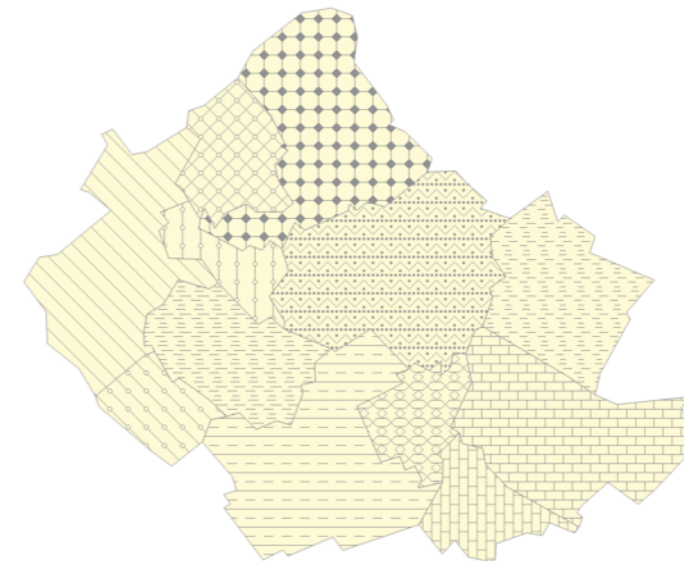


Figura 4.26.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “forma” en elementos zonales.

Color

La Variable Color es el resultado de la combinación de tres componentes: el tono o longitud de onda, el valor o claridad y la saturación o pureza del color.

Como en el caso de la forma, su longitud teórica es ilimitada, pero esta variable depende de las características propias de cada lector (no todos percibimos los colores iguales), del sistema de reproducción o visualización (uno de los aspectos más condicionantes) o de la disposición e iluminación del lugar en donde se expone el mapa.

Por ejemplo un mapa diseñado, utilizando colores, en la pantalla de un ordenador puede verse de manera muy diferente cuando se imprime o cuando se visualiza en una pantalla diferente.

Respecto a sus posibilidades de aplicación en función de la naturaleza de los elementos geográficos, es similar a la orientación y solo quedan excluidas las superficies.

Ejemplos:

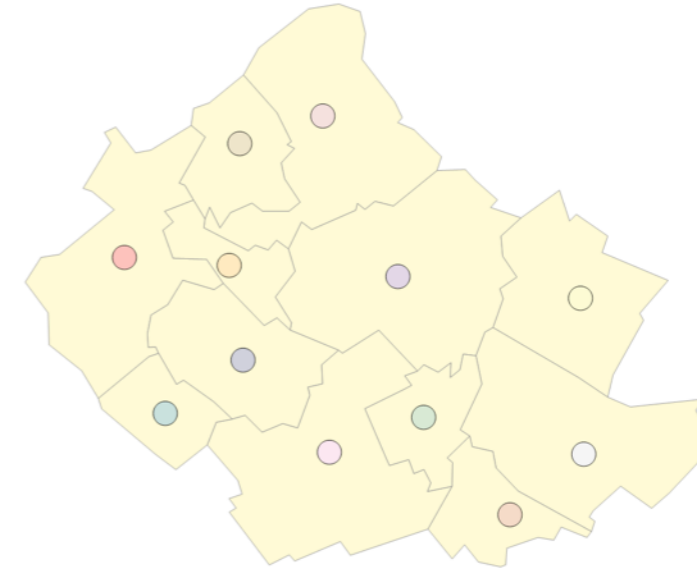


Figura 4.27.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “color” en elementos puntuales.

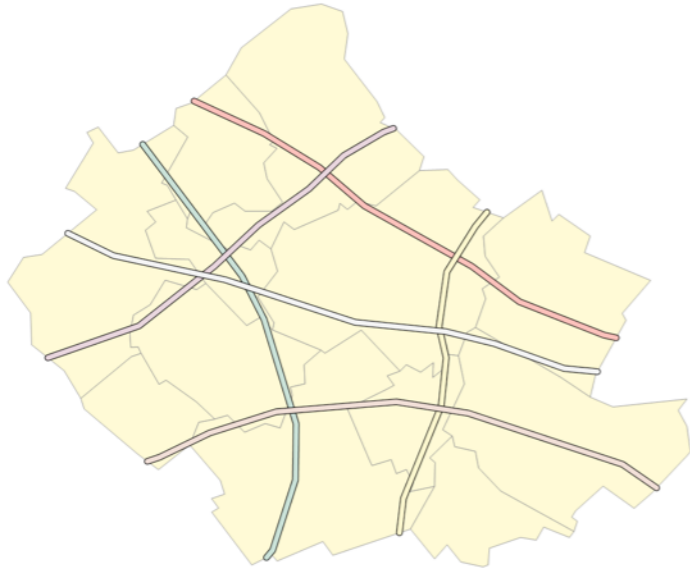


Figura 4.28.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “color” en elementos lineales.

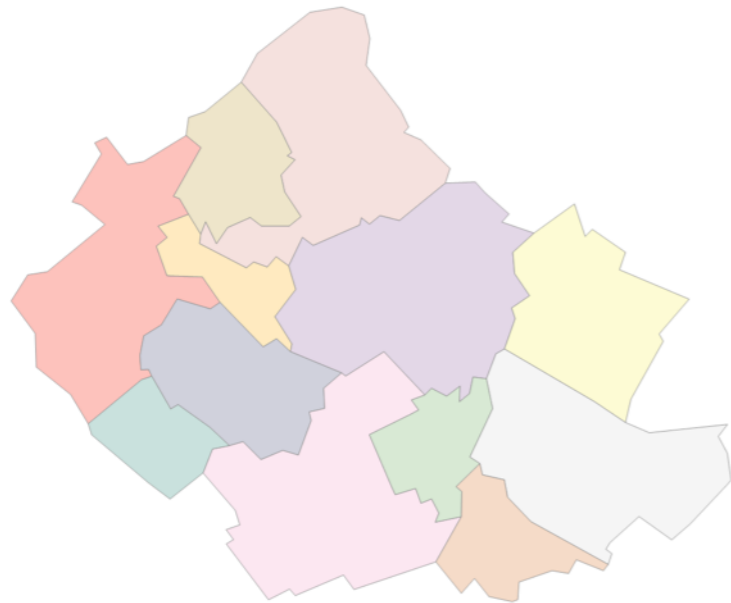


Figura 4.29.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “color” en elementos zonales.

Orientación

La Variable Orientación es el ángulo, respecto a una dirección dada, de los símbolos o las tramas aplicadas a los elementos geográficos.

Es posible utilizar muchas orientaciones, sin embargo los test que hemos realizado nos indican que superar seis orientaciones produce confusión en los lectores y los mapas pierden efectividad.

Esta Variable puede aplicarse sobre elementos puntuales y zonales quedando excluidos los lineales y las superficies.

En su aplicación sobre elementos zonales suele producir un efecto vibratorio a algunos lectores y por tanto limita algo sus posibilidades de utilización.

Ejemplos:

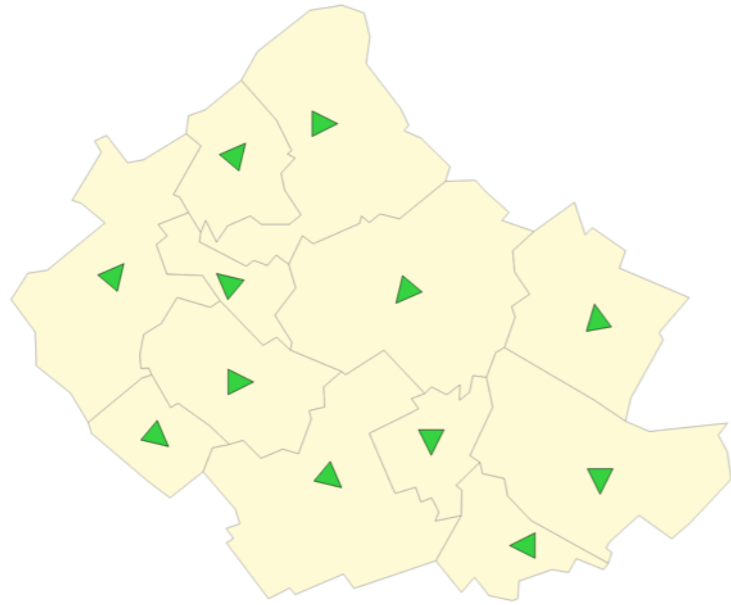


Figura 4.30.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “orientación” en elementos puntuales.



Figura 4.31.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “orientación” en elementos zonales.

Textura.

Es el nivel de aumento o dimensiones de una misma trama o patrón.

Su longitud es muy limitada y es recomendable utilizar un máximo de seis texturas. Esta longitud se ve perjudicada además por el fuerte efecto vibratorio que suelen producir la mayoría de las tramas.

Su aplicación, como en el caso de la orientación se limita a los elementos zonales, aunque en algunos casos puede aplicarse sobre los puntuales.

Ejemplos:



Figura 4.32.- Ejemplo de aplicación de la Variable Visual “textura” en elementos zonales.

Valor.

La Variable Valor es la cantidad de pigmento de un color, aplicada sobre los elementos utilizados para su representación. El ejemplo más típico es una escala de grises

El fondo de los elementos no tiene por que ser blanco y por tanto es posible disponer de múltiples combinaciones para utilizar esta variable visual.

1				
2				
3				
4				
5				
6				

Figura 4.33.- Ejemplos de series o degradados utilizando la variable visual Valor.

La longitud de la variable depende tanto del color como del fondo, así en las serie 6 de la figura anterior diferenciar los diferentes valores es más complejo que en el resto debido a la claridad del color amarillo respecto del blanco.

En general es recomendable utilizar un máximo de ocho valores.

Un dato interesante al respecto es la diferencia entre la percepción de esta variable sobre la leyenda y sobre el propio mapa.

En el siguiente ejemplo

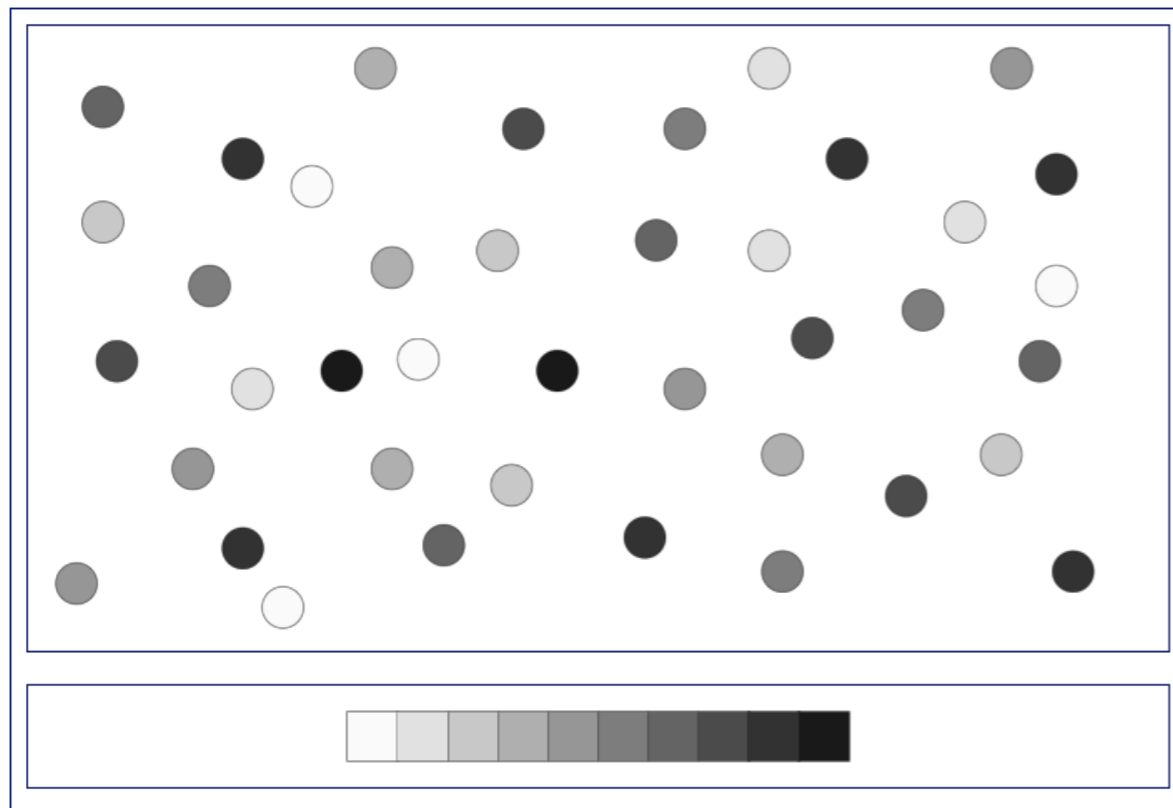


Figura 4.34.- Ejemplos de series o degradados utilizando la variable visual Valor.

se ha utilizado un degradado de diez tonalidades. Si observa la leyenda (parte inferior) en donde estas tonalidades aparecen una junto a otras de forma ordenada, distinguirá con facilidad las

diferencias, sin embargo si intenta identificar cuantas tonalidades están presentes en el mapa descubrirá la dificultad de hacerlo al no ser fácil realizar comparaciones entre los elementos entre si como si puede hacerse en la leyenda.

Esta Variable Visual puede aplicarse a la totalidad de los elementos geográficos incluyendo las superficies.

Ejemplos:

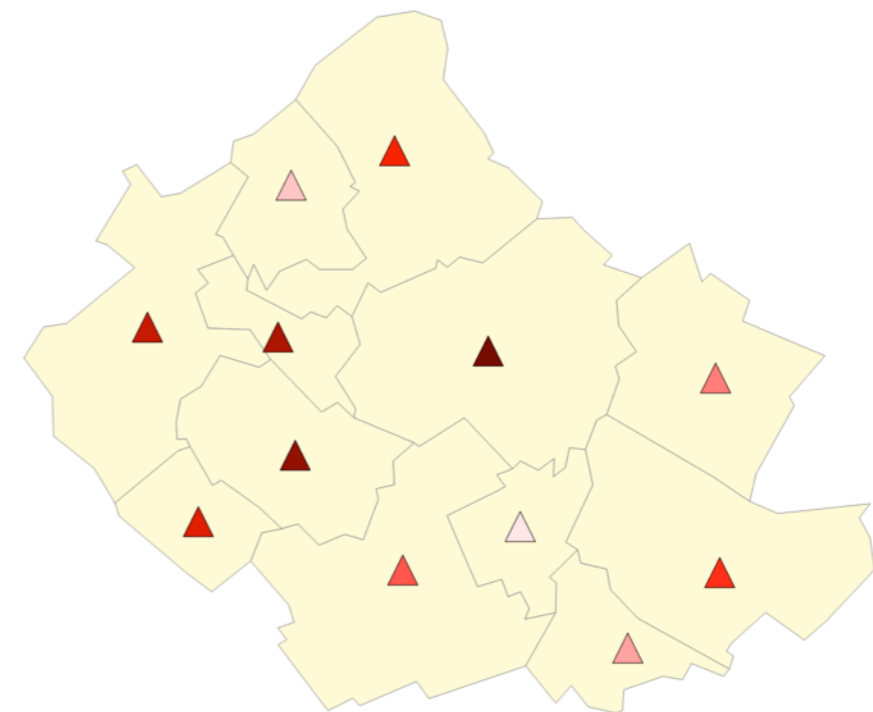


Figura 4.35.- Ejemplo de aplicación de la Variable “valor” en elementos puntuales.

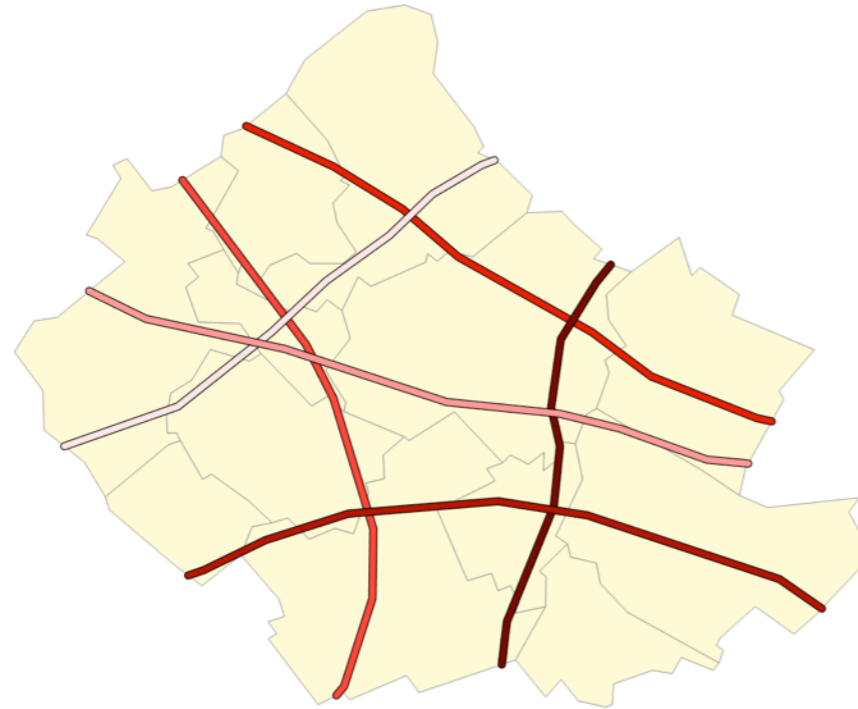


Figura 4.36.- Ejemplo de aplicación de la Variable “valor” en elementos lineales.

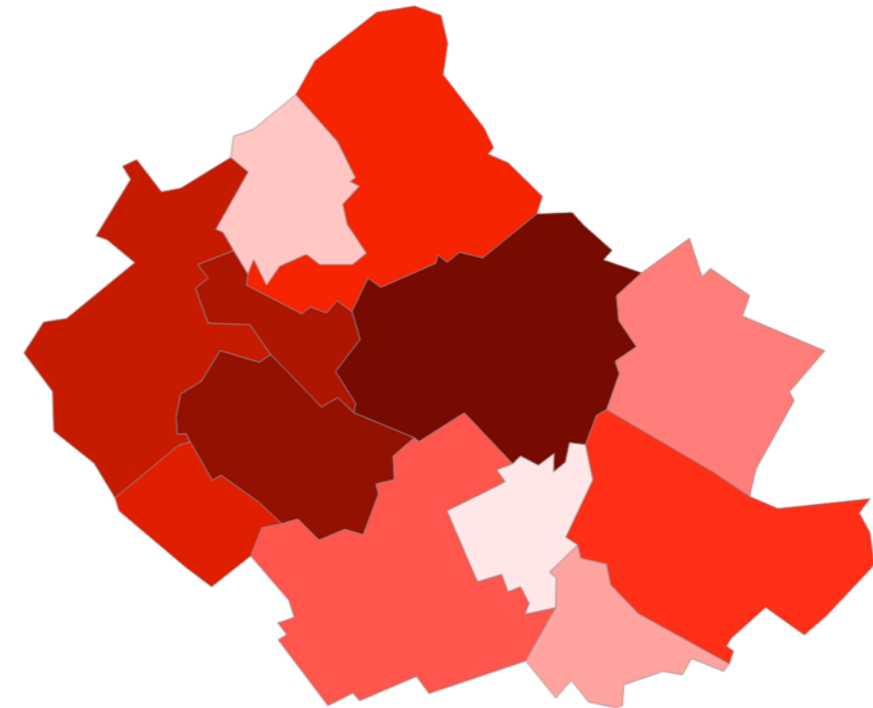


Figura 4.37.- Ejemplo de aplicación de la Variable “valor” en elementos zonales.

Para el caso de las superficies existen varias opciones. Puede utilizarse un “degradado continuo” en función del valor Z asociado a la superficie como muestra la figura 4.37

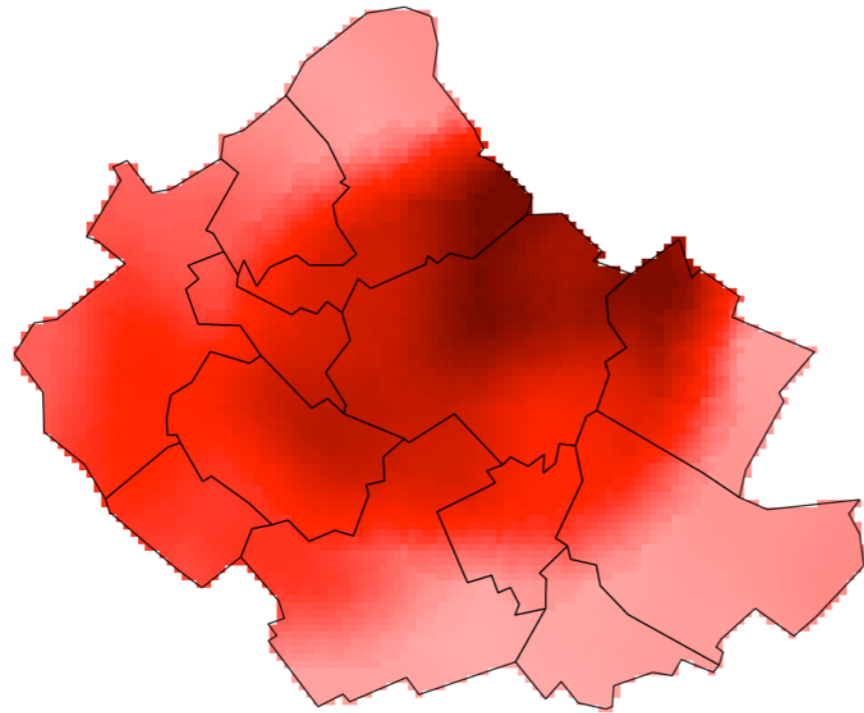


Figura 4.38.- Ejemplo de aplicación de la Variable “valor” en superficies.

En algunas ocasiones para representar los mapas de superficie se recurre a añadir las “isolíneas” (líneas que tienen un determinado valor Z) para añadir un poco más de exactitud estimando los valores numéricos, a partir de los cuales se genera la Superficie en determinados lugares. Estas isolíneas suelen tener nombres específicos en función del fenómeno representado como por ejemplo: curvas de nivel, en el caso del relieve topográfico; isothermas en el caso de superficies de temperatura, etc.

En la figura 2.38 se han añadido las correspondientes isolíneas.

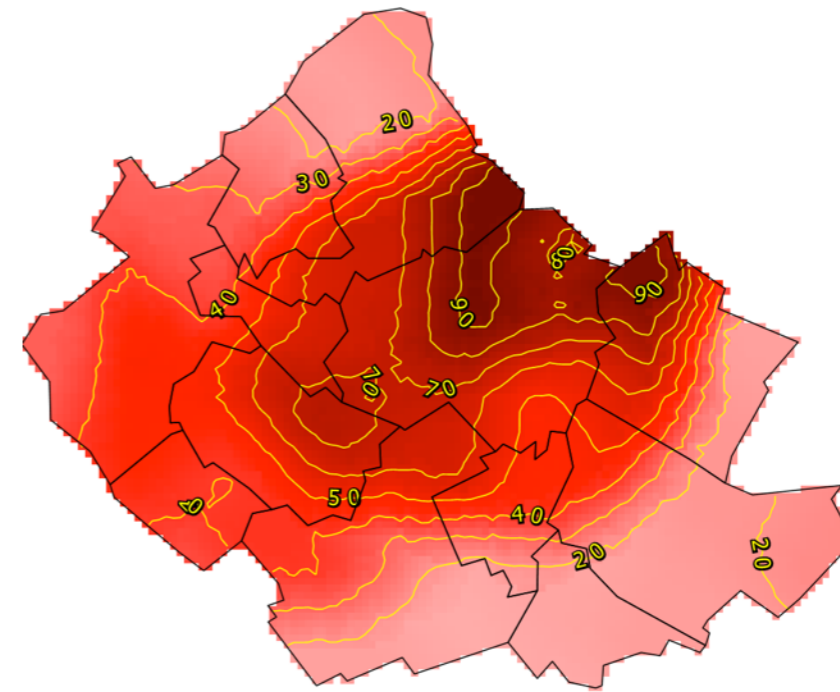

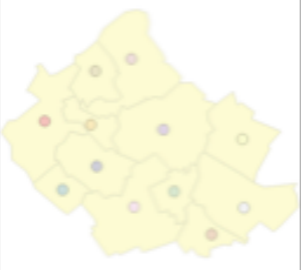
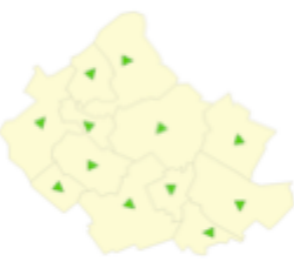











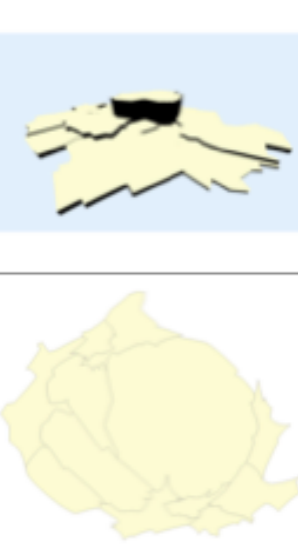
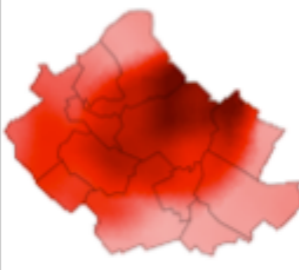



Figura 4.39.- Ejemplo de aplicación de la Variable “valor” en superficies mostrando las isolíneas.

A veces incluso se sustituye la superficie por un conjunto de zonas que representan “intervalos” o franjas correspondientes a los valores Z de la superficie. El resultado puede parecer adecuado pero sin embargo supone una pérdida de precisión.

VARIABLES VISUALES Y ELEMENTOS GEOGRÁFICOS						
	FORMA	COLOR	ORIENTACIÓN	TEXTURA	VALOR	TAMAÑO
PUNTOS						
LÍNEAS						
ZONAS						
SUPERFICIES						

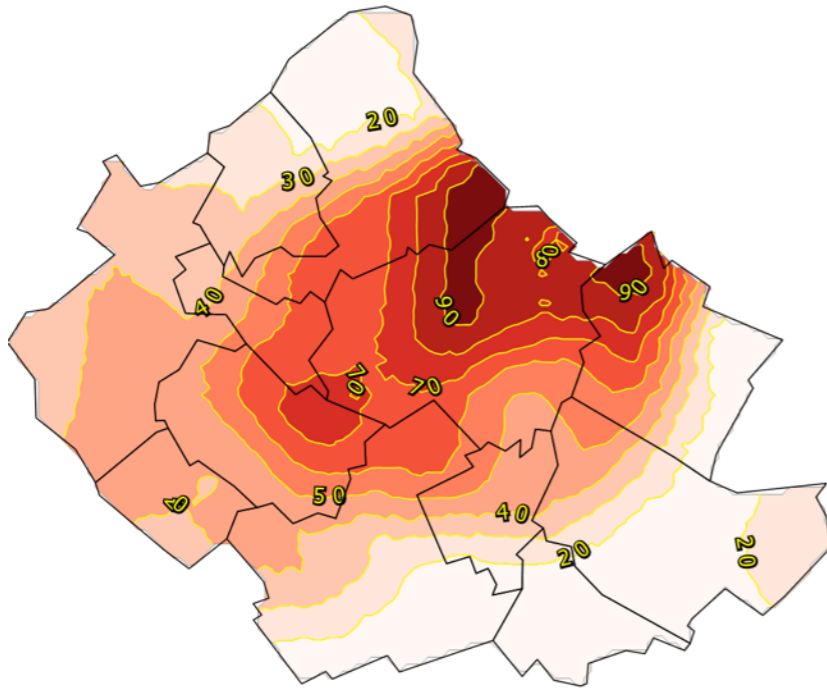


Figura 4.40.- Ejemplo de aplicación de la Variable “valor” en superficies representada utilizando intervalos o zonas.

Tamaño.

La variable tamaño se define mediante las dimensiones de los elementos o los grosores de las líneas. En consecuencia se relaciona con el área ocupada por ellos.

La longitud de la variable en este caso es ilimitada si bien es recomendable, cuando se aplica a elementos puntuales, que la

suma del área ocupada por los mismos no supere el 10% del área total del mapa.

Como la variable “valor”, puede aplicarse a todos los elementos con algunos matices:

- No presenta problemas en los elementos puntuales ni en los lineales.
- En el caso de los zonales existen tres opciones:
- Aplicarlos sobre su dimensión Z y visualizar el resultado mediante perspectivas.
- Representar los elementos zonales como si se tratase de elementos puntuales.
- Utilizar Cartogramas en donde según se ha visto en el apartado de tipos de documentos, el área de los elementos depende del valor representado.
- Para el caso de las superficies pueden representarse mediante una matriz auxiliar de puntos.

Ejemplos:

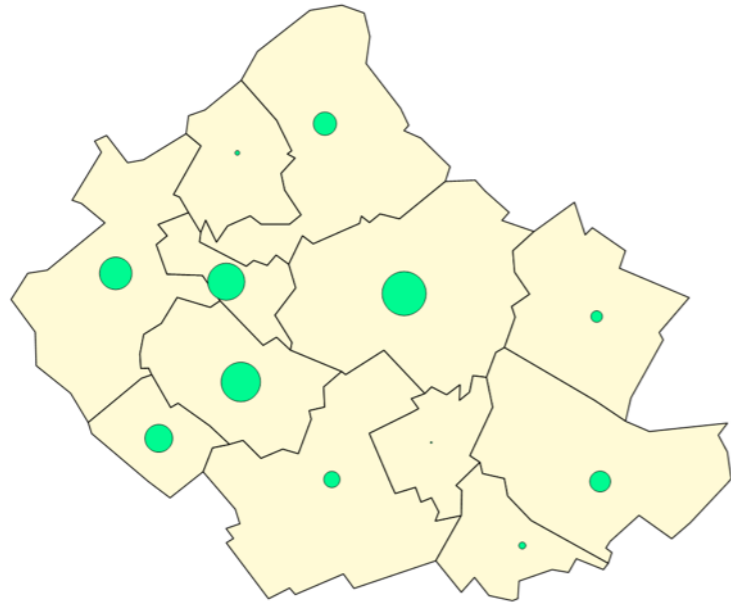


Figura 4.41.- Ejemplo de aplicación de la Variable “tamaño” en elementos puntuales.



Figura 4.42.- Ejemplo de aplicación de la Variable “tamaño” en elementos lineales.

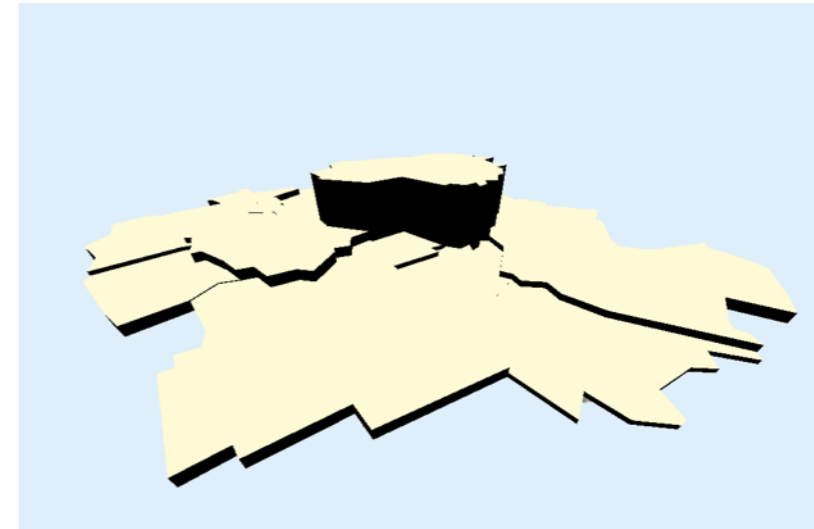


Figura 4.43.- Ejemplo de aplicación de la Variable “tamaño” en elementos zonales mediante el valor Z.

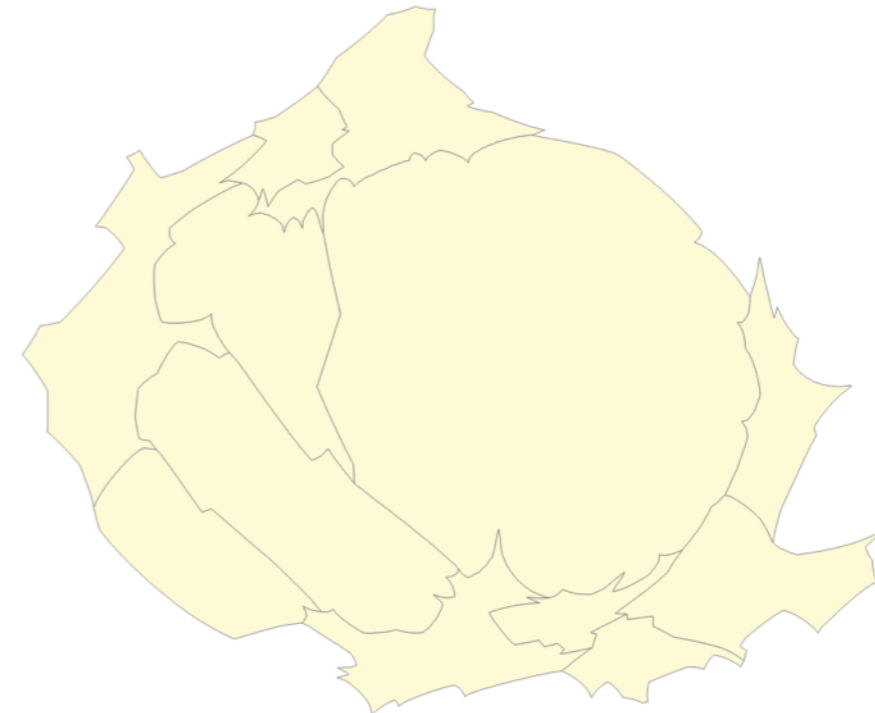


Figura 4.44.- Ejemplo de aplicación de la Variable “tamaño” en elementos zonales mediante un cartograma.

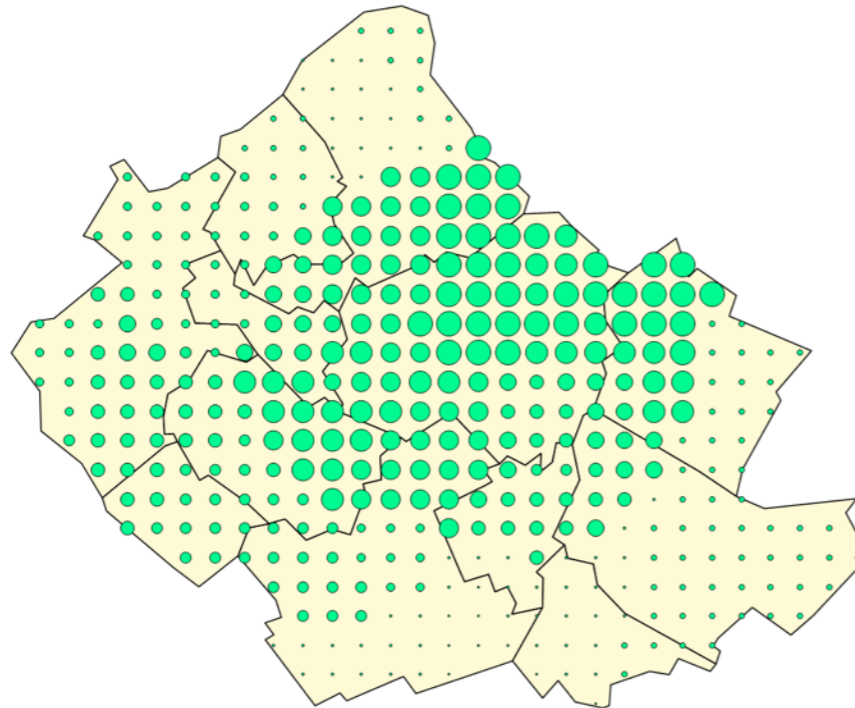


Figura 4.45.- Ejemplo de aplicación de la Variable “tamaño” en superficies.

Propiedades Perceptivas de las Variables Visuales.

Además de las Variables Visuales Jacques Bertin define un conjunto de características asociadas a ellas, se trata de un conjunto de propiedades fundamentales para establecer correspondencias entre la información a representar y las variables a utilizar.

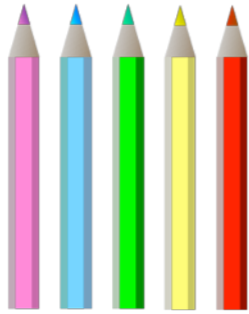
Si las Variable Visuales son las “letras” del lenguaje gráfico, las propiedades perceptivas constituyen la “sintaxis”.

Las propiedades perceptivas de las variables visuales son cuatro: de orden (o jerarquía), cuantitativa, selectiva y asociativa (o peso visual).

Propiedad de orden o jerarquía.

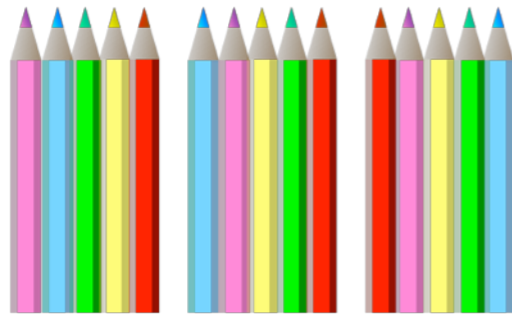
Una variable visual tiene la propiedad de orden o jerarquía si es posible establecer una secuencia lógica, universal, ascendente o descendente, entre los elementos componentes del mapa o gráfico.

Supongamos que disponemos de varias cajas de cinco lápices de colores como los siguientes



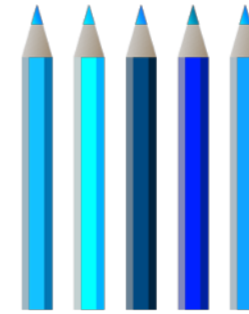
los entregamos a varias personas y les pedimos que nos los devuelvan ordenados en función de sus colores.

Es muy probable, cuando analicemos el resultado descubrir algunos de los siguientes grupos:

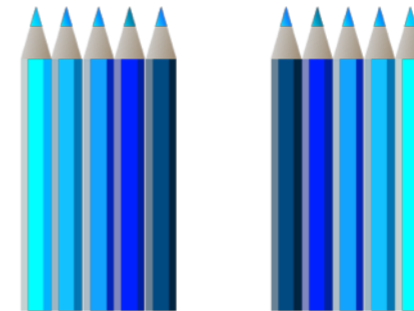


El resultado nos indica que no es posible establecer un orden o jerarquía de tipo universal, es decir, no existe “unanimidad” respecto a ese orden al no ser todos los resultados similares.

Si repetimos la prueba con los siguientes lápices:






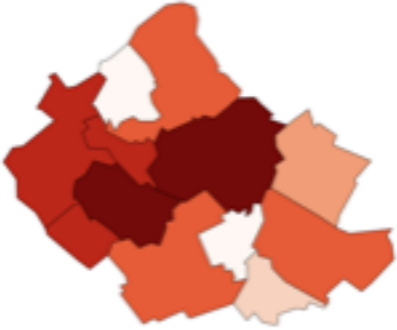


Al revisar los resultados, en la mayoría de los casos obtendremos alguno de los siguientes órdenes:



Es decir, existen dos tipos de orden diferentes: de más claro a más oscuro o de más oscuro a más claro. En realidad el orden es el mismo y por tanto en este caso si se trata de un resultado “universal” al elegir todos (o al menos la clara mayoría) el mismo resultado.

A partir de este pequeño experimento podemos clasificar las variables visuales en dos grupos: aquellas mediante las cuales puede apreciarse un orden o jerarquía y las que no permiten establecerlo.

Basta con examinar algunos ejemplos para deducir las variables visuales que tienen esta propiedad.

VARIABLES VISUALES : PROPIEDAD DE ORDEN	
NO ORDENADAS	ORDENADAS
	
COLOR	TEXTURA
	
FORMA	VALOR
	
ORIENTACIÓN	TAMAÑO

Que las variables visuales no tenga la propiedad de orden o jerarquía no es un problema si no una ventaja.

Estas variables permiten identificar lo “distinto”, es decir, aquella información que se sitúa al mismo nivel, pero es diferente. Por ejemplo: masculino-femenino, marca A-marca B, punto de venta-punto de almacenamiento, etc...

Más adelante veremos cómo utilizar esta propiedad y la de tamaño para representar los diferentes tipos de datos.

Propiedad Cuantitativa.

Poseen esta propiedad las variables que permiten estimar visualmente cantidades numéricas o, expresado de otra forma, conociendo una cantidad asociada a un elemento, es posible deducir las cantidades correspondientes a las asociadas a otros elementos de forma aproximada.

Basta hacer un sencillo test para determinar las variables visuales con esta propiedad.

En las siguientes figuras se ha asignado un valor cuantitativo a uno de los elementos y se ha utilizado una variable visual distinta

es cada caso. La pregunta para determinar si una variable dispone de la propiedad cuantitativa es:

¿Qué valores le corresponden a los elementos A, B, C y D conociendo el mostrado en el mapa?.

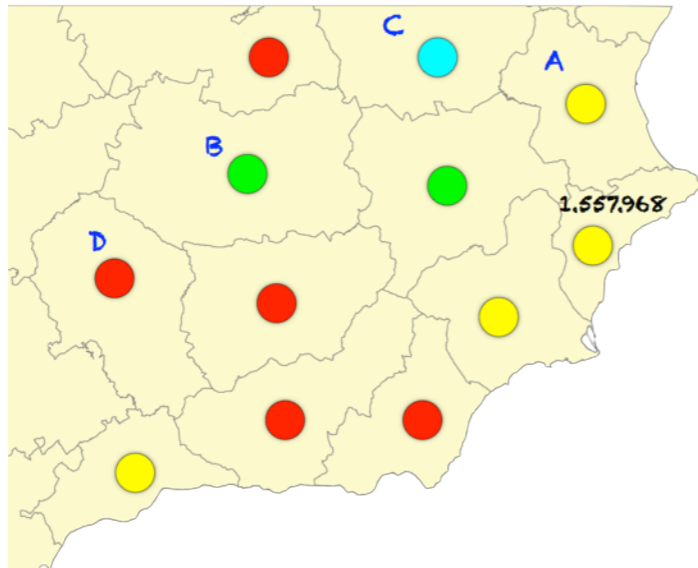


Figura 4.46.- Prueba de propiedad cuantitativa para la variable visual color.

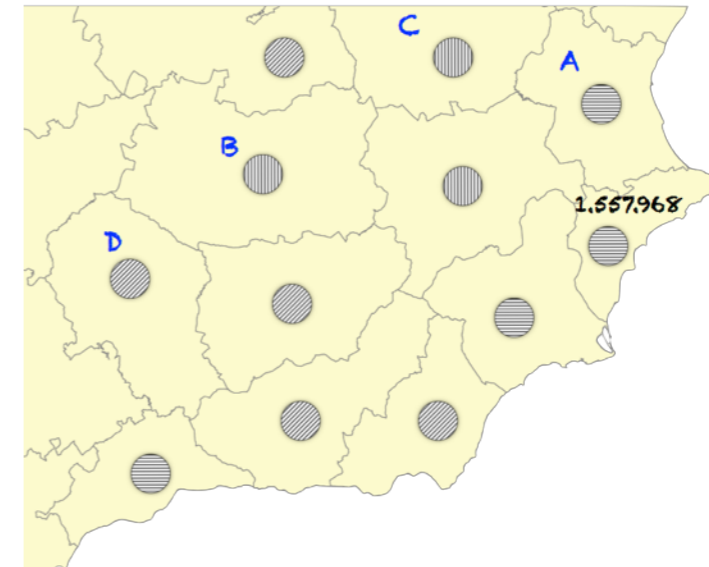


Figura 4.47.- Prueba de propiedad cuantitativa para la variable visual orientación.

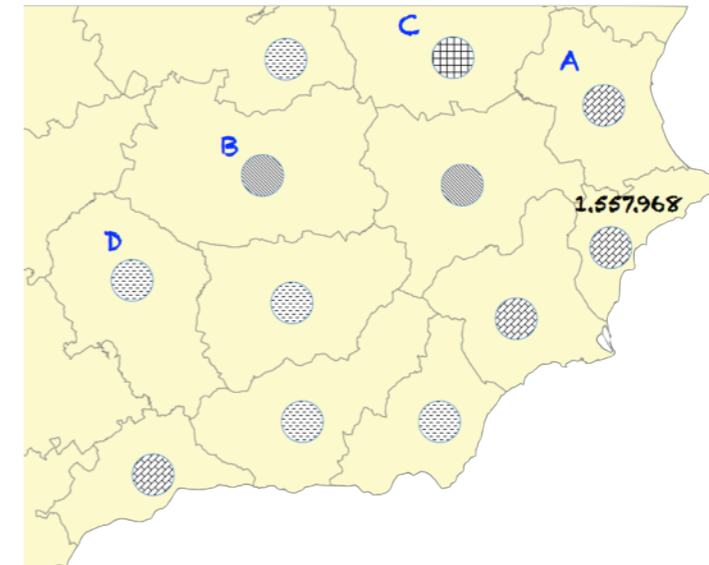


Figura 4.48.- Prueba de propiedad cuantitativa para la variable visual forma.

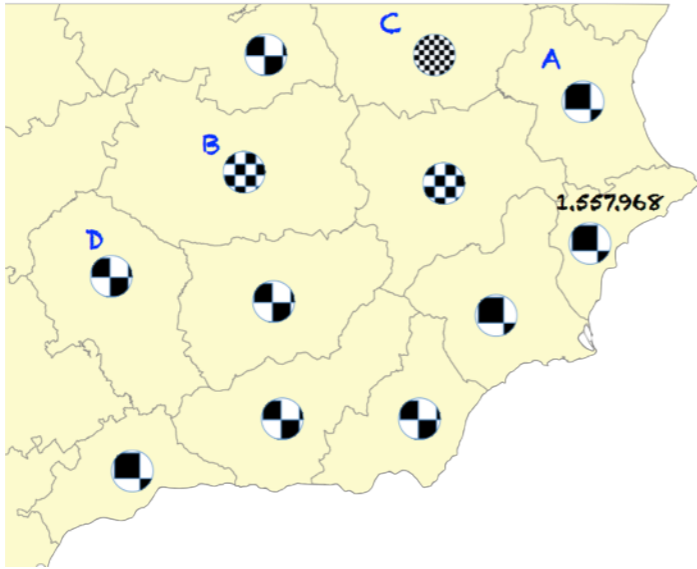


Figura 4.49.- Prueba de propiedad cuantitativa para la variable visual textura.

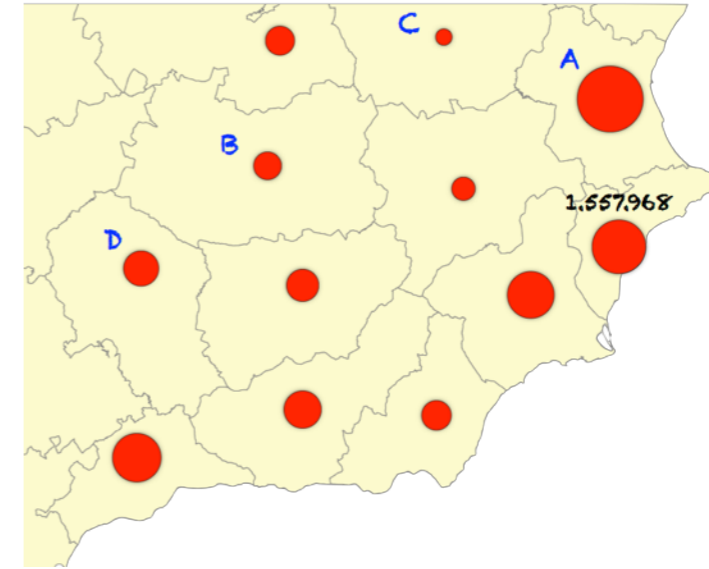


Figura 4.51.- Prueba de propiedad cuantitativa para la variable visual tamaño.

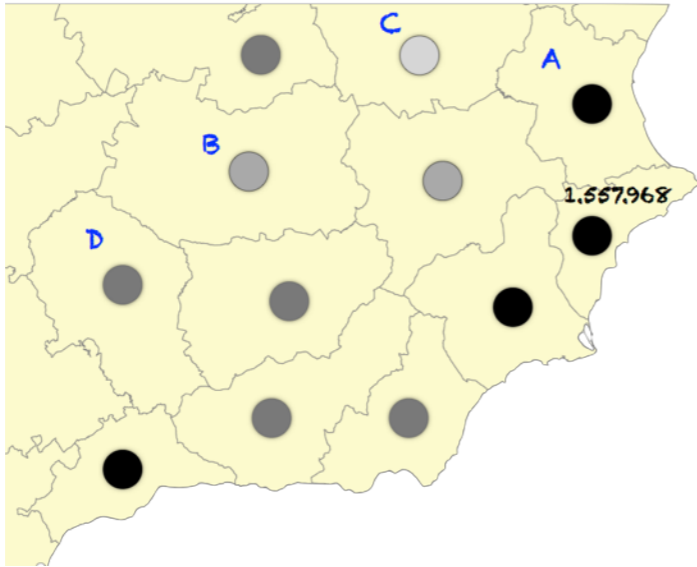


Figura 4.50.- Prueba de propiedad cuantitativa para la variable visual valor.

Los valores correspondientes a los puntos A, B, C y D son los siguientes:

PUNTO	VALOR NUMÉRICO
A	2.267.503
B	484.338
C	201.614
D	771.131

Y para el resto de los elementos representados:

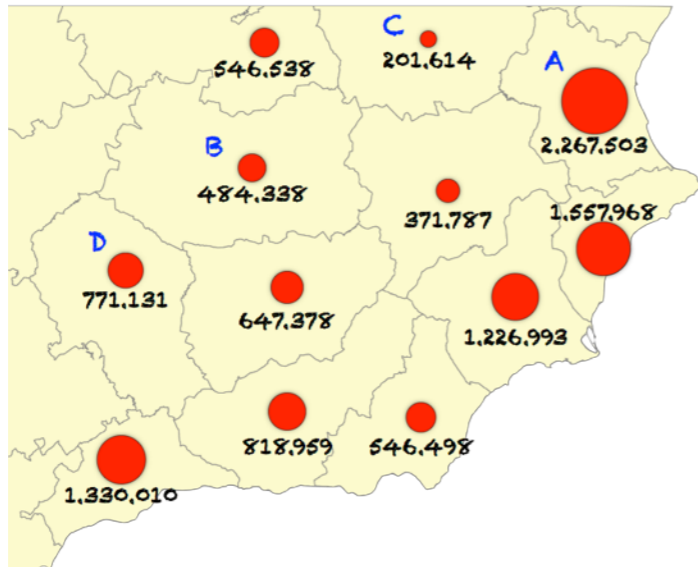


Figura 4.52.- Elementos y valores numéricos correspondientes.

Seguramente los valores estimados no coincidirán exactamente con los correspondientes a cada uno de los elementos, pero estarán dentro de un nivel aceptable, suficiente para analizar el fenómeno representado.

La propiedad selectiva (agrupación visual).

Una variable visual tiene la propiedad selectiva si es posible formar “grupos visuales” con facilidad.

El mapa de la figura 4.49 contiene dos palabras escondidas, ¿puede encontrarlas?



Figura 4.53.- La propiedad selectiva I.

Tal vez no encuentre las palabras pero la mayoría de los lectores si las encuentran. En la parte nordeste, en verde aparece la palabra “dos” y en la parte sur, un poco hacia el este, en rojo, está la palabra “uno”.

Esta propiedad es muy utilizada en el lenguaje gráfico. Por ejemplo en las señales de tráfico para facilitar la diferenciación entre señales de prohibición, de fin de prohibición o de recomendación.



Figura 4.54.- La propiedad selectiva II.

La utilidad de esta propiedad consiste en la facilidad de organizar, visualmente, la información gráfica en “capas” pudiendo identificarse por separado como si se tratase de mapas distintos.

Así en el siguiente mapa, en donde aparecen: ríos, carreteras y ferrocarriles, es posible separarlas visualmente y percibir las como diferentes. De esta forma pueden establecerse relaciones entre los elementos componentes de cada una de ellas disponiendo así de una organización tridimensional según diferentes planos o capas.

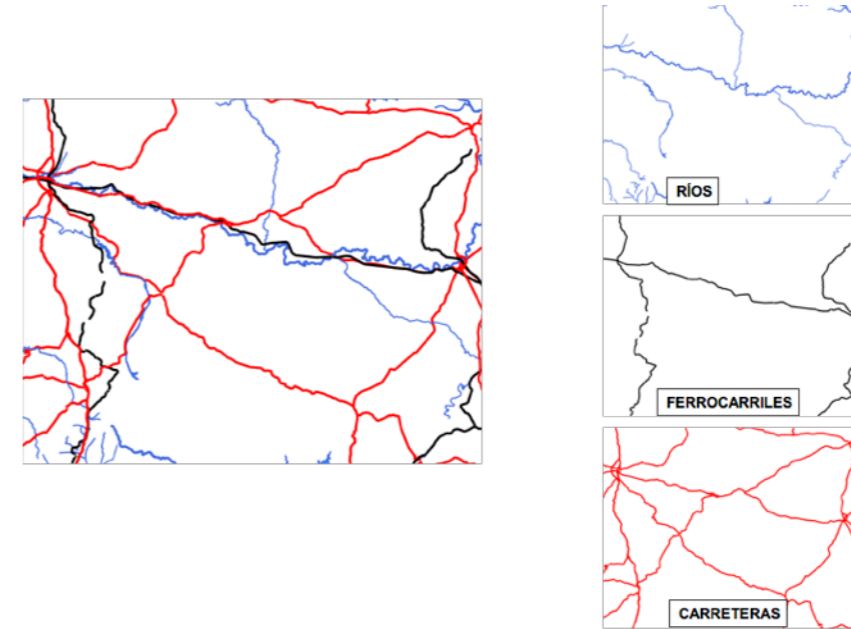


Figura 4.55.- La propiedad selectiva III.

Mediante esta propiedad es posible responder con facilidad a varias preguntas relativas a “interacciones” entre los componentes del mapa.

En la siguiente figura se muestra la posición, en diversos puntos de una ciudad, de dos cadenas de pequeños supermercados que compiten entre sí por captar clientela.

Sobre él pueden encontrarse respuestas a preguntas como por ejemplo:

¿En qué cuadrante tienen más establecimientos cada una de las cadenas de supermercados?.

¿Donde no existe competencia entre ambas cadenas?

¿Dónde existe más competencia entre ambas?

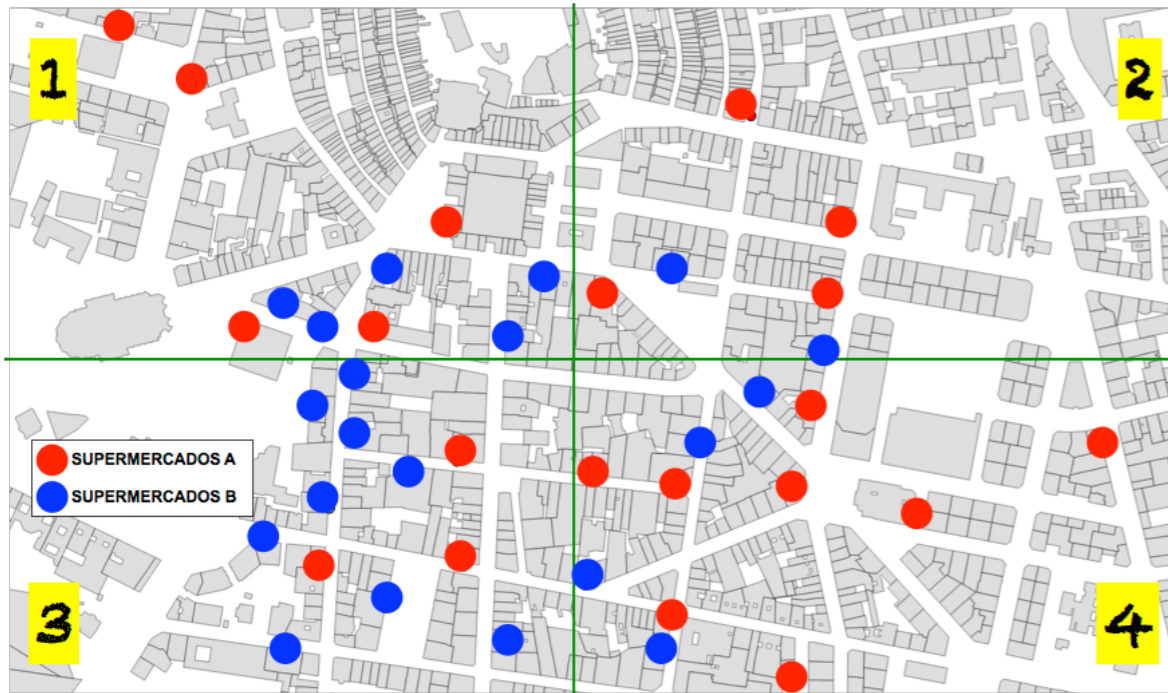


Figura 4.56.- La propiedad selectiva con la variable “color”.

Como puede comprobarse es posible formar el grupo de los símbolos en color rojo por una parte y en los de color azul por otra, facilitando así las comparaciones respecto a la distribución espacial de ambas. En el diseño de este mapa se ha utilizado la variable visual “color” que posee la propiedad selectiva.

El mismo mapa utilizando al variable “forma” proporciona el siguiente resultado:



Figura 4.57.- La propiedad selectiva con la variable “forma”.

Observamos ahora como ya no es fácil formar los grupos visuales y en consecuencia es más complicado encontrar las respuestas a las preguntas planteadas.

Las variables visuales que poseen esta propiedad son:

VARIABLES VISUALES Y PROPIEDAD SELECTIVA	
SELECTIVAS	NO SELECTIVAS
COLOR	FORMA
ORIENTACIÓN	TAMAÑO
VALOR	
TEXTURA	

La siguiente figura muestra un mapa sobre el cual se han situado dos grupos de elementos representados mediante círculos y sobre los cuales se ha aplicado la Variable Color.

Unos aparecen en color rojo mientras otros son de color verde claro.

¿Cual de ellos es mas abundante?.

La propiedad asociativa (peso visual).

La propiedad asociativa es el poder de atracción o peso visual de los elementos representados sobre los cuales se ha aplicado una Variable Visual.

Una Variable Visual tiene esta propiedad si los elementos sobre los cuales se han aplicado se ven como iguales o no existe una atracción visualmente jerárquica, entre unos y otros.

Si no dispone de esa propiedad entonces se denomina “disociativa”.

Como en los casos anteriores lo mejor es identificar esta propiedad mediante un ejemplo.

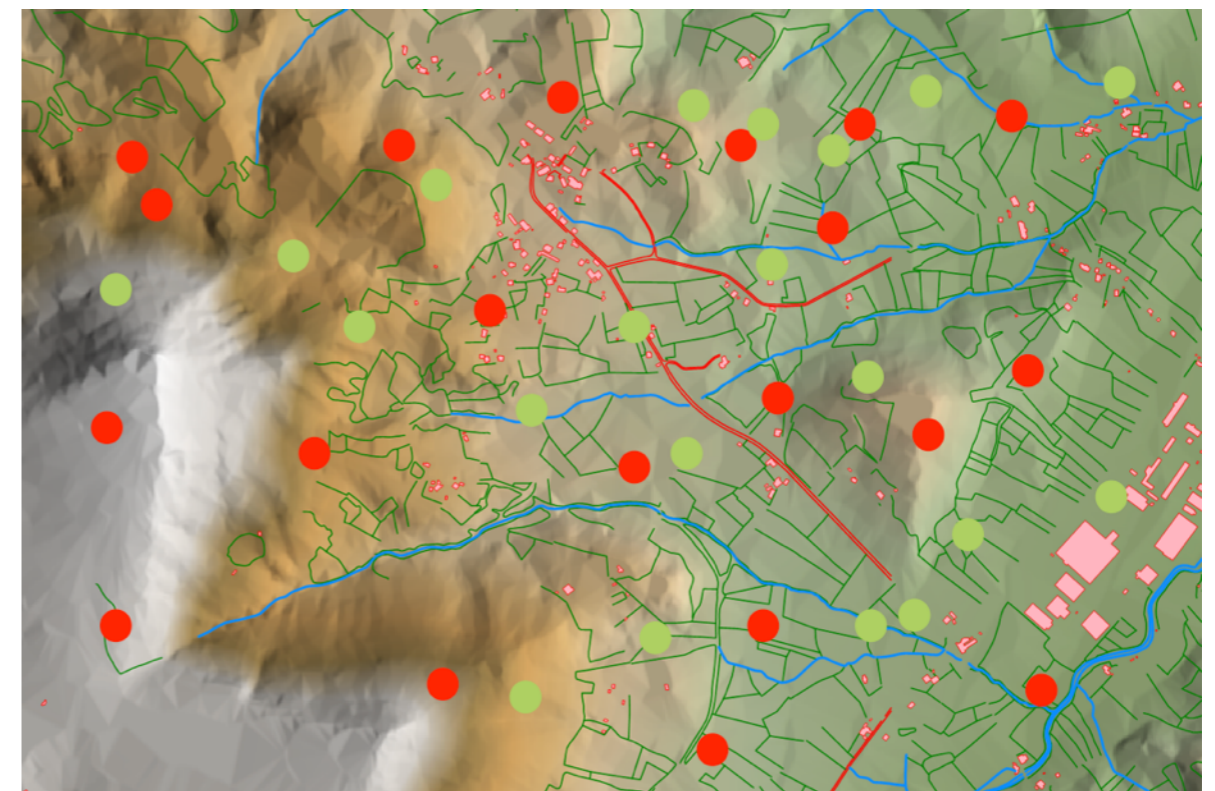


Figura 4.58.- La propiedad asociativa con la variable visual “color”.

Posiblemente los elementos rojos le parecerán más abundantes. Esta percepción se debe a que variable color es disociativa, es

decir: unos elementos se ven “más” que otros o tienen mayor poder de atracción al ojo humano.

Aplicando a los mismos elementos la variable visual “Forma” puede comprobarse como ahora no existe una discriminación entre los elementos y todos se ven como iguales y por lo tanto, esta variable visual es asociativa.

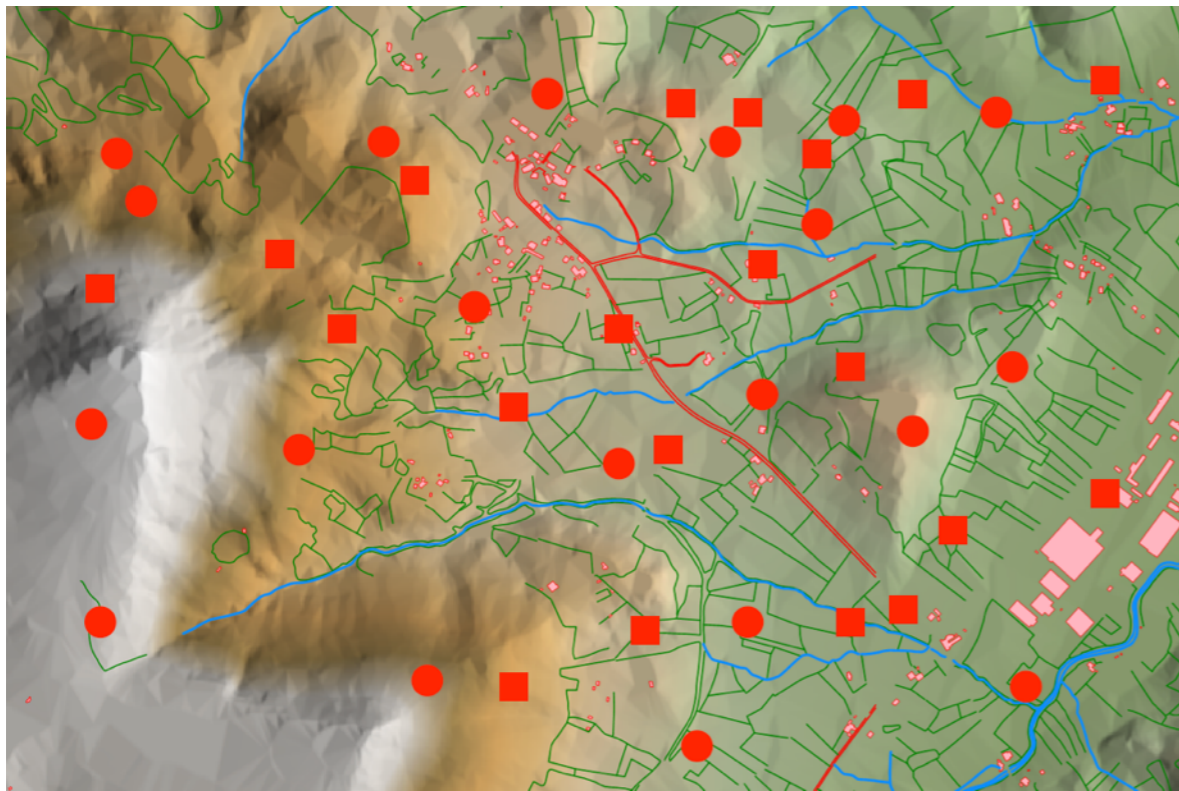


Figura 4.59.- La propiedad asociativa con la variable visual “forma”.

Esta propiedad puede utilizarse para hacer prevalecer unos elementos sobre otros, para hacerlos parecer como más importantes o abundantes (caso de las variables disociativas) o

por el contrario, mostrarlas como iguales, semejantes o equilibradas si se aplica una Variable asociativa.

El mapa siguiente se ha diseñado utilizando la variable “Valor” para hacer prevalecer unos elementos sobre otros, al contrario de lo mostrado en la figura 4.59 en donde todos aparecen como iguales. Es el mismo mapa, con la misma información, pero evidentemente los resultados son totalmente diferentes.



Figura 4.60.- La propiedad asociativa con la variable visual “valor”.

La siguiente tabla muestra un resumen de las Variables Visuales y de sus propiedades perceptivas.

VARIABLES VISUALES Y PROPIEDAD ASOCIATIVA	
ASOCIATIVAS	DISOCIATIVAS
FORMA	COLOR
ORIENTACIÓN	VALOR
TEXTURA	TAMAÑO

Si bien la variable color es disociativa, existe una cierta posibilidad de serlo “parcialmente”, es decir, con algunos ajustes específicos.

Es posible asignar color a los elementos intentando mantener su equilibrio visual.

En la siguiente figura se ha aplicado la variable Color, sin embargo se han escogido unos colores verdes y naranjas intentando buscar el equilibrio visual entre ellos.

El resultado puede considerarse el mismo que si se hubiese aplicado una variable asociativa.

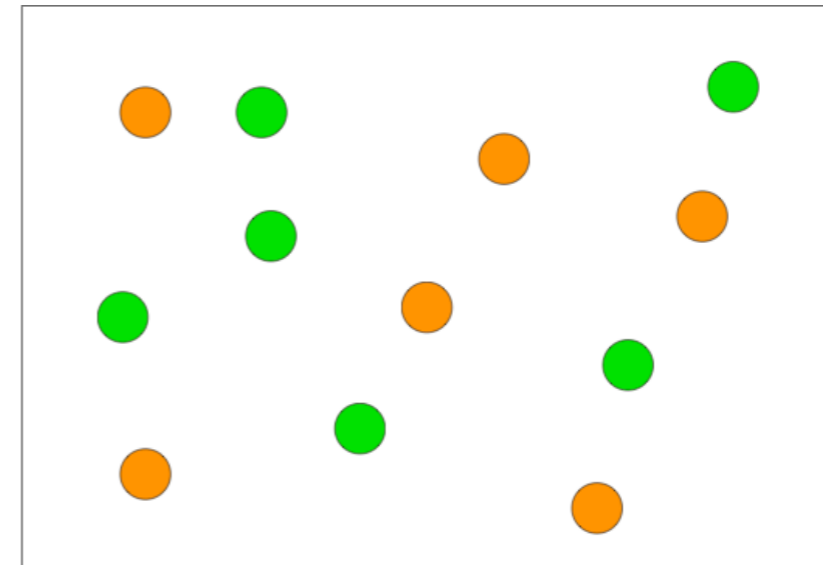


Figura 4.61.- La propiedad asociativa con la variable visual “valor”

TABLA RESUMEN DE LAS VARIABLES VISUALES Y PROPIEDADES PERCEPTIVAS					
VARIABLE VISUAL	GEO	AGRUPACIÓN	EQUILIBRIO VISUAL	ORDEN	CANTIDAD
COLOR	Puntos	Si	Parcial	No	No
	Líneas				
	Zonas				
FORMA	Puntos	No	Si	No	No
	Líneas				
	Zonas				
ORIENTACIÓN	Puntos	Si	Si	No	No
	Líneas	No utilizable			
	Zonas	Si	Si	No	No
TEXTURA	Puntos	Poco utilizable			
	Líneas	Poco utilizable			
	Zonas	Si	Si	Si	NO
VALOR	Puntos	Si	No	Si	No
	Líneas				
	Zonas				
TAMAÑO	Puntos	No	No	Si	Si
	Líneas				
	Zonas				

Combinación de propiedades perceptivas

Un característica muy interesante de las propiedades perceptivas de las Variables Visuales es la posibilidad de “combinarlas” de forma aditiva; esto es: sumando sus características.

Así es posible combinar las variables color y tamaño y las propiedades perceptivas resultantes son las siguientes:

EJEMPLO DE COMBINACIÓN DE VARIABLES VISUALES					
VARIABLE VISUAL	GEO	AGRUPACIÓN	EQUILIBRIO VISUAL	ORDEN	CANTIDAD
COLOR	Puntos	Si	Parcial	No	No
	Líneas				
	Zonas				
TAMAÑO	Puntos	No	No	Si	Si
	Líneas				
	Zonas				
PROPIEDADES RESULTANTES		Si	Parcial	Si	Si

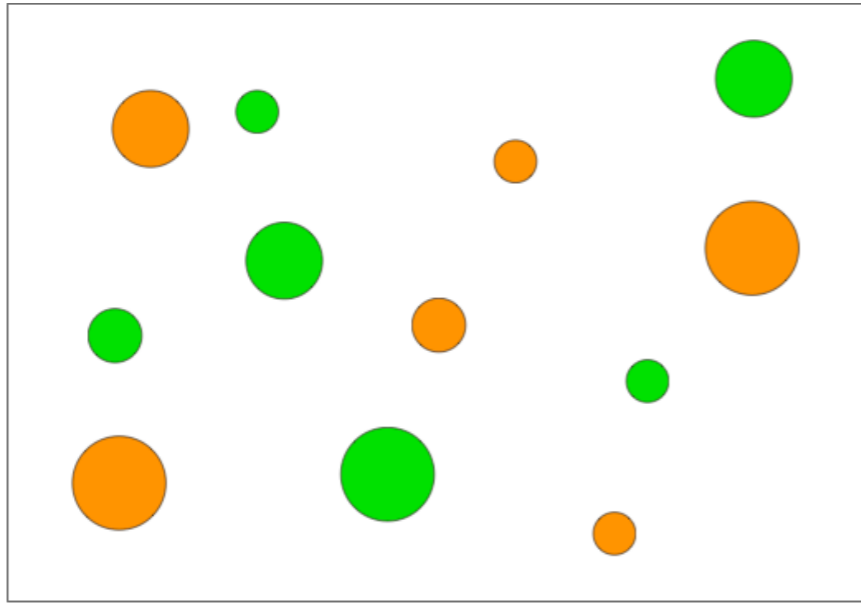


Figura 4.62.- Ejemplo de combinación de las variable color y tamaño.

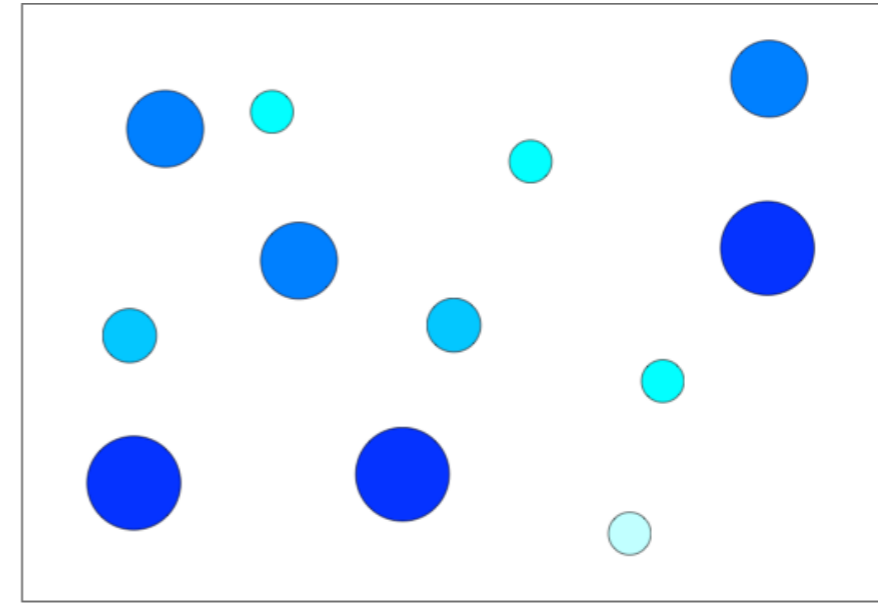


Figura 4.63.- Ejemplo de combinación de las variable valor y tamaño.

Si las dos variables visuales tienen alguna propiedad perceptiva en común, entonces el resultado es un énfasis o incremento en esa propiedad. Por ejemplo combinar valor y tamaño tiene como resultado respecto a la propiedad "orden" un incremento en la percepción del mismo.

Representación Espacial y Cartografía Temática. Diseño de documentos efectivos.

CONTENIDO DE LA SECCIÓN

1. Diseño Cartográfico.
2. Parametrización de las Variables Visuales.
3. Características y resultados de los test para optimizar la parametrización de las Variables Visuales.
4. Resumen de longitudes y recomendaciones para la parametrización de las Variables Visuales.

Diseño cartográfico.

El proceso de diseño se realiza mediante la coordinación o integración de las Variables Visuales seleccionadas, los Datos y los tipos de documentos necesarios para representar la información elegida.

Si bien este no suele ser un proceso secuencial, para facilitar la explicación, lo descompondremos en dos fases:

1. Coordinación Datos y Tipos de Documentos a utilizar: Elección del tipo o tipos de documentos en función de los datos a representar.
2. Coordinación Datos-Variables Visuales: Elección de las Variables Visuales en función de los datos a representar.

Coordinación Datos - Tipos de Documentos.

Al describir los tipos de documentos se estableció una correspondencia entre datos y tipos de documentos. Sin embargo es necesario tener en cuenta algunos

aspectos adicionales, para seleccionar adecuadamente, el mejor documento para cada tipo de dato a representar.

El primer aspecto a tener en cuenta son los “componentes de la información”.

Si queremos diseñar un documento bajo el siguiente título:

Número de desempleados según sexo y tramo de edad y edad media de los mismos, según divisiones administrativas.

La estructura de componentes son los siguientes:

COMPONENTES	SUB-COMPONENTES NIVEL 1	SUB-COMPONENTES NIVEL 2
Número de desempleados	sexo	tramo de edad
Quantitativa	Cualitativa	Rangos
Edad media		
Quantitativa		

Cada uno de los componentes implica la necesidad de utilizar un tipo de documento.

Para seleccionar el más adecuado se ha desarrollado la siguiente tabla:

ELECCIÓN DE LOS TIPOS DE DOCUMENTOS		
TIPO	TIPO DE DATOS	CARACTERÍSTICAS
MAPAS DE ELEMENTOS (Puntos, líneas, zonas)	Cualitativos, clases, rangos y cuantitativas	Permite representar todo tipo de datos y todo tipo de elementos salvo flujos y superficies.
CARTODIAGRAMAS (Puntos, líneas, zonas)	Cuantitativos	Sólo permite representar datos cuantitativos. Debe utilizarse cuando sea necesario visualizar dos o más componentes o sub-componentes sobre los mismos elementos.
FLUJOS (Líneas)	Cualitativos, clases, rangos y cuantitativas	Se utiliza cuando quieren representarse movimientos. Para diferenciarlo de los mapas de elementos lineales basta con tener en cuenta que las líneas que representan los movimientos o flujos nunca se corresponden con elementos lineales reales como: carreteras, ferrocarriles, canales, corrientes marinas, etc...)
SUPERFICIES	Datos cuantitativos de cambio suave	Es exclusivo para este tipo de información
CARTOGRAMAS (Zonas)	Cuantitativos	Sólo permite representar datos cuantitativos a partir de elementos zonales.

El primer componente es de tipo cuantitativo y por tanto puede representarse, en principio, mediante un mapa de elementos, un cartodiagrama o un cartograma.

Observamos sin embargo que tiene dos niveles de sub-componentes: sexos y tramos de edad.

El único tipo de documento capaz de representar al mismo tiempo esa información es un cartodiagrama.

El segundo componente no tiene sub-componentes y para su representación pueden utilizarse: mapas de elementos y cartogramas.

En el siguiente apartado veremos como matizar aun más esta elección en función de las variables visuales seleccionadas.







Coordinación Datos - Variables Visuales.

La coordinación se basa en la naturaleza de los datos y las propiedades de orden y cantidad (cuantitativa).

Así para representar datos cuya naturaleza sea de tipo cualitativo o textual deben utilizarse las Variable Visuales que no poseen ni la propiedad de orden ni de cantidad, es decir: color, forma y orientación.

Para los datos cuya naturaleza sea de rangos o de clases, las variables ordenadas: valor y textura.

Finalmente para los datos cuantitativos la única variable visual utilizable es el tamaño.

CORRESPONDENCIA ENTRE LAS VARIABLE VISUALES Y LA NATURALEZA DE LOS DATOS		
NATURALEZA DE LOS DATOS	VARIABLES VISUALES	EJEMPLO
NUMÉRICOS O CUANTITATIVOS	Tamaño	
RANGOS Y CLASES	Valor	
	Textura	
CUALITATIVOS O TEXTUALES	Color	
	Forma	
	Orientación	

Volviendo al ejemplo utilizado en los apartados anteriores la correspondencia sería la siguiente:

TEMA 1			
	COMPONENTES	SUB-COMPONENTES NIVEL 1	SUB-COMPONENTES NIVEL 2
DATOS A REPRESENTAR	Número de desempleados	sexo	tramo de edad
NATURALEZA	Cuantitativa	Cualitativa	Rangos
TIPO DE DOCUMENTO	Cartograma		
VARIABLES VISUALES	Tamaño	Color	Valor Textura

TEMA 2			
	COMPONENTES	SUB-COMPONENTES NIVEL 1	SUB-COMPONENTES NIVEL 2
DATOS A REPRESENTAR	Edad media		
NATURALEZA	Cuantitativa		
TIPO DE DOCUMENTO	Mapa de elementos Cartograma		
VARIABLES VISUALES	Tamaño		

En este paso es necesario tomar algunas decisiones a partir de las opciones encontradas.

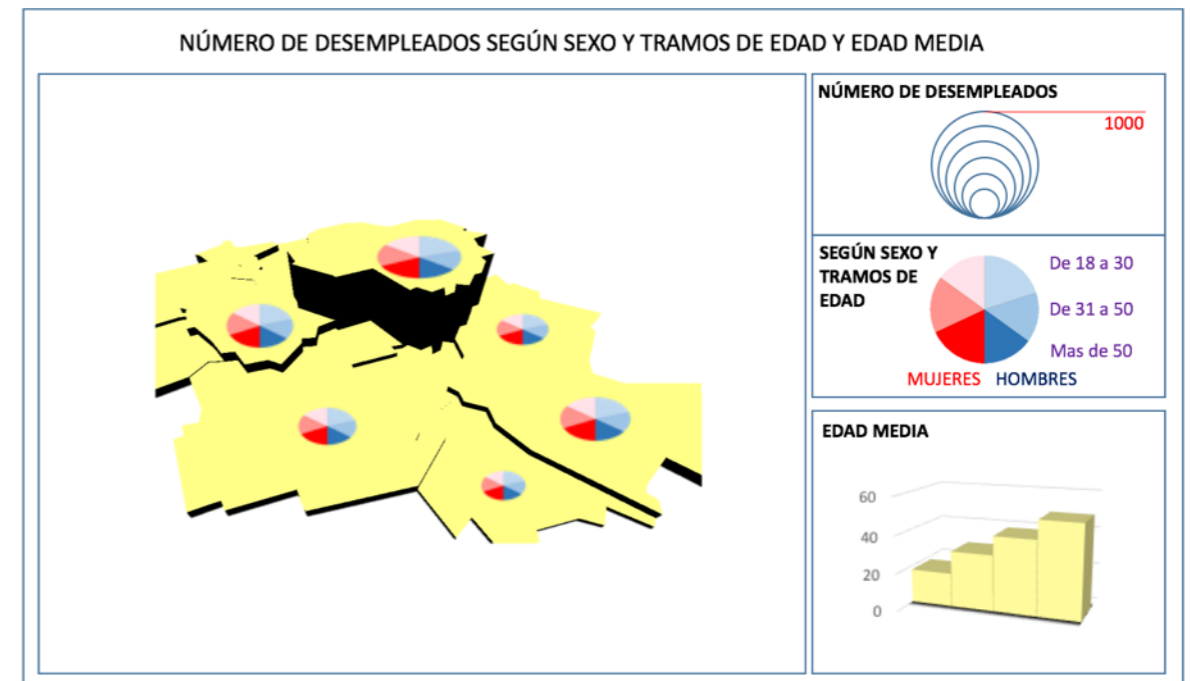
Así, en el caso del sub-componente del tema 1 en el nivel 2 (tramos de edad), las opciones son las variables visuales valor y textura.

Como ya se ha comentado la variable textura provoca un efecto vibratorio que resulta molesto para la casi totalidad de los lectores, por lo tanto es recomendable utilizar la variable valor.

En el caso del tema 2 los documentos posibles son: mapa de elementos o cartograma.

Si se opta por el mapa de elementos sería necesario representar los elementos zonales del mapa base como una perspectiva para poder apreciar la tercera dimensión. Este es el caso de la solución 1 mostrada a continuación.

EJEMPLO DE DISEÑO DE MAPA INTEGRANDO DATOS, TIPOS DE DOCUMENTOS Y VARIABLES VISUALES (Solución 1)		
MAPA BASE		
NÚMERO DE DESEMPLEADOS		
SEXO		
TRAMO DE EDAD		
EDAD MEDIA		



**Figura 4.64.- Ejemplo de composición de mapa temático.
Solución 1.**

Como la perspectiva no es un mapa, esta solución complica la interpretación de ambos componentes y en ocasiones, puede ocultar algunos elementos situados en la parte posterior de los más elevados.

La segunda opción es utilizar un cartograma para modificar las dimensiones de cada uno de los elementos zonales utilizando así la variable tamaño.

La solución es la siguiente:

EJEMPLO DE DISEÑO DE MAPA INTEGRANDO DATOS, TIPOS DE DOCUMENTOS Y VARIABLES VISUALES (Solución 2)		
MAPA BASE		
NÚMERO DE DESEMPLEADOS		
SEXO		
TRAMO DE EDAD		
EDAD MEDIA		

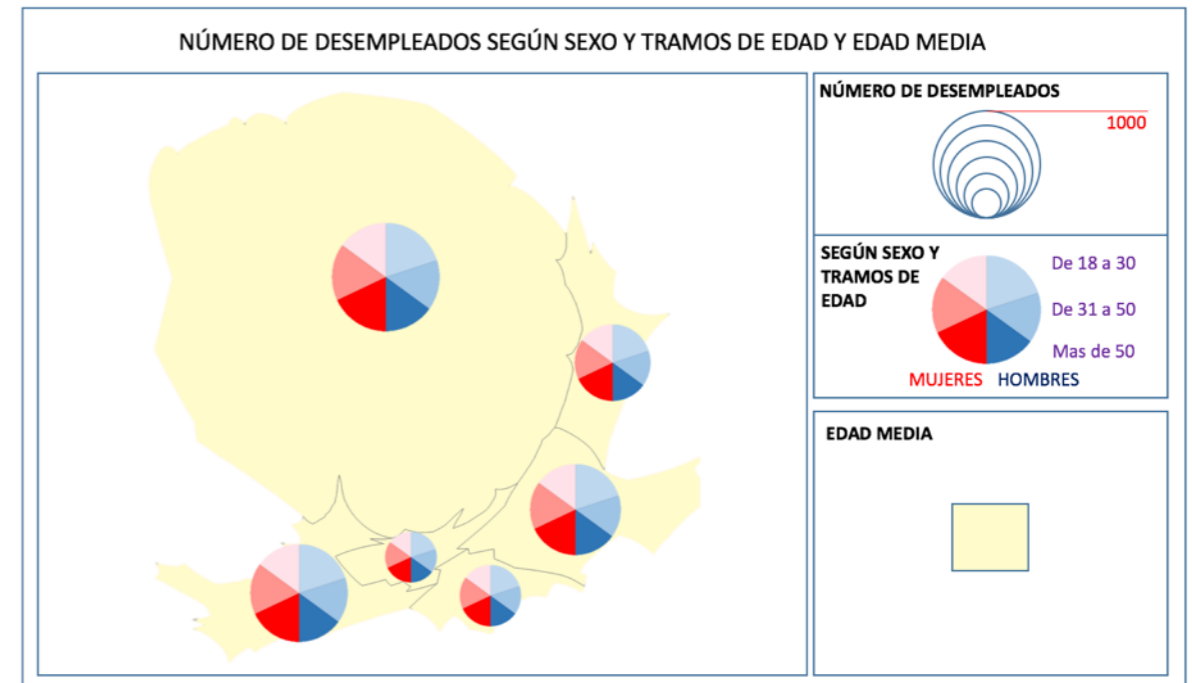


Figura 4.65.- Ejemplo de composición de mapa temático. Solución 2.









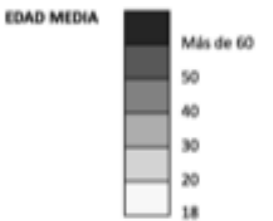
En este diseño es fácil valorar la componente primera (número de desempleados) pero sin embargo la valoración de las áreas resultantes de la construcción del cartograma no es demasiado clara.

Existe otra solución que, si bien supone una pérdida de precisión, mejora bastante la comprensión del propio fenómeno. Esta solución consiste en transformar los datos cuantitativos de la edad media de la población desempleada a rangos, mediante un proceso de “reclasificación” o discretización, ya descrito en el apartado dedicado a los “datos”.

El proceso de caracterización de datos cambian ligeramente pasando a ser el siguiente para la componente 2:

TEMA 2			
	COMPONENTES	SUB-COMPONENTES NIVEL 1	SUB-COMPONENTES NIVEL 2
DATOS A REPRESENTAR	Edad media		
NATURALEZA	(Cuantitativa)- >rangos		
TIPO DE DOCUMENTO	Mapa de elementos		
VARIABLES VISUALES	Valor Textura		

De esta forma el proceso de diseño del mapa pasa a ser el siguiente:

EJEMPLO DE DISEÑO DE MAPA INTEGRANDO DATOS, TIPOS DE DOCUMENTOS Y VARIABLES VISUALES (Solución 3)		
MAPA BASE		
NÚMERO DE DESEMPLEADOS		
SEXO		
TRAMO DE EDAD		
EDAD MEDIA		

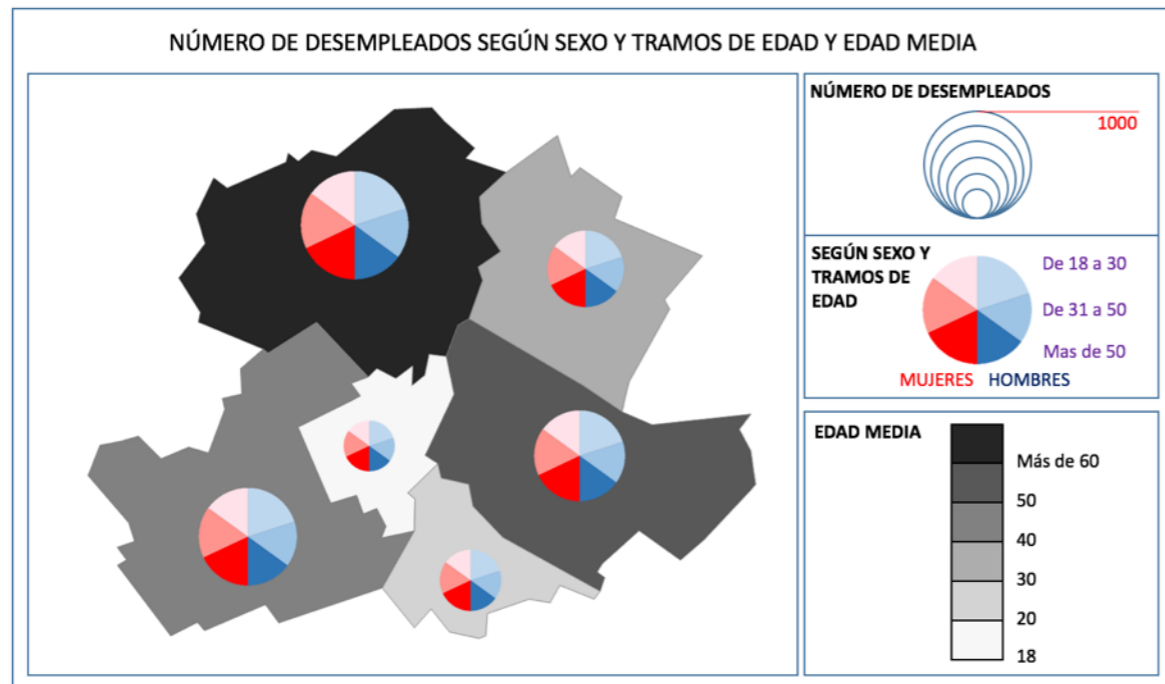


Figura 4.66.- Ejemplo de composición de mapa temático. Solución 3.

Parametrización de las Variables Visuales.

Una vez decididos los tipos de documentos y las Variables Visuales a utilizar para representar la información es necesario “parametrizar” estas variables para ajustarlas al máximo a las características de esa información, en la búsqueda de la mayor efectividad y nivel de precisión visual.

Para hacerlo es necesario valorar las propiedades perceptivas así como la longitud de cada una de las Variables seleccionadas.

La parametrización es diferente para cada una de las variables y debe hacerse de forma específica, para cada serie de datos a representar.

La parametrización de las Variable Visuales no ordenadas se limita a la determinación del número de símbolos, orientaciones o colores a utilizar.

Sin embargo, las variables ordenadas requieren un tratamiento de la información específica, para establecer la correspondencia entre los datos y su representación.

A lo largo de esta sección encontrará algunos ejemplos de “test” o cuestionario para identificar las longitudes y recomendaciones de la tabla anterior. En el apartado titulado “Resultados de los test para optimizar la parametrización de las Variables Visuales” puede encontrar las características de cada uno de los test, así como los valores estadísticos encontrados a través de nuestras encuestas.

Parametrización de la Variable Forma

Como se muestra en la anterior tabla resumen la longitud de esta variable es ilimitada pero previamente se mencionó, en su descripción como la mayoría de los lectores tiene dificultades

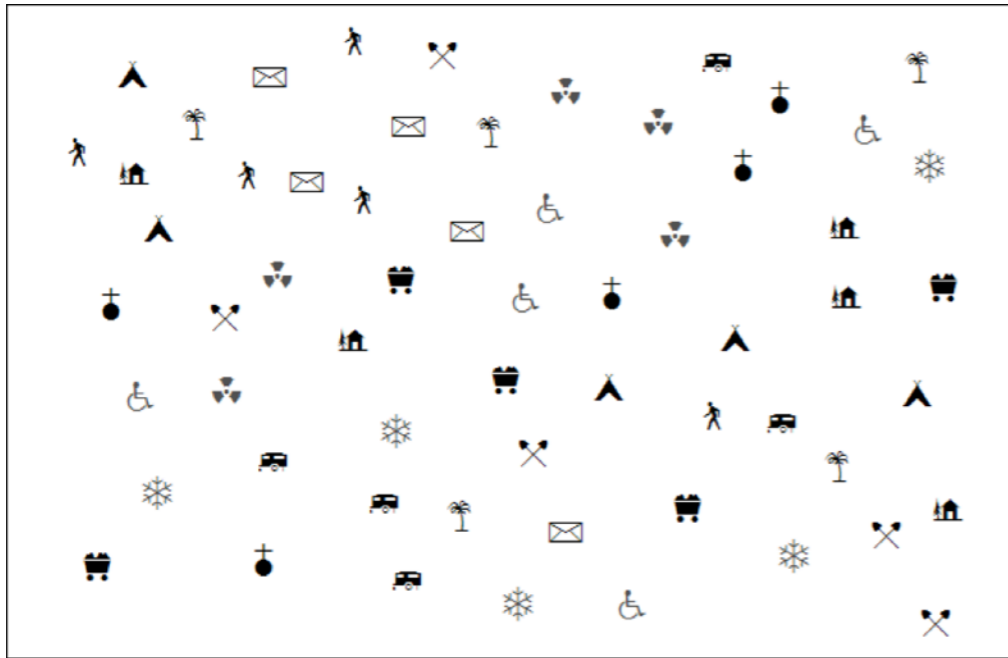


Figura 4.69.- Ejemplo de test de evaluación de la longitud de la Variable Forma 3.

Le proponemos ahora otro pequeño experimento:

Observe de nuevo el mapa del test 1 (figura 4.67) durante treinta segundos. Ocúltelo y trate de dibujar, sin mirar la figura, los símbolos presentes en ella.

Si repite este test con varias personas, sin decirles previamente lo que se les va a pedir, para evitar que se centren en su memorización (algo que no hace el lector de los mapas), descubrirá que casi nadie es capaz de recordar las formas de más de 8 símbolos diferentes. Un número superior de símbolos

puede ser “abrumador” para el lector y el mapa perderá efectividad de comunicación visual.

Otro factor adicional es el propio diseño de los símbolos o pictogramas. Como en el caso de las aplicaciones para dispositivos móviles, deben ser evidentes o evocadores, sencillos y por supuesto directamente relacionados con el fenómeno a representar.

También es importante definir sus dimensiones en función de las condiciones de lectura previstas (distancia, iluminación, etc...).

Parametrización de la Variable Orientación.

Esta Variable tiene una longitud teórica superior a 300 (por ejemplo una orientación para cada grado) pero es difícil que la mayoría de los lectores sean capaces de identificar más de 6 orientaciones.

Cómo para la variable anterior presentamos un ejemplo de test para evaluar su longitud perceptiva.

¿Cuántas orientaciones distintas puede identificar en las siguientes figuras?.

Como en el caso anterior anote los resultados obtenidos y compárelos con los nuestros al final de este apartado.

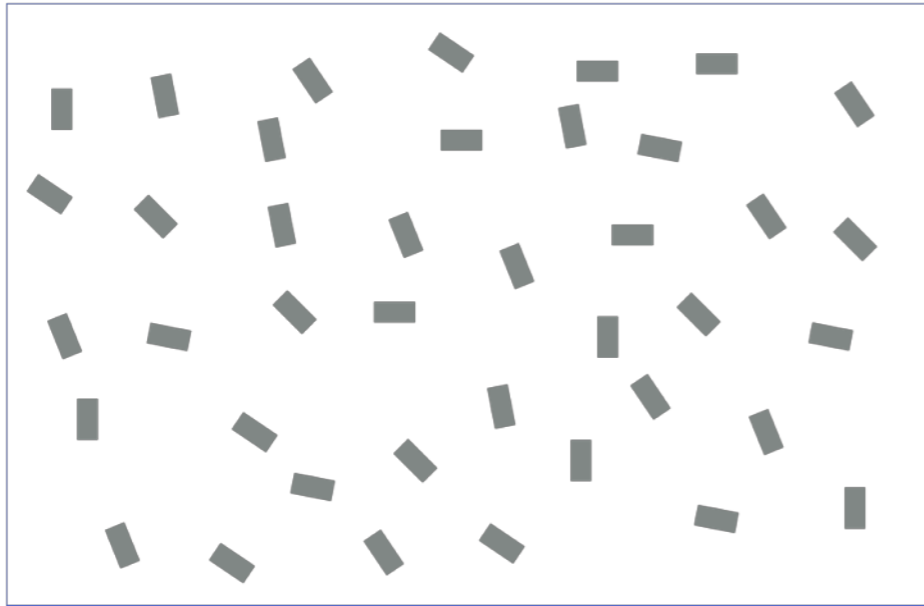


Figura 4.70.- Ejemplo de test de evaluación de la longitud de la Variable Orientación 1.



Figura 4.71.- Ejemplo de test de evaluación de la longitud de la Variable Orientación 2.

Por otra parte esta Variable Visual no puede utilizarse sobre elementos lineales y en el caso de los zonales debe evitarse al provocar un fuerte efecto vibratorio.

Parametrización de la Variable Color.

La parametrización de esta variable, así como la de Tamaño, requiere un desarrollo más detallado, diferenciando, por una parte, su longitud y la coordinación con los datos a representar o discretización, por otra.

Longitud de la Variable Color.

Aunque teóricamente su longitud es infinita su parametrización depende de muchos factores como:

1. Factores de reproducción (o soporte): impreso sobre papel, monitor de ordenador, pantalla de plasma, cañón de proyección, resoluciones de cada uno de ellos.... Cada uno de estos medios presentará unas posibilidades limitando el número de colores reproducidos.
2. Factores de escenario (o lectura): distancia de lectura, tipo de iluminación (intensidad, dirección de la luz, posibles reflejos...).

3. Factores del lector (o capacidad de percepción): no todos percibimos los colores de la misma manera.

Como en los casos anteriores es necesario realizar pruebas con un cierto número de lectores pero en esta ocasión teniendo muy en cuenta los factores asociados a esta Variable Visual.

Parametrización de la Variable Valor.

Como en las Variables anteriores es necesario considerar, en primer lugar, su longitud y sus limitaciones perceptivas.

A continuación se muestran tres ejemplos para estimar su longitud.

La pregunta en este caso es la siguiente:

¿Cuántos grises diferentes se ha utilizado en cada uno de los mapas ejemplo?:

Anote los resultados obtenidos y compárelos con los nuestros al final de este apartado.

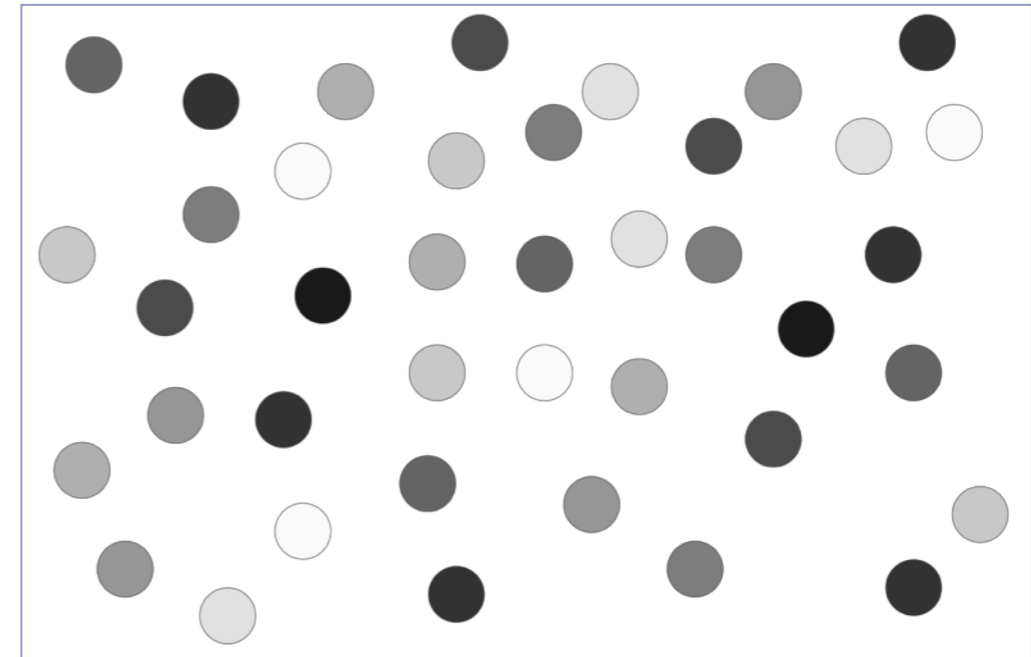


Figura 4.72.- Ejemplo de test de evaluación de la longitud de la Variable Valor 1.

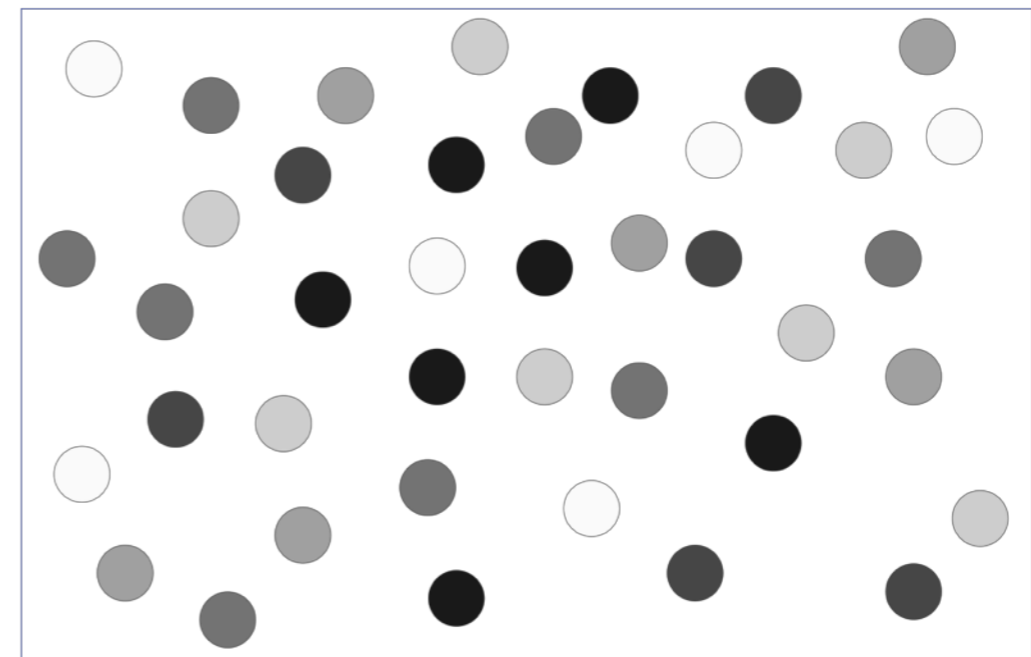


Figura 4.73.- Ejemplo de test de evaluación de la longitud de la Variable Valor 2.

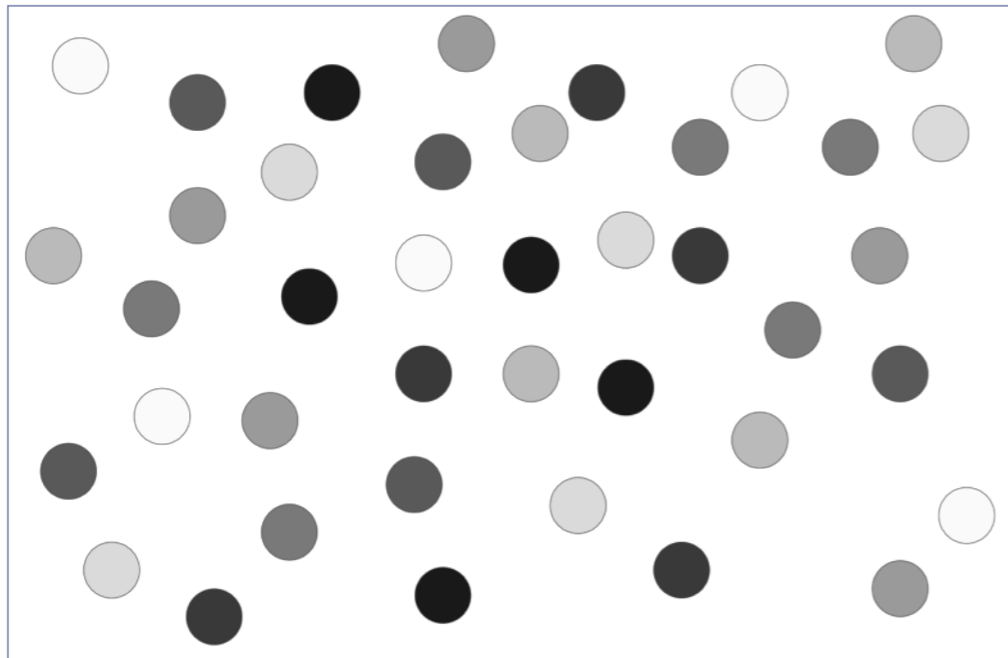


Figura 4.74.- Ejemplo de test de evaluación de la longitud de la Variable Valor 3.

Si ahora comprueba los resultados obtenidos en este test con la leyenda correspondiente a cada uno de los tres mapas utilizados comprobará como en ellas puede percibir muchos más valores que los identificados en el mapa.

La causa de esa diferencia se debe a que en la leyenda puede comparar un valor respecto a los contiguos anteriores y posteriores mientras en el mapa aparecen dispersos y la percepción de diferencias es mucho más compleja.

LEYENDAS DE LOS MAPAS TEST DE LA VARIABLE VALOR									
LEYENDA 1 (10)									
LEYENDA 2 (6)									
LEYENDA 3 (8)									

Combinar esta Variable con Color mediante grupos de dos o tres colores, uno de papel y otros dos para los valores extremos permite conseguir una mayor longitud.

Por ejemplo la triada “rojo - blanco (papel) - azul” permite distinguir con facilidad un mayor número de clases diferentes. Esta separación puede hacerse dividiendo los datos entre los situados por encima o por debajo de un valor medio, valores positivos y negativos, etc...

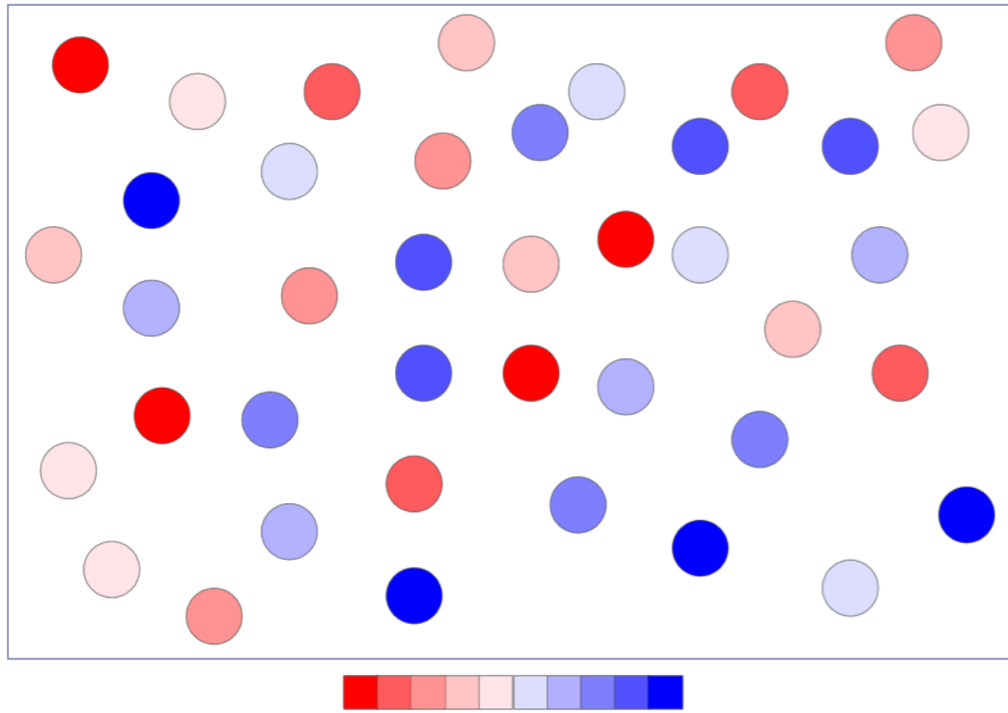


Figura 4.75.- Ejemplo de combinación valor-color.

Discretización: coordinación de la variable Valor con los datos a representar.

A la hora de parametrizar la Variable Visual valor pueden presentarse dos casos:

1. Los datos ya se encuentran clasificados según rangos o clases.
2. Los datos son cuantitativos pero quieren mostrarse como ordenados.

En el primer caso no es necesario realizar ninguna acción y únicamente debe elegirse el color y el degradado a aplicar a esta variable.

En el segundo caso es necesario desarrollar un proceso denominado discretización. Consistente en la formación de grupos, a partir de la determinación de los rangos o valores numéricos, límite de cada uno de esos grupos.

Existen numerosas técnicas para realizar ese proceso y, si bien el objetivo de este libro no es describir todas ellas, se mostrarán las más utilizadas.

Estas técnicas se basan en diversos algoritmos algunos centrados en los datos como: progresiones aritméticas o geométricas, desviación típica, frecuencias o áreas de clase. Otros tienen en cuenta el número de elementos de cada rango o el área ocupada por cada uno de ellos.

En algunas ocasiones ninguno de estos métodos permite hacer de forma efectiva ese proceso y debe recurrirse a un análisis más detallado de la información a representar.

Pero ¿cómo determinar cuál es la técnica o método de discretización más adecuado?. Para dar una respuesta hay que basarse en los principios básicos de la comunicación visual: efectividad en la lectura e interpretación de los datos y precisión.

Para comprender cual es el problema y la forma como puede resolverse nos centraremos en el siguiente ejemplo.

Se trata de representar sobre el mapa base de la siguiente figura, los datos correspondientes a un determinado factor mostrado en la tabla que aparece a continuación. Esta representación debe hacerse utilizando la variable valor, mediante seis rangos o clases y con la mayor exactitud posible.

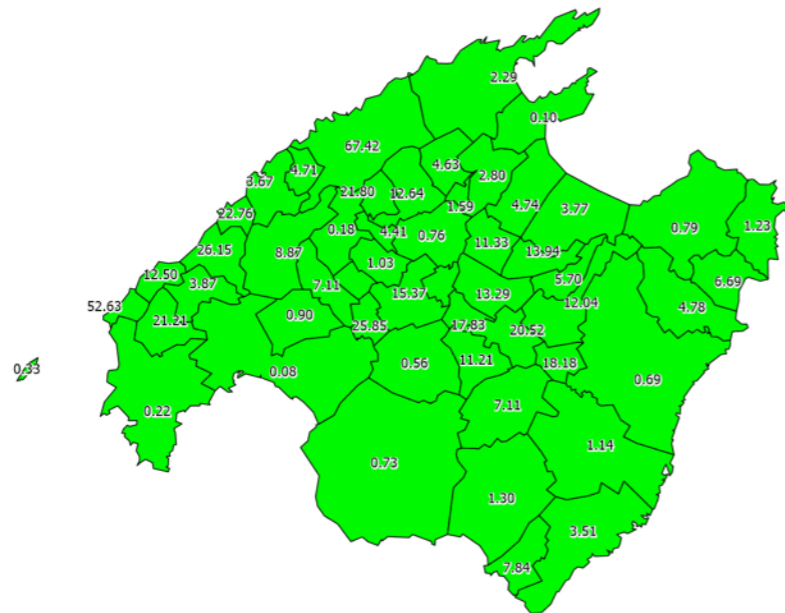


Figura 4.76.- Mapa base del ejemplo.

NOMBRE	FACTOR	AREA	NOMBRE	FACTOR	AREA
Alaró	0.18	4559	Manacor	0.69	26103
Alcúdia	0.10	6049	Mancor de la Vall	21.80	1993
Algaida	0.56	9011	Maria de la Salut	13.94	3109
Andratx	0.33	246	Marratxí	0.90	5431
Ariany	5.70	2832	Montuïri	11.21	4116
Artà	0.79	14029	Muro	4.74	6022
Banyalbufar	12.50	1857	Palma de Mallorca	0.08	19767
Binissalem	1.03	2965	Petra	12.04	6499
Búger	1.59	753	Pobla, Sa	2.80	4952
Bunyola	8.87	8537	Pollença	2.29	15349
Calvià	0.22	14639	Porreres	7.11	8776
Campanet	4.63	3550	Puigpunyent	21.21	4091
Campos	1.30	15072	Salines, Ses	7.84	3910
Capdepera	1.23	5555	Sant Joan	20.52	3902
Consell	3.89	1405	Sant Llorenç des Cardassar	4.78	8295
Costitx	13.81	1583	Santa Eugènia	25.85	2017
Deyá	22.76	1531	Santa Margalida	3.77	8636
Escorca	67.42	14116	Santa María del Camí	7.11	3832
Esporles	3.87	3612	Santanyí	3.51	12447
Estellencs	52.63	1356	Selva	12.64	4944
Felanitx	1.14	17023	Sencelles	15.37	5340
Fornalutx	4.71	1954	Sineu	13.29	4844
Inca	0.76	5840	Sóller	3.67	4272
Lloret de Vistalegre	17.83	1673	Son Servera	4.19	4275
Lloseta	4.41	1225	Valldemossa	26.15	4289
Llubí	11.33	3498	Vilafranca de Bonany	18.18	2353
Llucmajor	0.73	33016			

El problema principal es la formación de esos grupos y la delimitación de los valores numéricos que acotan o definen cada uno de los rangos.

Los Sistemas de Información Geográfica disponen de herramientas para la generación de mapas temáticos permitiendo generarlos de forma bastante automatizada. La mayoría lo hacen mediante un menú en donde se ofrecen algunas opciones a los usuarios como: número de clases o rangos, paletas para la variable valor o métodos de discretización, entre otros. Sin embargo esto no siempre garantiza un resultado adecuado y con un cierto nivel de precisión.

El mapa de la siguiente figura es un ejemplo de este problema.

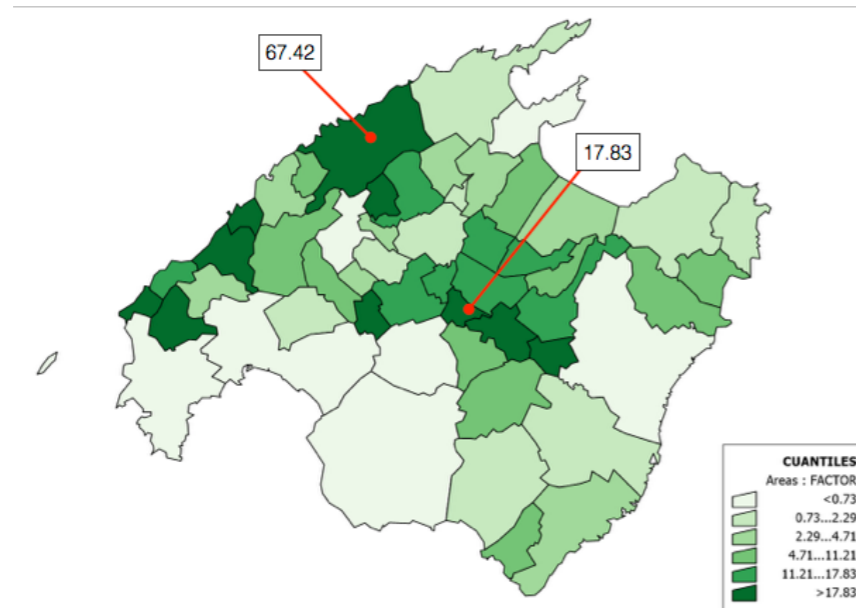


Figura 4.77.- Ejemplo de baja precisión en la aplicación de la variable visual Valor.

Como puede observarse, dos elementos aparecen dentro del mismo rango y sin embargo presentan valores muy distantes entre ellos, con una diferencias de casi 50, en una serie de datos con valores comprendidos entre un mínimo de 0.08 y un máximo de 67.42. Evidentemente la precisión en la interpretación visual de esa información es muy baja.

La causa debe buscarse en el error cometido en el método utilizado para la discretización.

A continuación veremos algunos ejemplos de estos métodos así como de sus resultados.

Métodos de Discretización Basados en progresiones.

El procedimiento a seguir consiste busca la determinación de los límites de “rango” en base a los cuales va a realizarse la discretización mediante la aplicación de criterios de progresiones: aritméticas, geométricas o logarítmicas.



Figura 4.78.- Esquema de límites de rangos.

Para determinar estos límites se parte de conocer el número de clases o rangos (N), el valor mínimo (a_1) y el valor máximo (a_n) de los datos a representar.

El procedimiento a seguir en todos ellos es el siguiente:

- 1.- Ordenar los datos a representar de menor a mayor o de mayor a menor.
- 2.- Calcular el intervalo o razón de la progresión.
- 3.- Calcular los límites de clase utilizando para ello la fórmula correspondiente a cada progresión.

Ordenando los datos del ejemplo obtenemos la siguiente tabla:

NOMBRE	FACTOR	AREA	NOMBRE	FACTOR	AREA
Palma de Mallorca	0.08	19767	Muro	4.74	6022
Alcúdia	0.10	6049	Sant Llorenç des Cardassar	4.78	8295
Alaró	0.18	4559	Ariany	5.70	2832
Calvià	0.22	14639	Santa Maria del Camí	7.11	3832
Andratx	0.33	246	Porreres	7.11	8776
Algaida	0.56	9011	Salines, Ses	7.84	3910
Manacor	0.69	26103	Bunyola	8.87	8537
Llucmajor	0.73	33016	Montuïri	11.21	4116
Inca	0.76	5840	Llubí	11.33	3498
Artà	0.79	14029	Petra	12.04	6499
Marratxí	0.90	5431	Banyalbufar	12.50	1857
Binissalem	1.03	2965	Selva	12.64	4944
Felanitx	1.14	17023	Sineu	13.29	4844
Capdepera	1.23	5555	Costitx	13.81	1583
Campos	1.30	15072	Maria de la Salut	13.94	3109
Búger	1.59	753	Sencelles	15.37	5340
Pollença	2.29	15349	Lloret de Vistalegre	17.83	1673
Pobla, Sa	2.80	4952	Vilafranca de Bonany	18.18	2353
Santanyí	3.51	12447	Sant Joan	20.52	3902
Sóller	3.67	4272	Puigpunyent	21.21	4091
Santa Margalida	3.77	8636	Mancor de la Vall	21.80	1993
Esporles	3.87	3612	Deyá	22.76	1531
Consell	3.89	1405	Santa Eugènia	25.85	2017
Son Servera	4.19	4275	Valldemossa	26.15	4289
Lloseta	4.41	1225	Estellencs	52.63	1356
Campanet	4.63	3550	Escorca	67.42	14116
Fornalutx	4.71	1954			

Progresión aritmética

$$D = (a_n - a_1) / N$$

$$a_i = a_1 + (D (i-1))$$

Progresión geométrica

$$R = (a_n / a_1)^{1/N}$$

$$a_i = a_1 R^{i-1}$$

Progresión logarítmica

$$B = (N + 1)^{1/(a_n - a_1)}$$

$$a_i = a_1 + (\log i / \log B)$$

Y los valores para cada una de las progresiones son los siguientes:

INDICES DE RANGOS O CLASES SEGÚN PROGRESIONES			
RANGO CLASE	ARITMÉTICA	GEOMÉTRICA	LOGARÍTMICA
RAZÓN	11.22205	3.05207	1.02932
a₁	0.08	0.08	0.08
a₂	11.31	0.25	24.07
a₃	22.53	0.78	38.1
a₄	33.75	2.37	48.05
a₅	44.97	7.24	55.77
a₆	56.19	22.09	62.08
a₇	67.42	67.42	67.42

El número de clases es:

$$N = 6$$

Y los valores mínimo y máximo son:

$$n = 7 \text{ (número de clases + 1)}$$

$$a_1 = 0.08$$

$$a_7 = 67.42$$

Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

Los resultados son los siguientes:

NOMBRE	FACTOR	ARITMETICA	GEOMETRICA	LOGARITMICA
Palma de Mallorca	0.08	CLASE 1	CLASE 1	CLASE 1
Alcúdia	0.10			
Alaró	0.18			
Calvià	0.22			
Andratx	0.33			
Algaida	0.56			
Manacor	0.69			
Llucmajor	0.73			
Inca	0.76			
Artà	0.79			
Marratxí	0.90	CLASE 2	CLASE 1	
Binissalem	1.03			
Felanitx	1.14			
Capdepera	1.23			
Campos	1.30			
Búger	1.59			
Pollença	2.29			
Pobla, Sa	2.80			
Santanyi	3.51			
Sóller	3.67			
Santa Margalida	3.77	CLASE 3	CLASE 1	
Esporles	3.87			
Consell	3.89			
Son Servera	4.19			
Lloseta	4.41			
Campanet	4.63			
Fornalutx	4.71			
Muro	4.74			
Sant Llorenç des Cardass	4.78			
Ariany	5.70			
Santa María del Camí	7.11	CLASE 4	CLASE 1	
Porreres	7.11			
Salines, Ses	7.84			
Bunyola	8.87			
Montuïri	11.21			
Llubí	11.33			
Petra	12.04			
Banyalbufar	12.50			
Selva	12.64			
Sineu	13.29			
Costitx	13.81	CLASE 5	CLASE 1	
Maria de la Salut	13.94			
Sencelles	15.37			
Lloret de Vistalegre	17.83			
Vilafranca de Bonany	18.18			
Sant Joan	20.52			
Puigpunyent	21.21			
Mancor de la Vall	21.80			
Deyá	22.76			
Santa Eugènia	25.85			
Valldemossa	26.15	CLASE 6	CLASE 3	
Estellencs	52.63			
Escorca	67.42	CLASE 6	CLASE 6	

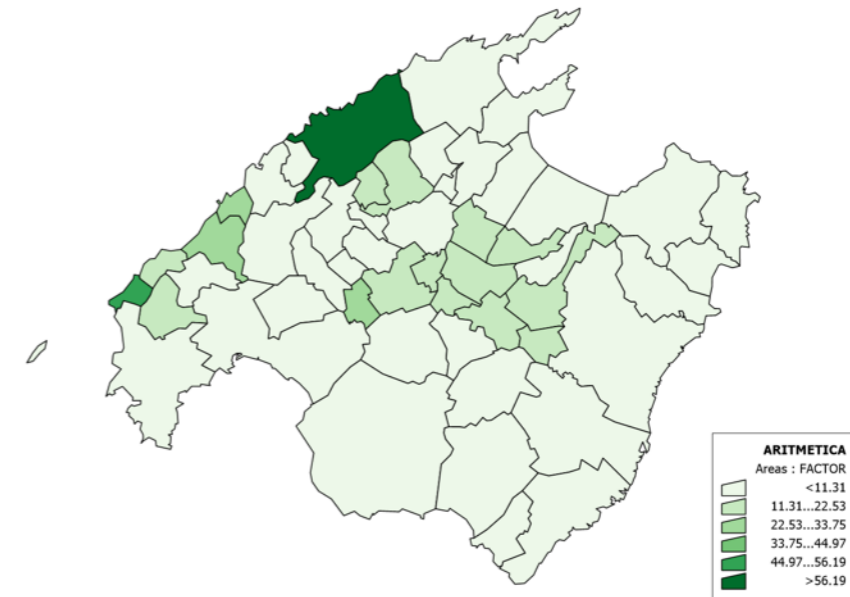


Figura 4.79.- Mapa con escalado en progresión aritmética.

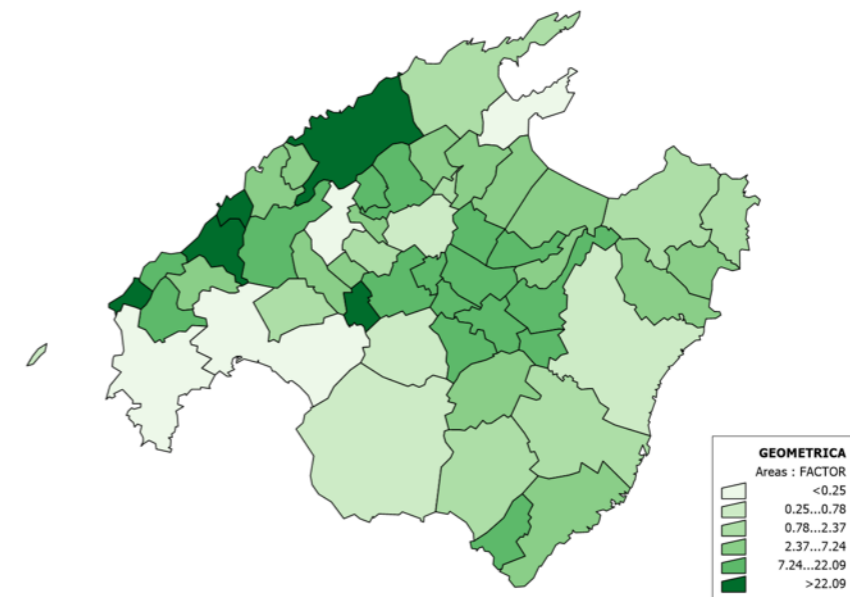


Figura 4.80.- Mapa con escalado en progresión geométrica.

Y los mapas resultantes:

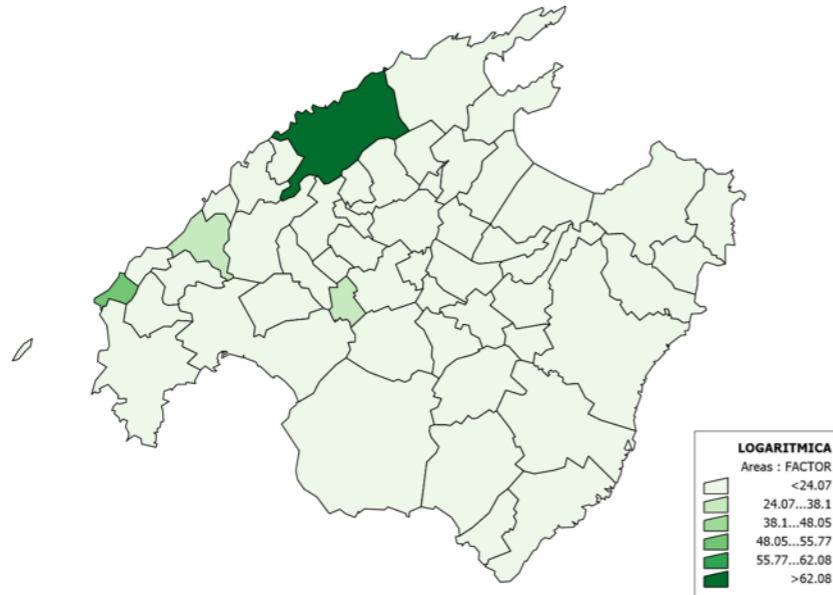


Figura 4.81.- Mapa con escalado en progresión logarítmica.

Discretización a partir del número de elementos.

El objetivo de este método consiste en asignar a cada clase o rango un número de elementos similar.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1.- Ordenar los datos a representar de menor a mayor o de mayor a menor.
- 2.- Dividir el número total de elementos entre el número de clases deseado.
- 3.- Una vez creados los grupos analizar, en la tabla de valores ordenados, los valores correspondientes a los límites de clase situados entre el límite superior de una y del inferior de la siguiente. El valor del índice será un valor intermedio a ambos.

El primer punto del procedimiento es común a los anteriores.

El número de clases definido es 6 y el número de elementos 53. Por tanto el número de elementos por clase para este ejemplo es: 8.83.

Con ello podemos decidir que los elementos de cada clase y los límites son los siguientes:

NOMBRE	FACTOR	CUANTILES
Palma de Mallorca	0.08	CLASE 1
Alcúdia	0.10	
Alaró	0.18	
Calvià	0.22	
Andratx	0.33	
Algaida	0.56	
Manacor	0.69	
Llucmajor	0.73	
Inca	0.76	
Artà	0.79	
Marratxí	0.90	CLASE 2
Binissalem	1.03	
Felanitx	1.14	
Capdepera	1.23	
Campos	1.30	
Búger	1.59	
Pollença	2.29	
Pobla, Sa	2.80	
Santanyi	3.51	
Sóller	3.67	
Santa Margalida	3.77	CLASE 3
Esporles	3.87	
Consell	3.89	
Son Servera	4.19	
Lloseta	4.41	
Campanet	4.63	
Fornalutx	4.71	
Muro	4.74	
Sant Llorenç des Cardassar	4.78	
Ariany	5.70	
Santa María del Camí	7.11	CLASE 4
Porreres	7.11	
Salines, Ses	7.84	
Bunyola	8.87	
Montuïri	11.21	
Llubí	11.33	
Petra	12.04	
Banyalbufar	12.50	
Selva	12.64	
Sineu	13.29	
Costitx	13.81	CLASE 5
Maria de la Salut	13.94	
Sencelles	15.37	
Lloret de Vistalegre	17.83	
Vilafranca de Bonany	18.18	
Sant Joan	20.52	
Puigpunyent	21.21	
Mancor de la Vall	21.80	
Deyá	22.76	
Santa Eugènia	25.85	
Valldemossa	26.15	CLASE 6
Estellencs	52.63	
Escorca	67.42	

ÍNDICES DE RANGOS O CLASES SEGÚN CUANTILES	
CLASE RANGO	ÍNDICES
a ₁	0.08
a ₂	0.77
a ₃	2.50
a ₄	4.70
a ₅	11.30
a ₆	18.00
a ₇	67.42

Estos límites se obtiene de la siguiente manera: una vez realizada la división de clases, según se ha explicado, para obtener el valor de a₂ deben buscarse los valores del elemento anterior y posterior del límite de clase, estos son:

Inca con 0.76

Artá con 0.79

luego el valor límite debe situarse entre ambos y, para este caso se ha elegido 0.77.

Y los límites de cada clase o rango son los siguientes:

Una vez determinados los límites de clase se genera el siguiente mapa:

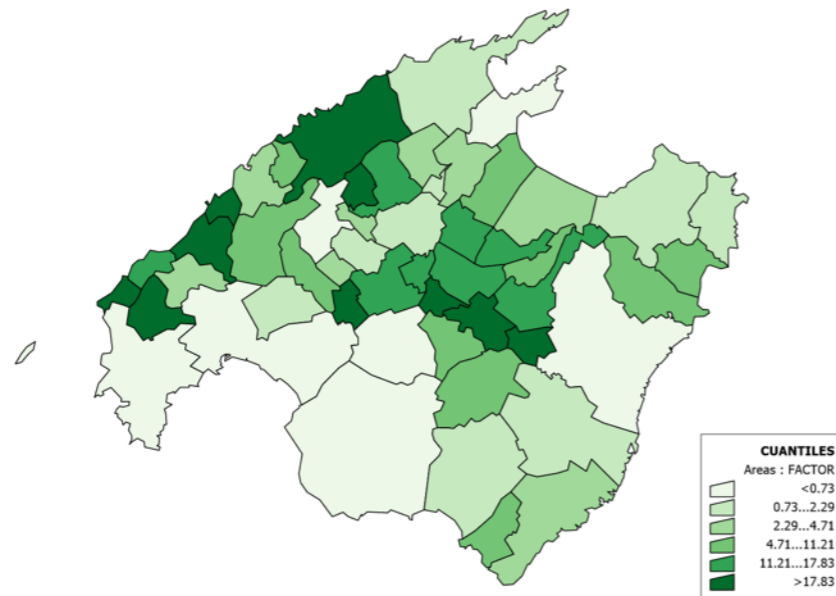


Figura 4.82.- Mapa con escalado de cuantiles.

Discretización según percentiles.

En este caso el objetivo es que la suma de los valores acumulados, de cada una de las clases tenga un valor lo más cercano posible. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1.- Ordenar los datos a representar de menor a mayor o de mayor a menor.
- 2.- Añadir una columna con la suma acumulada de los datos a representar.
- 3.- Dividir el valor obtenido en el paso anterior para el último elemento (será la suma de todos los valores) por el número de clases.

- 4.- La primera clase será aquella con un valor acumulado igual o inmediatamente inferior al valor obtenido en el paso 3.
- 5.- Como en el caso de los cuantiles, deben analizarse los valores correspondientes a los límites de clase situados entre el límite superior de una y del inferior de la siguiente. El valor del índice será un valor intermedio a ambos.

NOMBRE	FACTOR	VALOR ACUMULADO	
Palma de Mallorca	0.08	0.08	CLASE 1
Alcúdia	0.10	0.19	
Alaró	0.18	0.37	
Calvià	0.22	0.58	
Andratx	0.33	0.91	
Algaida	0.56	1.47	
Manacor	0.69	2.16	
Llucmajor	0.73	2.89	
Inca	0.76	3.65	
Artà	0.79	4.44	
Marratxí	0.90	5.33	
Binissalem	1.03	6.36	
Felanitx	1.14	7.50	
Capdepera	1.23	8.73	
Campos	1.30	10.03	
Búger	1.59	11.63	
Pollença	2.29	13.91	
Pobla, Sa	2.80	16.71	
Santanyi	3.51	20.22	
Sóller	3.67	23.89	
Santa Margalida	3.77	27.67	
Esporles	3.87	31.54	
Consell	3.89	35.42	
Son Servera	4.19	39.61	
Lloseta	4.41	44.02	
Campanet	4.63	48.65	
Fornalutx	4.71	53.36	
Muro	4.74	58.10	
Sant Llorenç des Cardassar	4.78	62.88	
Ariany	5.70	68.58	
Santa María del Camí	7.11	75.69	
Porreres	7.11	82.80	
Salines, Ses	7.84	90.64	
Bunyola	8.87	99.51	
Montuïri	11.21	110.72	
Llubí	11.33	122.05	
Petra	12.04	134.09	
Banyalbufar	12.50	146.59	
Selva	12.64	159.23	
Sineu	13.29	172.51	
Costitx	13.81	186.32	
Maria de la Salut	13.94	200.26	
Sencelles	15.37	215.64	
Lloret de Vistalegre	17.83	233.47	
Vilafranca de Bonany	18.18	251.64	
Sant Joan	20.52	272.16	
Puigpunyent	21.21	293.37	
Mancor de la Vall	21.80	315.17	
Deyá	22.76	337.93	
Santa Eugènia	25.85	363.78	
Valldemossa	26.15	389.93	
Estellençs	52.63	442.56	
Escorca	67.42	509.98	

Debemos buscar ahora en la columna de valores acumulados, el lugar en donde pueda incluirse el valor 84.996. Este se encuentra entre: Porreres con 82.80 y Ses Salines con 90.64.

El siguiente límite se encontrará en el valor:

$$84.996 * 2 = 169.992$$

y así sucesivamente.

Los límites de clase o rango son los siguientes:

ÍNDICES DE RANGOS O CLASES SEGÚN PERCENTILES	
CLASE RANGO	ÍNDICES
a ₁	0.08
a ₂	7.50
a ₃	13.00
a ₄	20.00
a ₅	24.00
a ₆	50
a ₇	67.42

La suma total de los valores es: 509.98 y como el número del clases es 6 el valor por clase es: 84.996.

El mapa resultante es el siguiente:

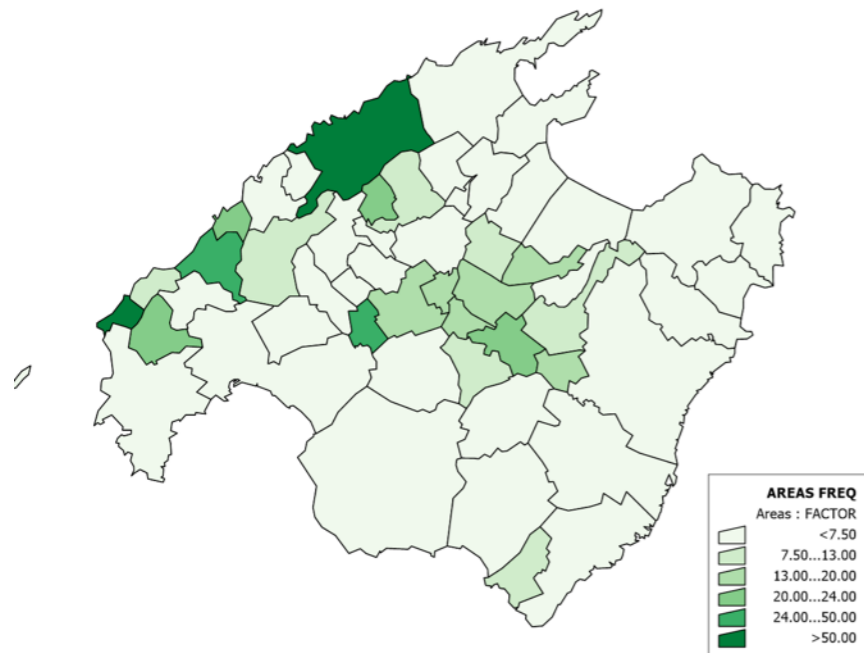


Figura 4.83.- Mapa con escalado según percentiles.

RESUMEN DE MAPAS RESULTANTES SEGÚN MÉTODOS DE DISCRETIZACIÓN		
METODO		MAPA
PROGRESIONES	Aritmética	
	Geométrica	
	Logarítmica	
CUANTILES		
PERCENTILES		

Elección del método mas adecuado para la parametrización de la variable Valor.

Una vez determinados los índices, utilizando distintos métodos de discretización, es necesario determinar cual de ellos es el más adecuado.

Desde un punto de vista estadístico el mejor método será aquel mejor adaptado a la distribución de los datos, pero también es necesario tener en cuenta otro aspecto: todas las clases deben tener algún elemento. En caso contrario es necesario replantearse el número de clases elegido

Si representamos la tabla con los datos ordenados y al mismo tiempo los rangos o clases calculados con cada uno de los métodos tendremos lo siguiente:

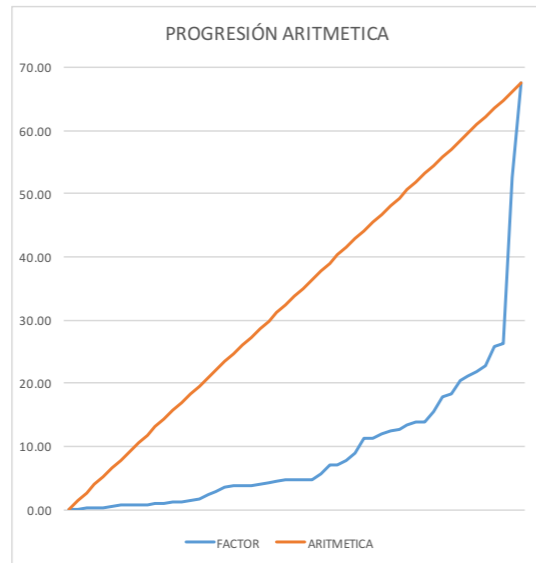


Figura 4.84.- Gráfica de distribución de los datos respecto a la progresión aritmética.

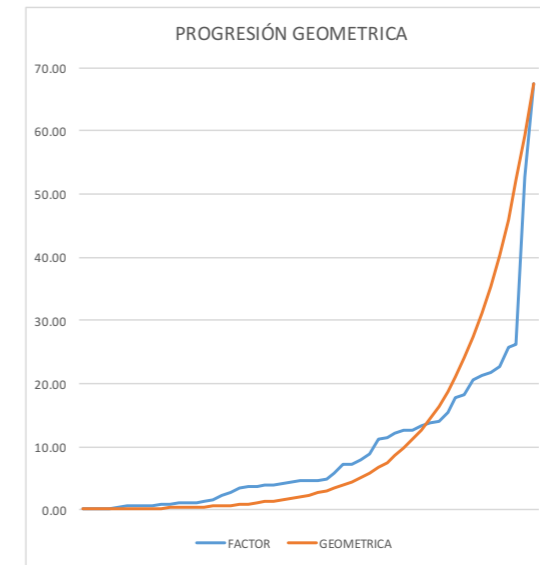


Figura 4.85.- Gráfica de distribución de los datos respecto a la progresión geométrica.

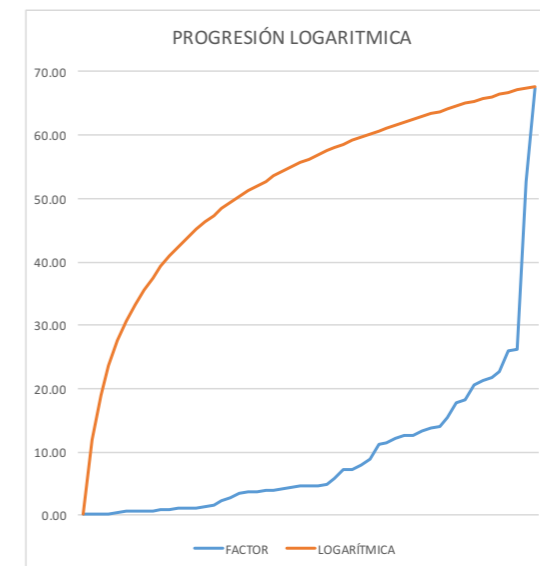


Figura 4.86.- Gráfica de distribución de los datos respecto a la progresión logarítmica.

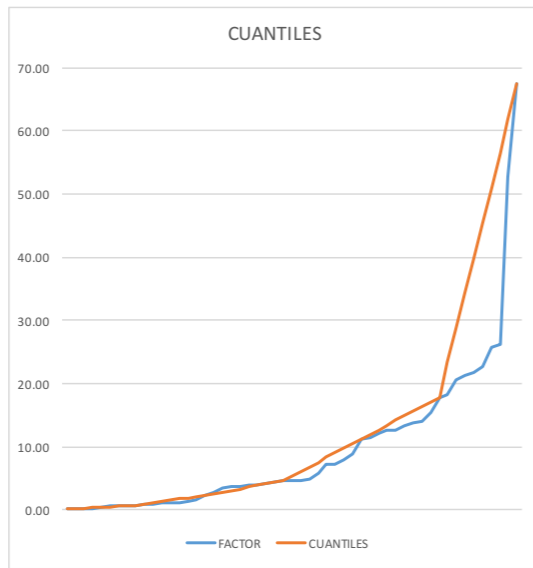


Figura 4.87.- Gráfica de distribución de los datos respecto a cuantiles.

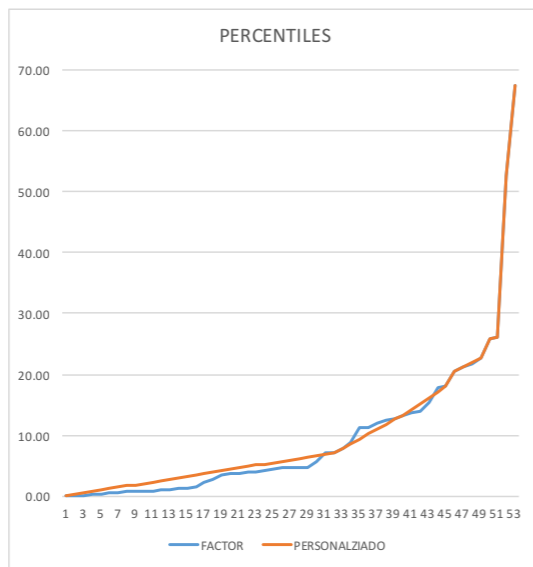


Figura 4.88.- Gráfica de distribución de los datos respecto a percentiles.

Analizando los gráficos es, relativamente fácil, identificar los métodos más adaptados a la distribución de los datos.

Observamos por ejemplo como las progresiones aritmética y logarítmica distan mucho de adaptarse a la distribución de los datos.

Los cuantiles se ajustan bien a la parte de las clases inferiores pero no así las superiores.

Según estas consideraciones y para evitar la creación de mapas poco o nada precisos respecto a la distribución de los datos, hemos diseñado el siguiente procedimiento:

- 1.- Calcular los índices con todos los métodos propuestos.
- 2.- Eliminar aquellos métodos en donde existan clases vacías o sin ningún elemento.
- 3.- Con los métodos resultantes, calcular los errores cuadráticos medios y su suma. El mejor método será aquel cuyo resultado sea el mínimo.

En la siguiente tabla se muestra un pequeño resumen, específico para este ejemplo, del proceso descrito.

TABLA DE DECISIÓN PARA MÉTODOS DE DISCRETIZACIÓN								
CLASES	ELEMENTOS POR CLASE					ERROR CUADRÁTICO MEDIO		
	PA	PG	PL	CU	PE	PG	CU	PE
1	35	4	51	9	32	0.01	0.62	140.06
2	13	5	0	8	7	0.12	1.58	20.62
3	3	8	1	9	6	1.58	2.30	22.75
4	0	15	0	9	4	21.08	38.79	2.70
5	0	16	0	9	2	272.64	31.01	0.04
6	2	5	1	9	2	1595.15	2366.09	109.28
SUMAS						1890.59	2440.40	295.47

En esta tabla vemos como los métodos de progresión aritmética (PA) y la progresión logarítmica (PL) presentan varias clases vacías y quedan por tanto descartadas.

Respecto a la suma de los errores cuadráticos medios el método de percentiles (PE) queda muy por delante de los de progresión geométrica (PG) y cuantiles (CU) y en consecuencia es el método más adecuado para representar la información de este caso.

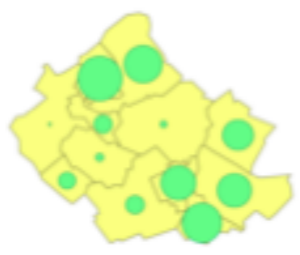
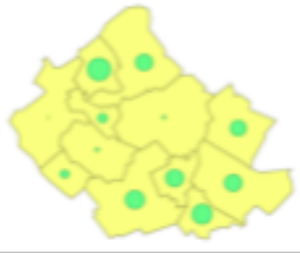
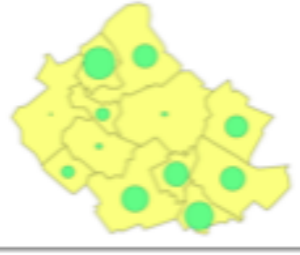
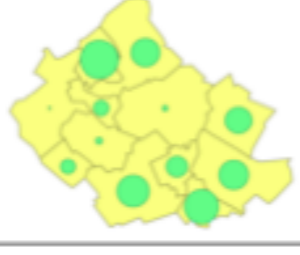
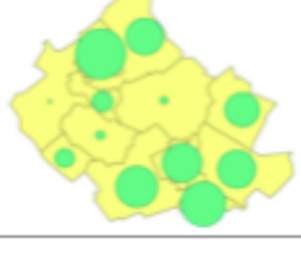
Parametrización de la Variable Tamaño.

Para parametrizar la variable visual Tamaño es necesario tener en cuenta dos aspectos:

1. El área ocupada por los símbolos respecto al área del mapa.
2. La forma como establece la correspondencia el ojo humano entre el área de los símbolos y los valores representados.

El primer parámetro es el del área total ocupada por los símbolos. Determina por tanto el “factor” de escala, o dimensión de los símbolos.

Como en el caso anterior hemos preparado el siguiente test para analizar cuales on los preferidos por los lectores. Este test es el siguiente:

TEST DE EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE OCUPADA POR SÍMBOLOS GRADUADOS (VARIABLE TAMAÑO).			
OPCIÓN			
A			
B			
C			
D			
E			

¿Cual de los siguientes mapas le parece mejor para utilizar la variable tamaño?



















Cómo en el caso anterior, más adelante encontrará las respuestas más frecuentes obtenidas en nuestro estudio.

El segundo factor se ocupa de establecer la correspondencia entre tamaño de cada símbolo y valor representado.

Al contrario de lo que puede pensarse en un principio, el ojo humano, no establece una correspondencia lineal entre el área de los símbolos y los valores representados por cada uno de ellos, es decir, el área de los símbolos no es directamente proporcional a los valores representados.

Como en casos anteriores la forma de identificar esta correspondencia se establece mediante un test similar al siguiente:

La pregunta para este caso fue la siguiente:

TEST DE ESCALADO DE SÍMBOLOS			
OPCIONES	100/200/400		
1			
2			
3			
4			
5			
6			

La pregunta para este test es la siguiente:

Si el símbolo de la izquierda representa un valor de 100 ¿Cual de las series de la tabla le parece más adecuada para representar valores de 200 y 400?.

Cómo en los casos anteriores puede encontrar el resultado de las encuestas realizadas por nosotros.

Sí se utilizan símbolos circulares esta parametrización puede hacerse con facilidad utilizando las siguientes fórmulas:

Para el primer parámetro:

$$K = \frac{Po Sm}{\sum \sqrt{ex}}$$

y para el segundo:

$$\text{Radio}_i = \sqrt{\frac{K V_i ex}{\pi}}$$

En donde:

- K** Es el factor de escala o dimensión del conjunto de los símbolos.
- Po** Es el ratio que se define para el área ocupada por los símbolos respecto al área del mapa. La debe definir el usuario.
- Sm** Es el área del mapa (largo por ancho).

V_i Son los valores asociados a cada uno de los elementos y en consecuencia los que se van a representar.

ex Es el exponente que define la función para determinar la relación entre los valores a representar y el área de cada símbolo. Debe ser definido por el usuario.

Los valores más frecuentes seleccionados por los usuarios, según nuestras encuestas son los siguientes:

Ratio del área ocupada por los símbolos **Po**: 6%

Exponente **ex**: 1.14

Aplicando estos valores en las fórmulas quedan en la siguiente forma:

$$K = \frac{0.06 S_m}{\sum V_i^{1.14}}$$
$$\text{Radio}_i = \sqrt{\frac{K V_i^{1.14}}{\pi}}$$

Para crear el mapa basta determinar el factor **K** y posteriormente, el radio correspondiente a cada uno de los círculos a utilizar para representar la información.

Es fácil preparar una hoja de cálculo para integrar valores y fórmulas y conseguir los radios correspondientes a cada uno de los elementos.

Este es un ejemplo práctico:

Quiere representarse utilizando la variable visual Tamaño los siguientes datos:

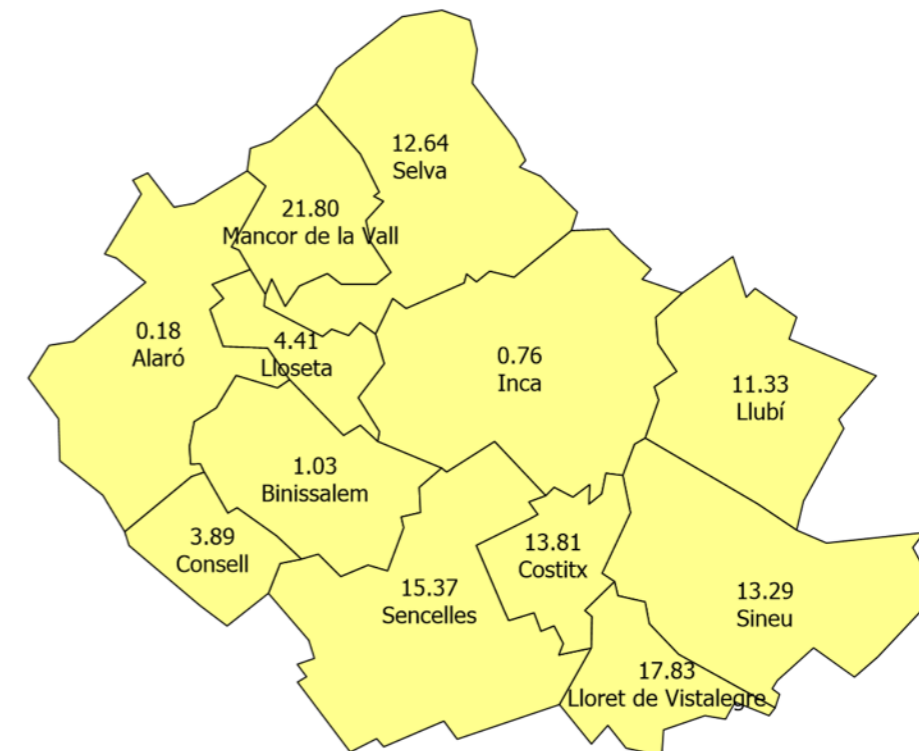


Figura 4.89.- Datos a representar con la variable Tamaño.

Los cálculos realizados son los siguientes:

TM	FACTOR	V ^ 1.14	Radio
Alaró	0.18	0.142977	4.36
Binissalem	1.03	1.030036	11.70
Consell	3.89	4.697927	25.00
Costitx	13.81	19.936167	51.50
Inca	0.76	0.736824	9.90
Lloret de Vistalegre	17.83	26.688825	59.58
Lloseta	4.41	5.422727	26.86
Llubí	11.33	15.921835	46.02
Mancor de la Vall	21.80	33.569343	66.82
Selva	12.64	18.026954	48.97
Sencelles	15.37	22.540730	54.76
Sineu	13.29	19.086082	50.39
SUMA V^1.14		167.800428	
RATIO		0.1	
DIMENSIONES MAPA			
ANCHO		913	
ALTO		768	
AREA		701184	
K		417.87	

El mapa resultante es el siguiente:

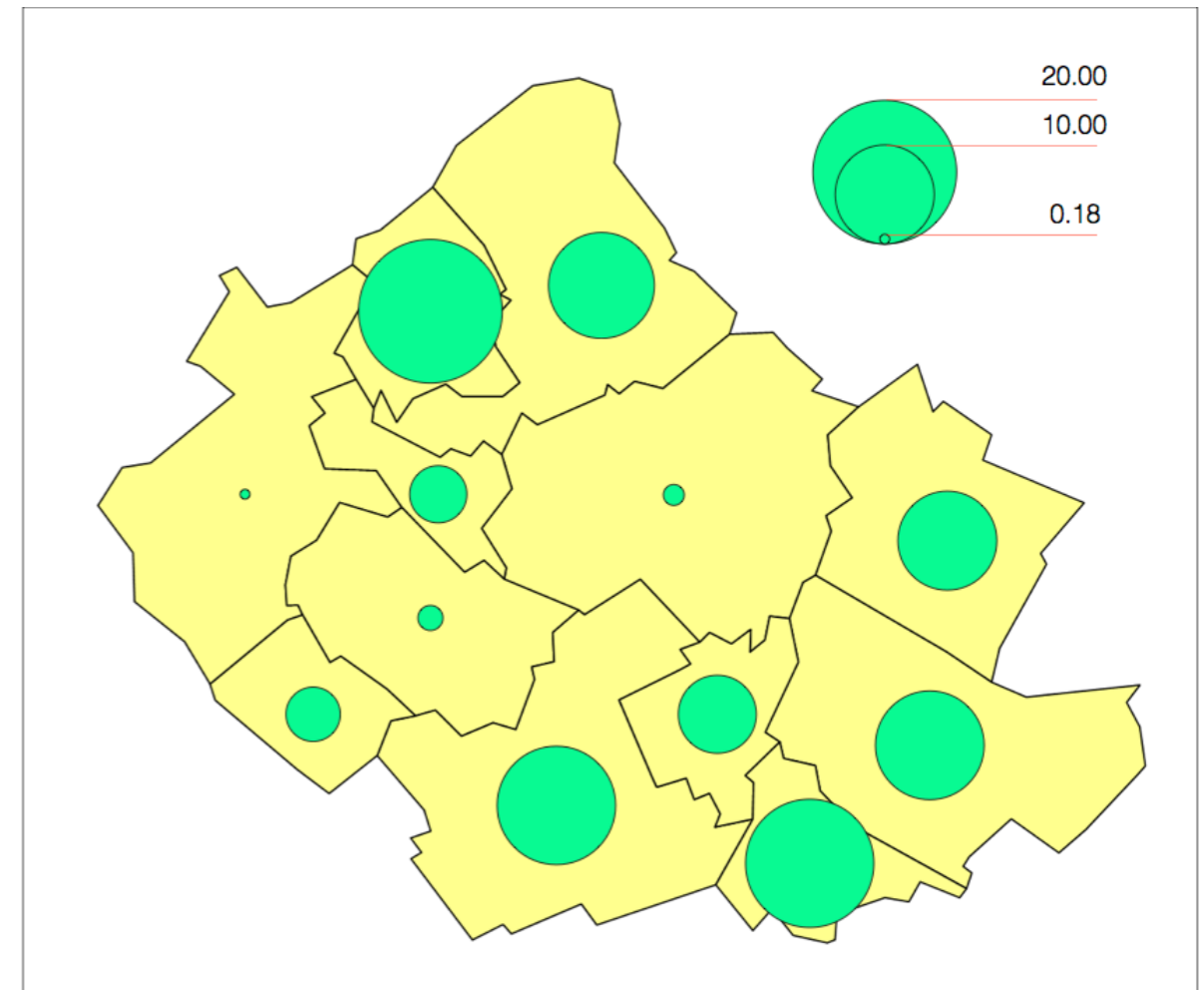


Figura 4.90.- Mapa temático utilizando la Variable Tamaño.

Características y resultados de los test para optimizar la parametrización de las Variables Visuales.

En todo el apartado anterior, dedicado a la parametrización de las Variables Visuales, se han planteado algunos ejemplos de test o pruebas, para optimizar la relación entre estas y los datos a representar.

Mostramos aquí las características y los resultados obtenidos en cada una de ellos.

Estas pruebas se han realizado sobre unos 600 participantes de diferentes lugares y culturas. Si bien la población base de las estadísticas es limitada, como puede comprobarse los resultados son bastante evidentes y se corresponden con los mencionados por Jacques Bertín.

Test correspondientes a la variable Forma.

El número de símbolos que contenía cada una de las tres figuras asociadas a esta Variable eran:

Test 1: 15 símbolos.

Test 2: 9 símbolos.

Test 3: 12 símbolos.

Las siguientes gráficas muestran los resultados obtenidos para cada uno de ellos.

El eje vertical indica el número de símbolos que cada persona considera que contiene cada mapa. El horizontal muestra el porcentaje de cada uno de ellos. La línea roja indica el número de símbolos:

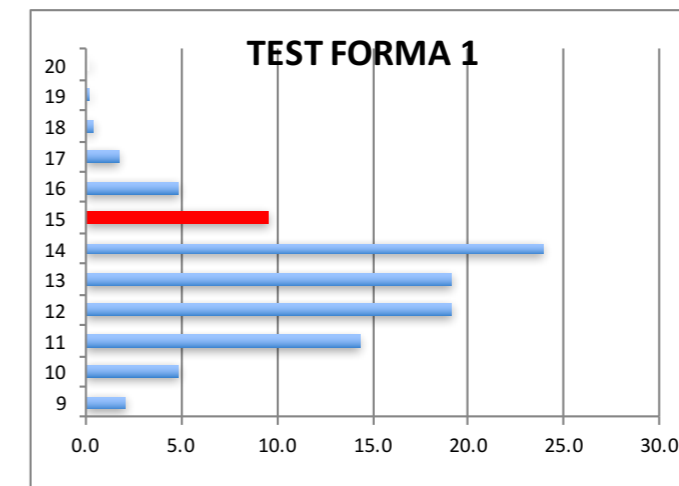


Figura 4.91.- Test correspondiente al mapa 1 para la variable Forma.

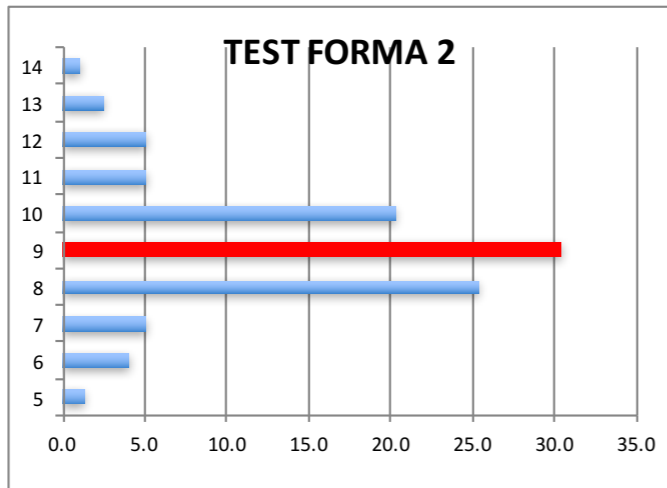


Figura 4.92.- Test correspondiente al mapa 2 para la variable Forma.

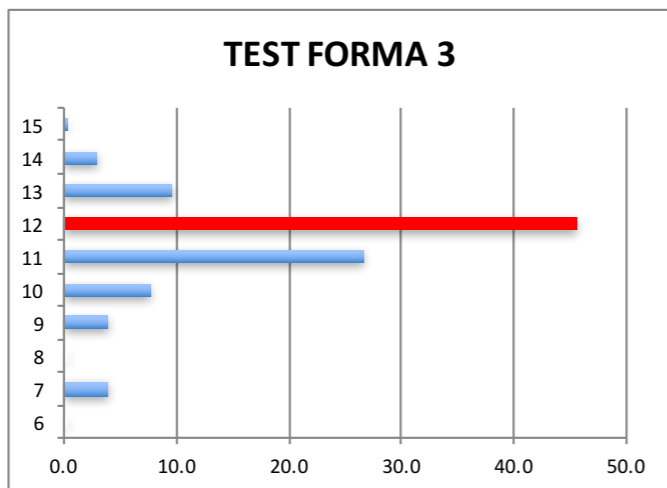


Figura 4.93.- Test correspondiente al mapa 3 para la variable Forma.

De este primer grupo de pruebas podemos deducir algunas consecuencias importantes.

En el test 1 (15 símbolos) la mayoría de los participantes consideró que el mapa contenía 14, 13, 12 e incluso 11, valores inferiores a los existentes.

En el segundo, con sólo 9, la mayoría optó por ese número mientras en el tercero también la mayoría acertó con las opción adecuada.

El resultado nos sugiere no utilizar más de 12 símbolos diferentes para optimizar la percepción y la lectura de esta variable visual sin crear confusión en los lectores del documento.

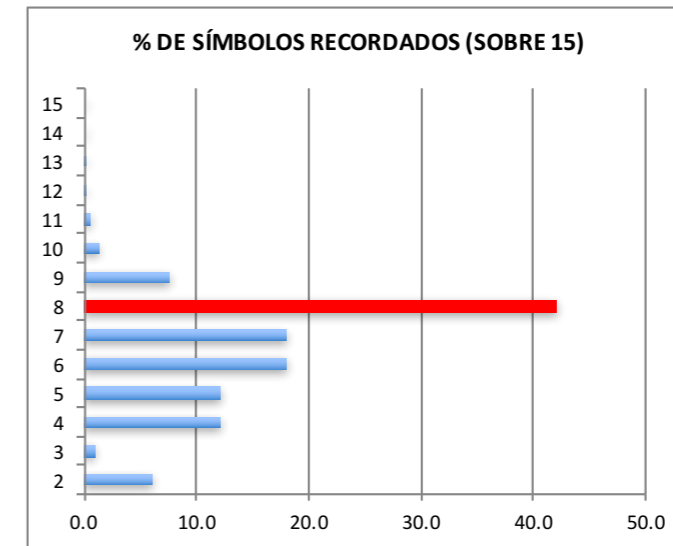


Figura 4.94.- Test correspondiente al número de símbolos recordados.

Respecto al test de símbolos recordados, el resultado es también muy interesante y nos sugiere que, si bien los lectores pueden

percibir con facilidad unos 12 símbolos, es muy improbable que recuerden más de 8. Si se utilizan más puede crearse algo de confusión y reducir la efectividad del mapa.

Test correspondientes a la variable Orientación.

El número de orientaciones que contenía cada una de las tres figuras asociadas a esta Variable eran:

Test 1: 8 orientaciones.

Test 2: 6 orientaciones.

Los resultados de los test para esta variable visual son los siguientes:

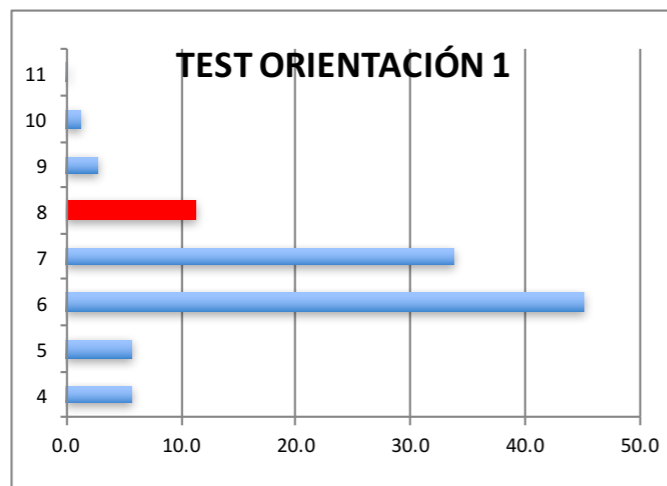


Figura 4.95.- Test correspondiente mapa 1 de la variable Orientación.

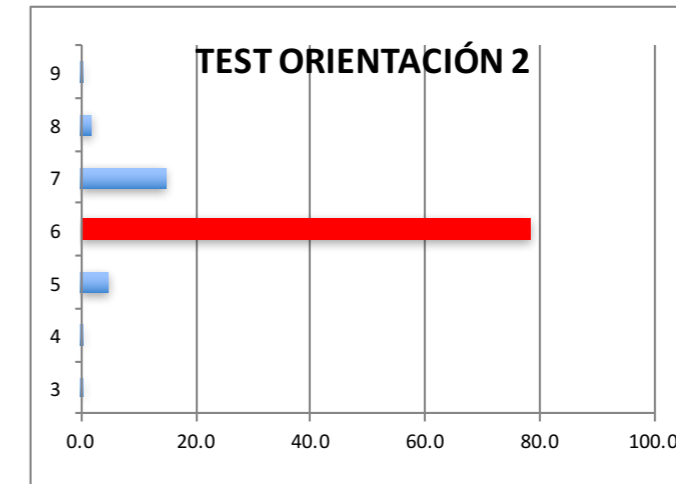


Figura 4.96.- Test correspondiente mapa 2 de la variable Orientación.

Los resultados obtenidos concuerdan perfectamente con los sugeridos por Jacques Bertin quien indica, como número máximo de orientaciones percibidas con facilidad por los lectores, el valor de 6. Observamos en el test 1 como la mayoría de los lectores no es capaz de apreciar un número mayor de orientaciones, mientras el resultado es muy evidente para el caso de 6 (test 2).

Test correspondientes a la variable Valor.

El número de símbolos que contenía cada una de las tres figuras asociadas a esta Variable eran:

Test 1: 10 Valores.

Test 2: 6 Valores.

Test 3: 8 Valores.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

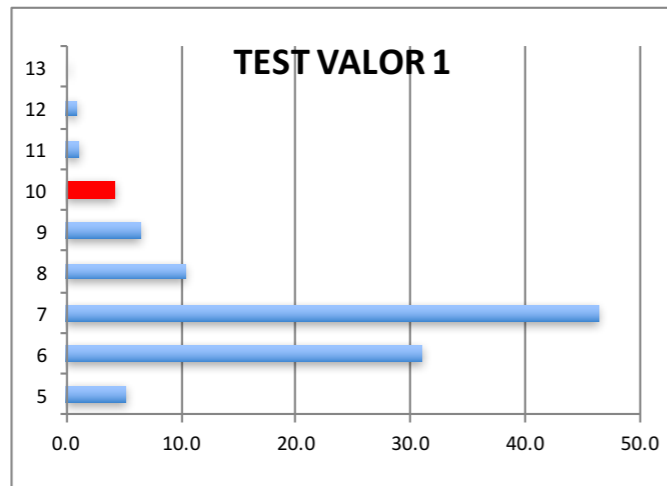


Figura 4.97.- Test correspondiente mapa 1 de la variable Valor.

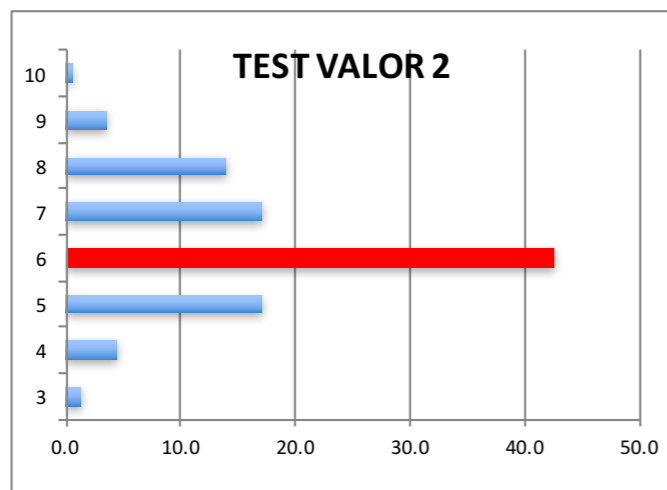


Figura 4.98.- Test correspondiente mapa 2 de la variable Valor.

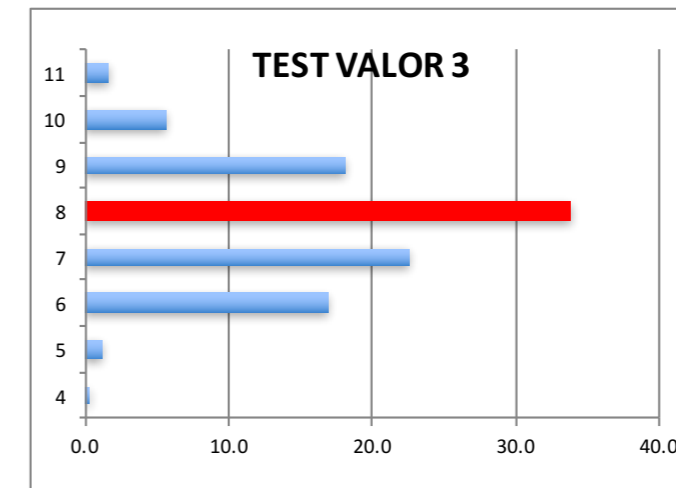


Figura 4.99.- Test correspondiente mapa 3 de la variable Valor.

Observamos como para los lectores resulta difícil identificar 10 valores, sin embargo en los casos de 6 y 8 los resultados son claros.

Es importante tener en cuenta que los test se realizaron en base a una gama de grises. Para degradados de otros colores es recomendable realizar test de percepción específicos.

Test correspondientes a la Variable Tamaño.

Características y resultados obtenidos en sobre el área ocupada por los símbolos graduados (variable tamaño).

Los porcentajes de cada una de las opciones de este test fueron las siguientes:

- Opción A: 8%
- Opción B: 2%
- Opción C: 4%
- Opción D: 6%
- Opción E: 10%

Y los resultados:

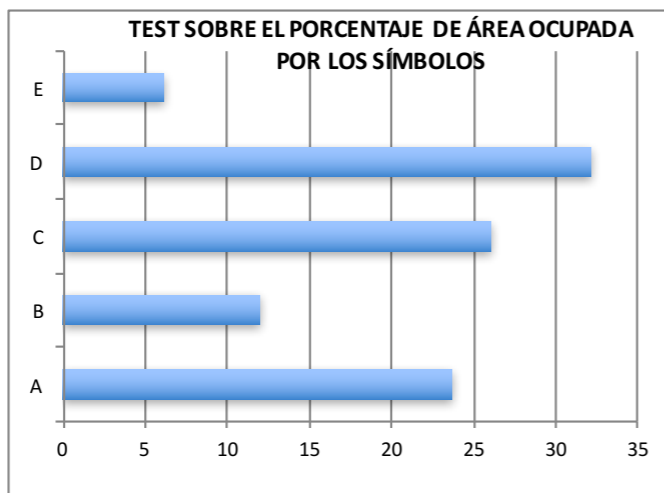


Figura 4.100.- Características y resultados obtenidos en sobre el área ocupada por los símbolos graduados (variable tamaño).

El valor resultante a partir de este test respecto al porcentaje de ocupación de los símbolos nos da un valor de 6.09%.

Este resultado coincide una vez mas con las recomendaciones de Jaques Bertín al respecto.

El test sobre el escalado más adecuado para los símbolos graduados (variable tamaño con elementos puntuales) presentaba las siguientes opciones:

- OPCIÓN 1: $ex= 0.9$
- OPCIÓN 2: $ex= 1.0$
- OPCIÓN 3: $ex= 1.1$
- OPCIÓN 4: $ex= 1.2$
- OPCIÓN 5: $ex= 1.3$
- OPCIÓN 6: $ex= 1.4$

Los resultados del test fueron los siguientes:

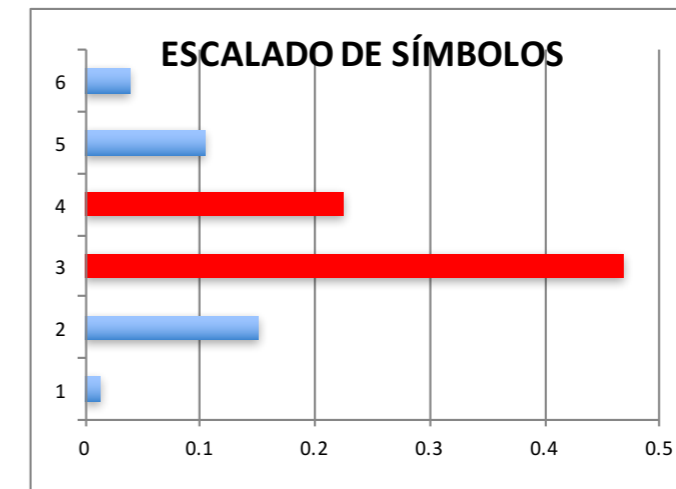


Figura 4.101.- Determinación del exponente para el escala de símbolos (variable tamaño).

El cálculo combinado de todas las opciones nos proporciona un valor de 1.138

Resumen de longitudes y recomendaciones para la parametrización de las Variables Visuales.

RESUMEN DE LONGITUDES DE LAS VARIABLES VISUALES		
VARIABLE VISUAL	LONGITUD	RECOMENDACIONES
FORMA	Teóricamente es ilimitada.	No es efectivo utilizar más de 12 formas diferentes.
ORIENTACIÓN	Superior a 300	No es efectivo utilizar más de 6 orientaciones.
COLOR	Teóricamente es ilimitada.	Depende de muchos factores como el medio de reproducción, la iluminación del lugar donde se expone
TEXTURA	Muy reducida (unas 6 clases)	A causa del efecto vibratorio que produce debe evitarse en lo posible
VALOR	Máximo 8 valores (en escala de grises)	Su longitud depende el color elegido.
TAMAÑO	limitado en proporción a la superficie del mapa.	

APÉNDICE

Funcionalidades SIG más frecuentes



En este apéndice se incluye un resumen de las funcionalidades SIG utilizadas a lo largo de los ejemplos de este libro.

Existen más de cuatro mil. Un trabajo interesante sobre ellas puede encontrarse en:

Geospatial Analysis by [Michael J. De Smith](#) (Author), [Michael F. Goodchild](#) (Author), [Paul A. Longley](#) (Author)

<http://www.spatialanalysisonline.com/index.html>.

FUNCIONALIDAD	COMPONENTES		PROCESO		
	ENTRADA	SALIDA	PREPARACIÓN DE DATOS	GESTIÓN DE DATOS ESPACIALES	OBTENCIÓN DE RESULTADOS
RECLASIFICAR	TODOS	Los mismos de entrada	X		
GEOCODIFICAR (A partir de ficheros con coordenadas)	TABLA GEO-CODIFICABLE	PUNTOS	X		
GEOCODIFICAR (A partir de direcciones postales))	TABLA con direcciones postales	PUNTOS	X		
	PUNTOS (con direcciones postales)				
AGRUPACIONES	PUNTOS	ZONAS	X	X	
ASIGNAR VALORES Z DESDE UNA SUPERFICIE	PUNTOS, LINEAS, ZONAS, PUZZLES	Los mismos de entrada	X	X	
	SUPERFICIE				
CREAR CAUCES	SUPERFICIE	RED	X	X	
CREAR RED DE DISTANCIAS	PUNTOS	RED	X	X	
Crear SUPERFICIE	PUNTOS y/o LÍNEAS CON UN VALOR Z	SUPERFICIE	X	X	
CREAR UNA SUPERFICIE DE ORIENTACIONES	SUPERFICIE	SUPERFICIE	X	X	
CREAR UNA SUPERFICIE DE PENDIENTES	SUPERFICIE	SUPERFICIE	X	X	
CREAR ZONAS DE INFLUENCIA	PUNTOS, LÍNEAS y/o ZONAS	ZONAS	X	X	
CREAR ZONAS INTERIORES (ENCERRAR, CREAR RECINTOS)	LINEAS	ZONAS	X	X	
CREAR ZONAS POR DEBAJO DE UN VALOR DADO A PARTIR DE SUPERFICIES	SUPERFICIE	ZONAS	X	X	
CREAR ZONAS POR ENCIMA DE UN VALOR DADO A PARTIR DE SUPERFICIES	SUPERFICIE	ZONAS	X	X	
CREAR ZONAS SEGÚN TIEMPO DE ACCESO	PUNTOS	ZONAS	X	X	
	RED				
KERNEL	PUNTOS	PUNTOS	X	X	
KERNEL GRAVITATORIO	PUNTOS	PUNTOS	X	X	
RUTA ÓPTIMA SIMPLE (TIEMPO DE RECORRIDO)	PUNTOS	LÍNEA	X	X	
	RED				

FUNCIONALIDAD	COMPONENTES		PROCESO		
	ENTRADA	SALIDA	PREPARACIÓN DE DATOS	GESTIÓN DE DATOS ESPACIALES	OBTENCIÓN DE RESULTADOS
UBICAR "N" LUGARES ESTRATÉGICOS	RED	PUNTOS	X	X	
TRASPASO DE DATOS POR RELACIÓN DE ATRIBUTO	DOS O MAS TABLAS CON UN ATRIBUTO COMUN	Una tabla a la que se han añadido los campos de la otra con sus valores	X	X	
RUTA ÓPTIMA MÚLTIPLE (PROBLEMA DEL VIAJANTE)	PUNTOS	LÍNEA	X	X	
	RED				
BORRAR	TODOS (Generalmente será un conjunto de componentes seleccionados).	Los mismos de entrada no eliminados.	X	X	X
CORTAR BORRANDO FUERA (INTERSECCIÓN)	ZONAS	ZONAS	X	X	X
	ZONAS				
CREAR DISTRITOS	PUZZLE	PUZZLE	X	X	X
CREAR PUZZLE DE VORONOI	PUNTOS	PUZZLE	X	X	X
SELECCIONAR POR ATRIBUTO	TODOS	Un conjunto de componentes similares a los de entrada que cumplan con el criterio de selección.	X	X	X
UNIR POR ATRIBUTO COMUN	PUZZLE	PUZZLE	X	X	X
CORTAR	COMPONENTE PASIVO (será recortado) PUNTOS, LÍNEAS, ZONAS, PUZZLES, SUPERFICIES, REDES	Los mismos de entrada		X	X
	COMPONENTE ACTIVO (cortante) LINEAS, ZONAS				
TRASPASO DE DATOS POR RELACION GEOGRÁFICA	COMPONENTES DESTINO: PUNTOS, LINEAS, ZONAS, PUZZLES	Los mismos de DESTINO		X	X
	COMPONENTES ORIGEN: PUNTOS, LÍNEAS, ZONAS, PUZZLES, SUPERFICIES, REDES				
CREAR PUZZLE DE PENDIENTES	SUPERFICIE	PUZZLE		X	
CREAR UN MAPA TEMÁTICO	TODOS	Los mismos de entrada			X
SUPERPONER	DOS O MÁS PUZZLES	PUZZLE			X

