

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROPUESTA CARTOGRÁFICA PARA LA MEJORA DEL ATLAS DE MORBILIDAD DE ARAGÓN

Autor: Juan Mateo Perrote

Directora: Dra. María Zúñiga Antón

Máster Universitario en

**Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del
Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección**

4 de diciembre de 2014



Universidad
Zaragoza

**Departamento de Geografía
y Ordenación del Territorio**



Resumen

Es un hecho demostrado que el lugar de residencia puede influir de manera importante en la salud de las personas. A través del análisis SIG y mediante la representación cartográfica de la incidencia de las enfermedades se pueden iniciar estudios que sirvan para averiguar qué factores ambientales, económicos y/o sociales pueden a estar afectando a la salud de la población de una zona determinada. El Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Familia, desde la Dirección General de Salud Pública, Sección de Información e Investigación Sanitaria, del Gobierno de Aragón presentó en marzo de 2013 el primer Atlas de Morbilidad de Aragón cuyo objetivo fue recoger, en una serie de mapas, el estado de salud de la Comunidad Autónoma de Aragón. El presente trabajo pretende, utilizando la información recogida en dicho Atlas, proponer modelos cartográficos que mejoren la visualización de la información contenida en él ajustándose más a los pasos establecidos por el proceso cartográfico. Se plantea también, ya no solo la representación de los mapas, sino la puesta a disposición de la ciudadanía de los resultados diseñando de manera específica los formatos analógicos y digitales de presentación final.

Palabras clave: *Atlas, Cartografía temática, Diseño cartográfico, SIG, Salud, Morbilidad.*

Abstract

It has long been known that the place of resident can have a significant impact on people's health. Through GIS analysis and by mapping the incidence of diseases, reports can be started to help find the environmental, economic and social factors which may affect people's health in a specific geographic area. The Health, Social Welfare and Family Department, through the Directorate of Public Health, Information and Health Research Section, of the Government of Aragon submitted in March 2013 the first Atlas of Morbidity in Aragon that aimed to compile in a number of maps the health status of the region. This work expects, by using the information compiled in this Atlas, to develop cartographic models that help improve viewing of the maps in accordance with the steps of the cartographic process. It is raised not only the representation of the maps but also to make this information publicly available by designing specifically analog and digital formats for the final representation.

Key words: *Atlas, Thematic cartography, Cartographic design, GIS, Health, Morbidity.*

Índice

<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	1
1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	1
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN	1
2.1. Atlas de Mortalidad en Municipios y Unidades Censales de España (1984-2004).....	1
2.2. Los SIG en la gestión de la Salud Pública	6
2.3. Atlas de Morbilidad de Aragón actual	6
2.3.1. Introducción	6
2.3.2. Objetivo.....	7
2.3.3. Metodología	7
2.3.4. Enfermedades analizadas.....	7
2.3.5. Estudio de prevalencia.....	7
2.3.6. Análisis geográfico	8
2.3.7. Niveles de salud.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivo general	9
3.2. Objetivos específicos	9
4. METODOLOGÍA	10
4.1. Fases del proceso cartográfico	10
4.1.1. Diseño	11
4.1.2. Elaboración	30
<i>II. DESARROLLO ANALÍTICO</i>	32
5. ANÁLISIS CARTOGRÁFICO Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL ATLAS DE MORBILIDAD DE ARAGÓN	32
5.1. Identificación del proyecto.....	32
5.2. Componentes de la cartografía	33
5.3. Código cartográfico	34
5.4. Aspecto del Atlas de Morbilidad original	37
5.5. Aspecto de la nueva propuesta cartográfica (formato A3).....	38
5.6. Aspecto de la nueva propuesta cartográfica (formato A2).....	45
6. DESARROLLO DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.....	47
6.1. Obtención y tratamiento de los datos.....	47
6.1.1. Tratamiento de la base espacial	47
6.1.2. Tratamiento de la información temática	54
6.2. Dimensionamiento y disposición de los mapas	62
6.3. Post-proceso Infográfico	63
6.4. Diseño del color	64
6.5. Impresión de la cartografía.....	66

7. VISOR WEB	67
7.1.1. ¿Qué es un WMS?	67
7.1.2. Aspectos técnicos de un WMS	67
7.2. Software WMS empleado	68
7.3. Desarrollo del visor	68
7.3.1. Código cartográfico de la capa principal	69
7.3.2. Otras capas del visor	69
7.3.3. Configuraciones	69
III. CONCLUSIONES	72
IV. BIBLIOGRAFÍA	73
V. GLOSARIO	74
VI. ANEXOS	76

I. INTRODUCCIÓN

1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En la actualidad son numerosos los informes elaborados por las Administraciones Públicas, empresas u otros organismos que utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la creación de mapas que representen la información de tal forma que el lector pueda, de una manera rápida, conocer el estado de dicha información en un área geográfica concreta. Los mapas ayudan, también, en la toma de decisiones por parte de los técnicos y dirigentes políticos a la hora de resolver problemas territoriales concretos (medioambientales, relativos a la movilidad, sanitarios, etc.).

El principal problema radica en que no siempre la cartografía es elaborada por personal especialista en geografía y siguiendo las pautas establecidas por la ciencia cartográfica, por lo que los mapas resultantes pueden carecer, en ocasiones, de los elementos esenciales para considerarse como tales o no representar la información de una manera adecuada o visualmente atractiva.

Este Trabajo de Fin de Máster (TFM en adelante) denominado “*Propuesta cartográfica para la mejora del Atlas de Morbilidad de Aragón*”, se desarrolla dentro del marco de cooperación entre el Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Familia del Gobierno de Aragón y el grupo de investigación GEOT (Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio) del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza.

El objetivo principal de este trabajo es destacar los elementos de los mapas del Atlas que pueden modificarse para realizar una mejora cartográfica y llevar a la práctica dichas propuestas utilizando módulos específicos de simbología de programas SIG, así como software infográfico para conseguir una óptima visualización final.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En España, Aragón fue una de las primeras Comunidades Autónomas en elaborar un atlas de morbilidad, no existiendo tampoco ninguno con esta definición exacta para el conjunto del país. Si bien no se encontraron otros atlas de morbilidad con los cuales comparar el de Aragón, se consultaron publicaciones similares relacionadas con la mortalidad, lo cual fue de utilidad para fases posteriores del proyecto. De los tres estudios consultados, *Atlas de Mortalidad de Ciudades de España 1996-2003; Estudio geográfico de la mortalidad en España: Análisis de tendencias temporales en municipios o agregados de municipios; y Atlas de Mortalidad en Municipios y Unidades Censales de España (1984-2004)*, los cuales presentan grandes similitudes, se analiza en detalle y a modo de ejemplo este último.

2.1. **Atlas de Mortalidad en Municipios y Unidades Censales de España (1984-2004)**

Este atlas, elaborado por el Grupo de Investigación en Desigualdades en Salud (GREDS, en sus siglas en catalán), bajo la dirección de Joan Benach y José Miguel Martínez de la Universidad Pompeu Fabra y en colaboración con investigadores del grupo MEDEA¹ en Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla, Valencia y Zaragoza, pone a disposición de la sociedad en general, y en especial de los responsables de la salud pública española, información geográfica detallada del estado y evolución de la mortalidad total y por causas específicas en municipios o agregados de municipios (áreas pequeñas) de España en el período 1984-2004. El atlas analiza el riesgo de mortalidad de 2.218 áreas pequeñas, en mujeres y hombres según el tipo de enfermedad. La información disponible permite localizar las regiones geográficas en peor o mejor situación de salud, identificar zonas concretas que poseen un mayor riesgo y conocer aquellas áreas que han evolucionado más desfavorablemente. Además dicha in-

¹ Acción estratégica del CIBER de Epidemiología y Salud Pública de España que tiene por objetivo analizar las desigualdades socioeconómicas y medioambientales en áreas pequeñas de ciudades de España y de Europa.

formación puede ser de utilidad para ayudar a planificar, priorizar e intervenir con mayor efectividad en la realización de políticas sociales y de salud pública.

Objetivos del atlas:

- Estudiar la distribución del riesgo de mortalidad en las principales causas de mortalidad, en cada sexo y en varios grupos de edad, en municipios o agregados de municipios de España entre 1984-2004.
- Estudiar, en cada causa de mortalidad y sexo, la distribución del riesgo de mortalidad significativamente elevado o reducido desde el punto de vista estadístico.
- Analizar, en cada causa y sexo, la evolución del riesgo de mortalidad a lo largo del período de estudio a través de un mapa único donde se muestren las áreas que han mejorado, empeorado o mantenido su riesgo de mortalidad a lo largo del período estudiado (1984-2004).
- Analizar el riesgo de mortalidad en secciones censales de algunos de los municipios o ciudades del país de mayor tamaño.

Estructura del atlas:

1. Métodos y resultados: información sobre unidades geográficas, fuentes de datos, análisis estadísticos, métodos geográficos, diseño gráfico y la descripción de los principales resultados para cada causa de muerte, sexo y grupo de edad. El principal objetivo de esos mapas, es mediante el uso de una escala de grises, comparar los patrones geográficos haciendo un especial énfasis en las áreas con riesgo más elevado. Cada mapa muestra, para cada causa específica de muerte, la correspondiente distribución en septiles del riesgo de mortalidad.

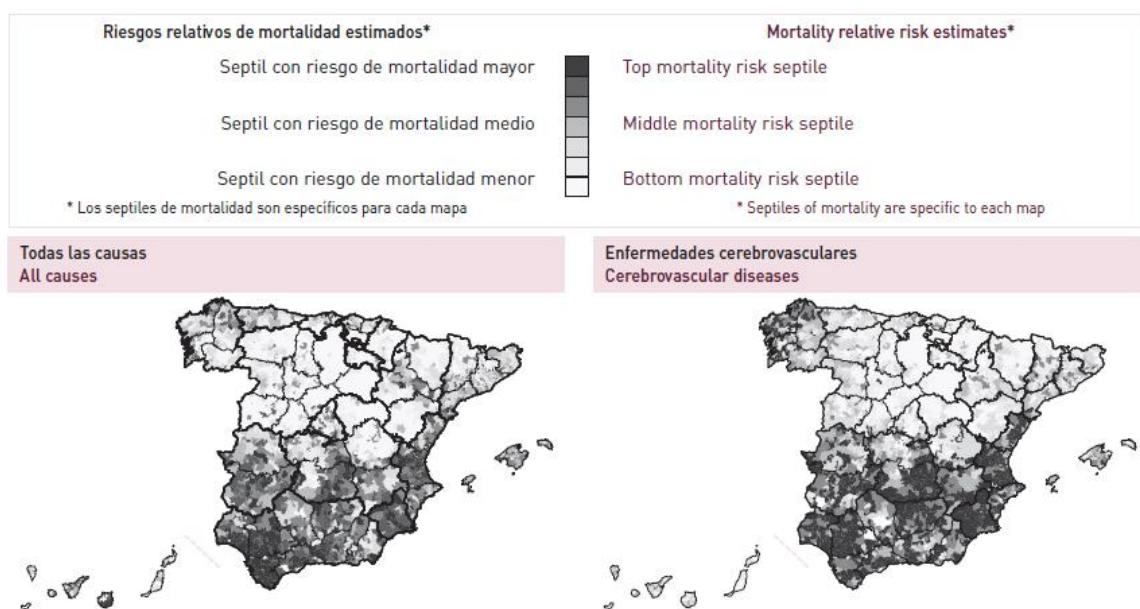


Figura 1. Ejemplo de los mapas comparativos.

2. Mapas, para cada sexo y a dos dobles páginas, para cada una de las 17 primeras causas de muerte, representando España (1996-2004) y las seis ciudades (Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla, Valencia y Zaragoza) en el período 1996-2003: para España, en la primera de esas dobles páginas se incluyen: (a) un mapa grande donde se muestra la estimación del riesgo relativo, (b) un gráfico que muestra la función de densidad estimada del riesgo relativo y (c) un mapa pequeño con las zonas con mayor y menor riesgo relativo que son estadísticamente significativas. El mapa grande permite que el lector pueda diferenciar con claridad los distintos patrones de color de las zonas. En la parte superior izquierda se muestra la leyenda con las razones de mortalidad estandarizadas (RME) suavizadas en septiles, mientras que en la parte inferior izquierda puede verse la distribución de las RME en las 2.218 áreas a partir de la función de densidad estimada. Esta puede interpretarse en forma similar a un histograma “suavizado”. El mapa infe-

rior de la derecha muestra las zonas de alto y bajo riesgo, en las que el riesgo relativo de mortalidad respecto a España es estadísticamente significativo.

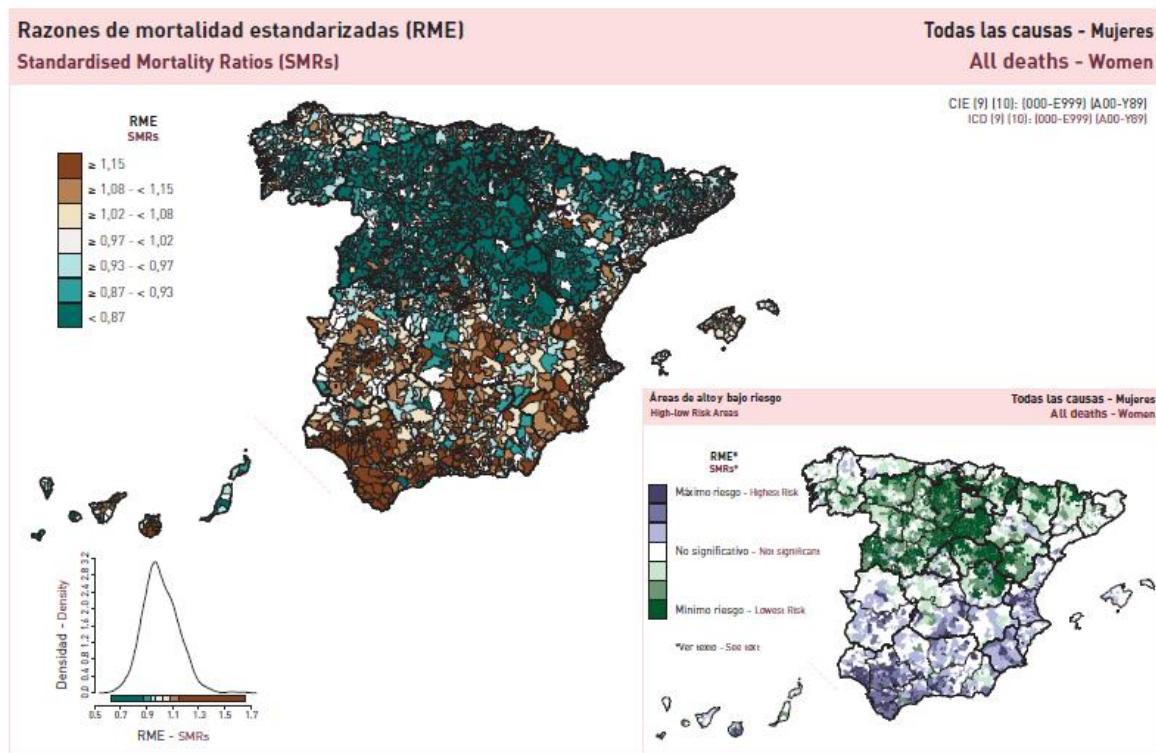


Figura 2. Ejemplo de la primera página doble para los mapas de mortalidad para España.

En la segunda página se incluyen (d): dos mapas de España que muestran la estimación del riesgo relativo en los grupos de edad de menos de 64 años y de 65 años o más, (e) un mapa en el cual se compara el comportamiento experimentado por la tendencia del riesgo relativo en cada área respecto a la tendencia en el conjunto de España, señalando también aquellas zonas en las cuales la diferencia entre su tendencia y la tendencia del conjunto de España es estadísticamente significativa y (f) un gráfico donde se muestra la tendencia general en el riesgo relativo de España para cada causa de muerte en el período estudiado (1984-2004). Además, en el mapa que muestra el comportamiento de la tendencia del riesgo relativo de cada área, se incluye junto a las escalas de colores de los grupos de áreas, el cambio en el riesgo relativo de la mortalidad por cada trienio temporal. De esta forma, además de clasificar la evolución de las áreas respecto a la tendencia global de toda España, se puede comprobar cuál ha sido la tendencia global de las áreas que forman cada uno de los grupos. Para las ciudades, la primera página incluye un mapa mostrando el riesgo relativo en España y las ciudades de Barcelona y Bilbao. La segunda página incluye los mapas para el resto de ciudades.

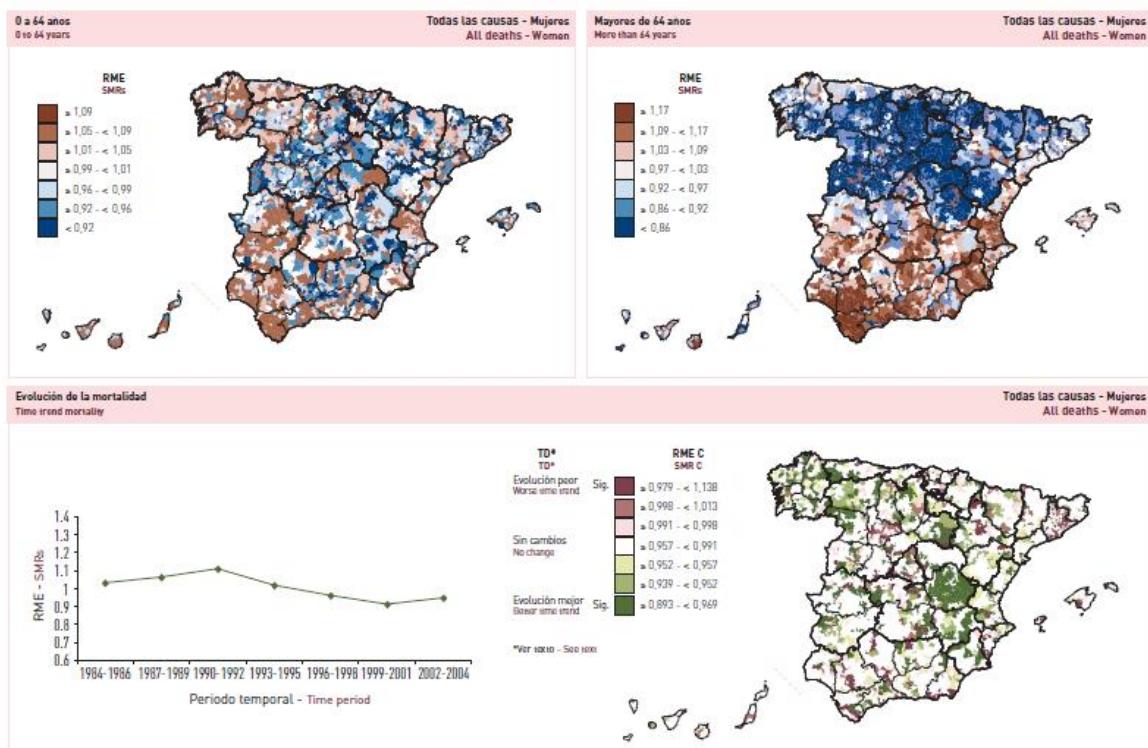


Figura 3. Ejemplo de la segunda página doble de los mapas de mortalidad para España.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de la segunda de las páginas dobles para la misma causa de muerte. En la misma se observan tres mapas y un gráfico. Los dos mapas en la parte superior muestran el riesgo relativo estimado en dos grupos de edad (0-64 años, 65 o más). En la parte inferior se muestra el mapa que compara el comportamiento experimentado por la tendencia del riesgo relativo de cada área respecto a la tendencia en el conjunto de España y el gráfico con la tendencia del riesgo relativo durante el período estudiado en el conjunto de España. La comparación de la tendencia de cada área respecto a la de España se denomina TD y el cambio en el riesgo relativo por cada período temporal se denomina RME C.

En la figura 4 se muestra un ejemplo de doble página donde se incluyen las ciudades. Esta doble página incluye: (a) un mapa grande de España donde se muestra la distribución geográfica del riesgo relativo, (b) seis mapas mostrando la distribución del riesgo relativo de cada ciudad respecto a España, y (c) seis mapas de la distribución del riesgo relativo de cada ciudad respecto a su riesgo promedio. El primer mapa de la ciudad compara el riesgo de mortalidad de España, agrupando las zonas según los mismo septiles de riesgo relativo del mapa grande de España. El segundo mapa refleja el riesgo relativo de mortalidad de cada unidad censal de una determinada ciudad respecto al riesgo promedio de la propia ciudad utilizando una agrupación de septiles.

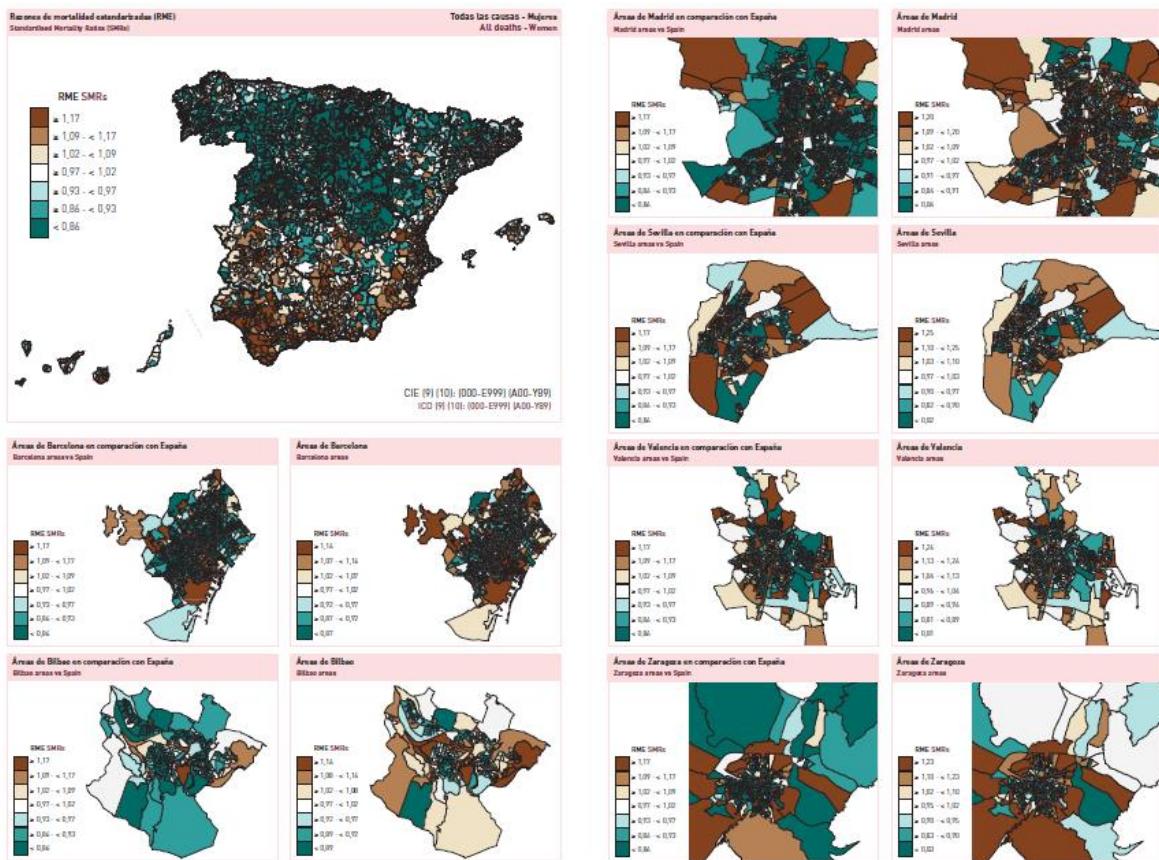


Figura 4. Ejemplo de página doble de los mapas de mortalidad de España con las ciudades.

3. Anexos: información detallada sobre la unidad geográfica de análisis y los métodos estadísticos utilizados.

Métodos cartográficos del atlas:

Se utilizan los patrones de color utilizados en los atlas de mortalidad en áreas pequeñas de España y Cataluña, ya que los mismos permiten representar adecuadamente datos cuantitativos. Además, la secuencia de tonos utilizada permite que las personas con deficiencias en la visión de colores también los puedan ver correctamente. En los mapas de las páginas dobles con las primeras causas de muerte, se utilizan secuencias divergentes con dos colores oscuros en ambos extremos de los septiles y colores más pálidos hacia el punto medio. Para obtener una comparación visual de buena calidad entre los mapas, se utiliza un tipo de secuencia parecido que resulte fácilmente comparable. En los otros mapas complementarios ubicados al principio del atlas se utilizan septiles que siguen una secuencia de color progresiva. Los mapas monocromos permiten identificar con mayor facilidad la agregación de áreas con alto riesgo.

Aspectos positivos a destacar del atlas:

- Permite comparar la mortalidad de las áreas geográficas pequeñas de toda España y también utilizando los distritos censales permite conocer la situación existente en el interior de las mayores ciudades de España (Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla, Valencia y Zaragoza).
- Al tratarse de una serie temporal relativamente extensa (20 años) pueden observarse cambios en los patrones de mortalidad que si se tratase en una serie más breve (por ejemplo, 5 o 10 años). El atlas presenta la imagen estática y la evolución temporal del riesgo de mortalidad a lo largo del período 1984-2004.
- Los patrones de color utilizados en el atlas permiten representar adecuadamente datos cuantitativos. La secuencia de tonos empleada permite que las personas con deficiencias en la visión de colores también puedan ver los mapas correctamente.

De la consulta y estudio de este atlas se extrajeron ideas que luego fueron utilizadas en la mejora cartográfica del Atlas de Morbilidad de Aragón: emplear dobles páginas; representar gráficos y mapas en una misma hoja; y utilizar combinaciones de color aptas para daltónicos.

2.2. Los SIG en la gestión de la Salud Pública

La información geográfica puede ser de gran utilidad en la toma de decisiones por parte de técnicos y dirigentes políticos en distintos ámbitos que afectan a una sociedad, entre ellos los relativos a la salud pública. Para analizar un fenómeno, en este caso, la salud de un área geográfica determinada – ya sea un continente, un país o una región – es necesario contar con información objetiva y actual para realizar dicho análisis. Los SIG ayudan a procesar esta información de una manera ágil y eficiente (hay que tener en cuenta de que puede tratarse de grandes volúmenes de datos). Este hecho es de especial utilidad cuando se trata de epidemias como la de ébola, que se está viviendo actualmente en el continente Africano, en donde el análisis de los datos debe ser rápido para gestionar las medidas necesarias que frenen su expansión espacial.

Según Gutiérrez (2009) actualmente, numerosos proyectos de investigación sobre la salud se apoyan en los SIG porque facilitan el análisis de la información, su síntesis y la representación cartográfica geoespacial de los resultados obtenidos, y la reducción de costos y mejoras en la capacidad de gestión. En el campo de la Salud Pública los SIG permiten establecer el alcance y la pertinencia de los resultados mediante dos procedimientos metodológicos concretos: 1) la desagregación de los datos de unidades político administrativas a sectores, unidades censales, unidades básicas de información territorial, cuencas o subcuencas hidrográficas, áreas de salud, microáreas y otras, 2) la localización de puntos o áreas de los eventos o procesos sea desagregada o directa (lugar de residencia, ocurrencia de problemas de salud específicos, puntos críticos, fuentes de contaminación, áreas con desigual distribución de componentes de saneamiento y otros).

En la actualidad se estima que cerca de un 80% de las necesidades de información de quienes toman decisiones y definen políticas en los gobiernos están relacionadas con la ubicación geográfica, es por ello que el uso de SIG como herramienta que espacializa la información sanitaria de cualquier territorio, se convierte en un apoyo analítico fundamental para la planificación, programación y evaluación de actividades e intervenciones del sector salud con el objeto de fortalecer la capacidad de gestión de los servicios de salud (Ramírez, 2004).

En resumen, el empleo de estos sistemas permite procesar, visualizar y analizar indicadores epidemiológicos, ambientales, demográficos, sociales y económicos para el análisis y la gestión de la salud pública de una región geográfica determinada ahorrando costes y de una manera rápida y precisa.

2.3. Atlas de Morbilidad de Aragón actual

En los subapartados de este apartado 2.3. se describe cual es la estructura actual del Atlas de Morbilidad de Aragón. De todas formas, es importante comentar que gran parte de la información que se recoge en estos subapartados ha permanecido inalterada en la propuesta que aquí se hace respecto al Atlas de Morbilidad de Aragón ya que, como se verá en el apartado 3. *Objetivos*, no es objeto de este trabajo modificar la metodología, las enfermedades analizadas o el tipo de estudio del Atlas, si no esencialmente abordar y proponer mejoras en la representación cartográfica y adecuación a distintos formatos de salida.

2.3.1. Introducción

El Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Familia, desde la Dirección General de Salud Pública, Sección de Información e Investigación Sanitaria, del Gobierno de Aragón elaboró el primer informe a partir de una base de datos administrativa que puede permitir observar la salud en Aragón, el OMI-AP, midiendo en esta primera etapa la prevalencia y la distribución geográfica de los principales indicadores, para identificar el nivel de riesgo o estado de salud de cada Zona Básica de Salud (ZBS) y planificar las estrategias pertinentes.

2.3.2. Objetivo

El objetivo del atlas es valorar el estado de salud en Aragón e identificar las ZBS con mayor riesgo a través de la recogida sistemática y análisis actualizado de los indicadores de salud.

2.3.3. Metodología

Fuente de información

Base de datos de Atención Primaria: OMI-AP.

Tipo de estudio

Descriptivo de prevalencia.

Selección de los casos

Se incluyeron todos los registros recogidos en la base de datos de OMI-AP hasta el 31/12/2011 con el código seleccionado de la Clasificación Internacional de enfermedades de Atención Primaria-CIAP. A partir de los registros, se identificaron usuarios, es decir se eliminaron registros duplicados por nombre de paciente, código CIA o por código CIP (códigos únicos para cada paciente).

Criterios de exclusión

Se eliminaron los registros duplicados, los usuarios que se encontraban en estado No Activo (fallecidos o situación desconocida) a fecha 31/12/2011, aquellos que no contenían datos de zona de residencia o en los que en la descripción literal se evidencie una incongruencia con el código asignado.

Variables analizadas

- Sociodemográficas:
- Edad: edad en años de los usuarios, a fecha del 31/12/2011.
- Sexo.
- Geográficas:
- El Sector Sanitario de residencia (Huesca, Barbastro, Zaragoza I, Zaragoza II, Zaragoza III, Calatayud, Teruel y Alcañiz) y la ZBS de residencia (125).

Ambas se asignaron según figuraba en la Tarjeta Sanitaria.

Los programas utilizados fueron Excel y R versión 2.9.2.

2.3.4. Enfermedades analizadas

El atlas recoge información sobre las siguientes enfermedades (el código hace referencia al código CIAP):

- Hipertensión arterial:
 - K86-Hipertensión esencial benigna
 - K87-Hipertensión con afectación de órgano diana
- P17-Tabaquismo
- T82-Obesidad y T83-Sobrepeso
- T82-Obesidad
- T83-Sobrepeso
- T90-Diabetes Mellitus tipo II
- T93-Dislipemias
- Z28-Incapacidad y minusvalía social

2.3.5. Estudio de prevalencia

En un estudio de prevalencia como éste el atributo seleccionado de la población o muestra poblacional se mide en un punto determinado del tiempo, en lo que es equivalente a tratar de obtener una *fotografía* del problema. Se busca conocer todos los casos de personas con una cierta condición en un

momento dado, sin importar por cuánto tiempo mantendrán esta característica ni tampoco cuando la adquirieron.

Para este atlas se calcularon las tasas de prevalencia crudas y ajustadas a la población europea por grupo de edad y sexo, con Intervalo de Confianza (IC) al 95%, para el total de Aragón y por cada sector sanitario.

Se expresan como número de casos por 100.000 habitantes o por 100 habitantes.

La población de referencia para los cálculos fue la consignada según tarjeta sanitaria del año 2010.

Se representan además, las tasas específicas de prevalencia por grupo de edad y sexo.

2.3.6. Análisis geográfico

Se calcularon las razones estandarizadas de morbilidad (REM)² con IC al 95% para cada una de las 125 ZBS.

Las REM se representaron geográficamente en un mapa por ZBS de los datos para el total de Aragón y por sexo.

Se señala que el mapa utilizado para la representación de las ZBS consta de 122 ZBS (distribución vigente hasta 2009), por lo que los casos de las ZBS se agruparon de acuerdo a su distribución anterior: Zalfonada y Parque Goya; Casablanca y Valdespartera, y finalmente Teruel Centro y Teruel Ensanche.

Las ZBS se clasificaron en 3 grupos, según los valores de los IC al 95%:

1. REM < 100 (REM con ICI e ICS < 100), en el mapa son las ZBS de color verde.

2. REM = 100 (REM que no cumplen criterios del grupo 1 o del grupo 3), en el mapa las ZBS de color amarillo.

3. REM > 100 (REM con ICI e ICS > 100), en el mapa las ZBS de color anaranjado.

Para el estudio de Zaragoza capital se presenta un gráfico ampliado.

En cada código, se detallan las ZBS de los grupos 1 y 3, que corresponderían a las ZBS con los mejores y los peores resultados de salud respectivamente.

2.3.7. Niveles de salud

Con el fin de identificar aquellas ZBS en las que su estado de salud puede presentar una situación inferior a otras, se realizó un análisis conjunto de los diferentes indicadores analizados. Dicho análisis puede encontrarse en los anexos de este documento con el nombre MORBILIDAD_RANKING_POR_ZBS_ARAGON_ENERO_2013.

Cada ZBS se acompaña del valor de la REM y su IC 95% para cada indicador, para el total de la población, hombres y mujeres. Según el valor de dicha REM el indicador aparece en diferente color, y se le asigna un nivel o número. Se visualiza del siguiente modo:

² REM: Observados/Esperados *100. Los casos Esperados se calculan a partir del total de casos en Aragón.

ICS: intervalo de confianza superior.

ICI: intervalo de confianza inferior.

1: VERDE
REM con IC 95% superior <100; son ZBS con casos observados inferiores a los esperados.
2: AMARILLO
REM con IC95%, superior e inferior, que incluyen a 100; son ZBS con casos observados iguales a los esperados.
3: ANARANJADO
REM con IC 95% inferior >100 son ZBS con casos observados superiores a los esperados.

Figura 5. Niveles y colores asignados a las ZBS según su REM.

Para estimar el nivel de salud global o valoración total del estado de salud de cada ZBS en función de los códigos analizados, se ha calculado un indicador que resulta del valor medio de los niveles alcanzados para cada indicador.

De acuerdo a este valor las ZBS se pueden clasificar de acuerdo al Nivel de Morbilidad alcanzado, así:

1: Morbilidad Baja
2: Morbilidad Intermedia
3: Morbilidad Alta

Figura 6. Niveles y colores asignados a las ZBS según su nivel de salud global.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es proponer una serie de modelos cartográficos que mejoren la visualización de la información contenida en el Atlas de Morbilidad de Aragón ajustándose más a las fases del proceso cartográfico y teniendo en cuenta los formatos de presentación final que pueden acercar este contenido a los gestores sanitarios y a la ciudadanía.

3.2. Objetivos específicos

En relación al objetivo general del trabajo se definen los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar la cartografía actual del Atlas de Morbilidad de Aragón.
2. Plantear mejoras en la cartografía existente del Atlas de Morbilidad de Aragón.
3. Mejorar la base espacial existente mediante la utilización de ortofotografías e información adicional.
4. Reelaborar los mapas del Atlas de Morbilidad de Aragón siguiendo las indicaciones de la nueva propuesta cartográfica.
5. Generar tres productos cartográficos (dos analógicos y uno digital) como resultado del trabajo realizado en puntos anteriores:
 - Atlas completo impreso en papel en formato A3 y encuadrado en un libro.
 - Informes del Atlas impresos en papel en formato A2 (tipo póster).
 - Visor web.
6. Adaptar la base espacial a las nuevas ZBS (Decreto 61/2013, de 16 de abril, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica el Mapa Sanitario de la Comunidad Autónoma de Aragón) para que puedan ser utilizadas en la elaboración de nueva cartografía.

4. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la elaboración de esta propuesta de mejora cartográfica, la cual se expone en los siguientes subapartados, está basada la Semiología Gráfica de Bertin (1967) y en la tesis doctoral titulada *Propuesta cartográfica para la representación y análisis de la variable población mediante sistemas de información geográfica e infografía: el caso español* (Zúñiga, 2009).

4.1. Fases del proceso cartográfico

El proceso cartográfico consta principalmente de dos fases: diseño y elaboración. Según Zúñiga (2009) el diseño cartográfico es la fase en la que se debe identificar el proyecto a realizar, reconocer y adaptar los componentes básicos de la cartografía, plantear sistemáticamente las diferentes trayectorias alternativas que ofrece la codificación cartográfica y seleccionar una de ellas. Tras ello comienza la fase de elaboración, en la que se entrelaza el contenido espacial con el temático a través de la implementación en los Sistemas de Información Geográfica de la opción cartográfica previamente seleccionada, moldeándola para conseguir un documento final eficiente, riguroso y estético que constituya una herramienta útil para la interpretación de los fenómenos geodemográficos.

Habría una tercera fase denominada “utilización” que también podría incluirse dentro del proceso cartográfico, si bien este apartado metodológico se va a centrar en las dos primeras: diseño y elaboración.

Los elementos o subfases de cada una de estas fases del proceso cartográfico se muestran en las figuras 7, 8 y 9:

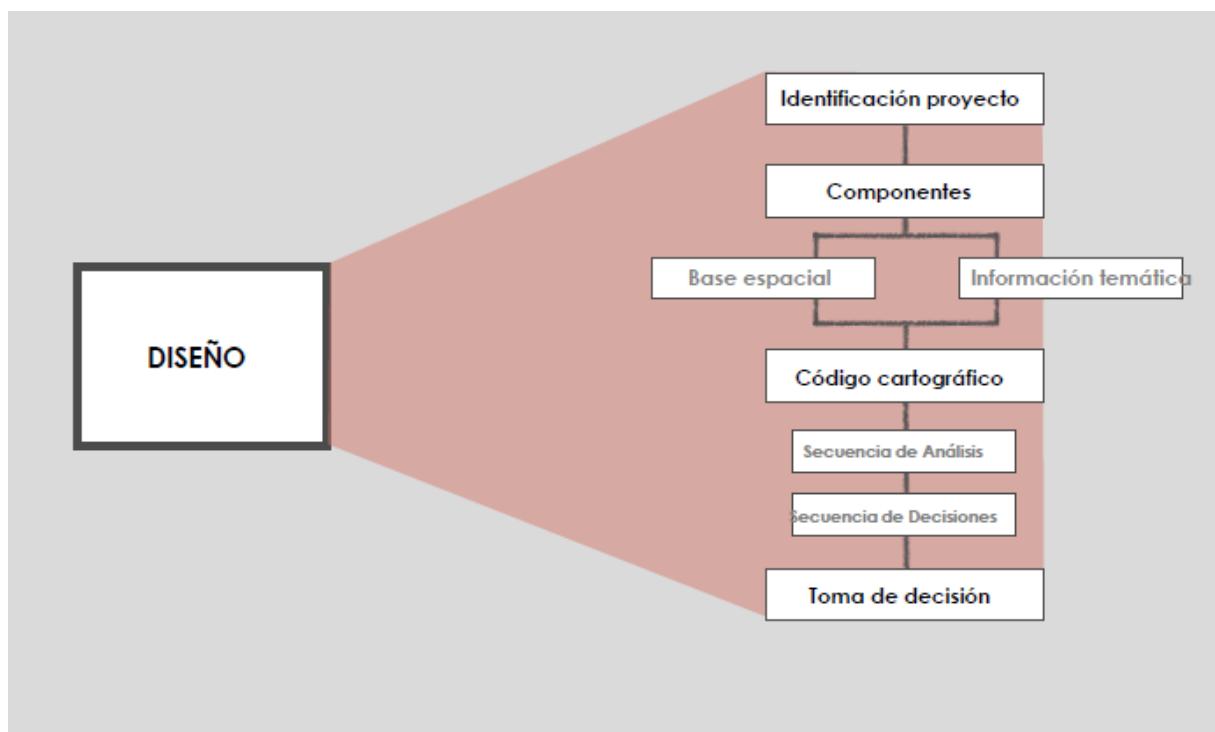


Figura 7. Fase de diseño del proceso cartográfico y sus distintas subfases. Fuente: Zúñiga, 2013.

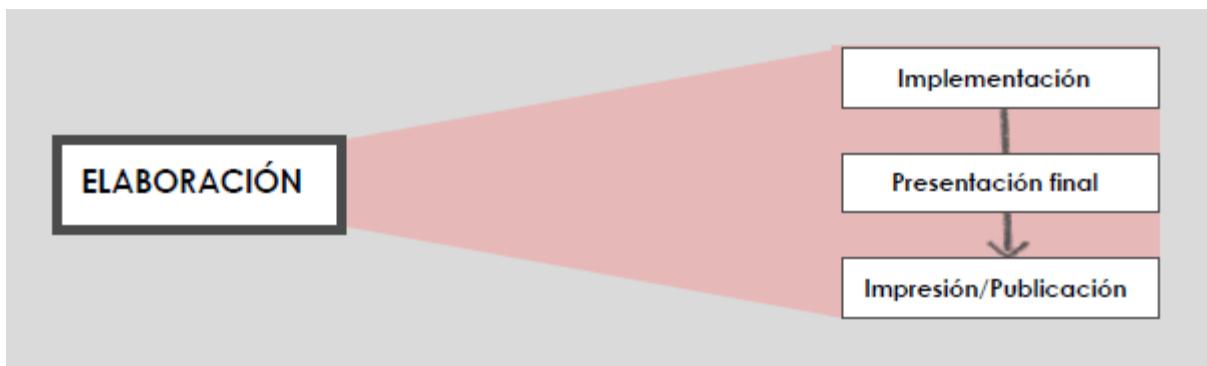


Figura 8. Fase de elaboración y sus distintas subfases. Fuente: Zúñiga, 2013.



Figura 9. Fase de utilización y sus distintas subfases. Fuente: Zúñiga, 2013.

4.1.1. Diseño

Identificación del proyecto

1. Identificar el mensaje: en este primer punto de la fase de diseño habrá que plantearse qué mensaje se quiere transmitir al lector, qué variables se van a representar y cuáles son los objetivos que se persiguen con la elaboración del mapa. Identificar el mensaje correctamente ayuda a la toma de decisiones en la gestión, planificación y representación de un territorio; genera alternativas a los diferentes problemas que se plantean por un número cada vez mayor de técnicos y/o usuarios; crea modelos de optimización acoplables a otras escalas territoriales (tanto para el intercambio de información como para la consecución de actuaciones); proporciona un instrumento que permiten procesar y gestionar la mayor cantidad de información posible con la menor inversión de tiempo y de coste.

Para que el mapa cumpla con unos criterios mínimos de calidad debería ser (Cauvin, Escobar y Serradj, 2007):

- Eficaz: capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.
- Útil: que trae o produce provecho, comodidad, fruto o interés.
- Conciso: brevedad y economía de medios en el modo de expresar un concepto con exactitud.
- Veraz: que dice, usa o profesa siempre la verdad.
- Preciso: rigurosamente exacto.
- Expresivo: que muestra con viveza la información que se manifiesta por un medio.
- Legible: que se puede leer.
- Claro: inteligible, fácil de comprender.

2. Identificar el usuario final: en este punto habrá que plantearse preguntas como, por ejemplo, ¿cuánto sabe el receptor sobre el tema representado? o ¿cuánto sabe el usuario sobre el código cartográfico? También habría que cuestionarse en este punto otros aspectos: por ejemplo, ¿se

quiere elaborar mapas que puedan ser leídos sin problemas por personas que sufren daltonismo? En caso afirmativo, habrá que tener cuenta este aspecto a la hora de elegir la combinación de colores a utilizar en la cartografía.

3. Identificar el soporte: antes de comenzar con la elaboración de la cartografía es muy importante saber si ésta va a ser publicada en soporte analógico o digital porque en función este aspecto las decisiones posteriores en el proceso cartográfico variarán. En el caso de que se opte por un soporte analógico, estas serían algunas de las cuestiones a tener en cuenta: tipo de papel, tamaño, color, gramaje y resolución de la imprenta. En cambio, si se opta por un formato digital habría que plantearse cuál va a ser la resolución del archivo y el tipo de formato digital, que medio de proyección se utilizará (mapas descargables desde una web, visionado directamente desde una web o blog, proyección en un cañón de luz en presentaciones, etc.) y si la cartografía va a ser estática, animada o interactiva.
4. Limitaciones y condicionantes técnicos: en este apartado se estudiarán algunos aspectos como la utilización de software libre o propietario (seguramente condicionado por el presupuesto económico del proyecto), la utilización o no de programas de infografía para mejorar el aspecto estético de la cartografía y la estimación del tiempo disponible.

Componentes de la cartografía

La siguiente etapa importante dentro del diseño de la cartografía es la elección de dos partes esenciales del proyecto: la base espacial y la información temática.

La base espacial es el resultado del proceso de modelización gráfica del territorio. Es la representación de la realidad sobre la que se visualizará la información codificada gracias al sistema gráfico. La base espacial corresponde con la capa vacía de contenido temático que representa los límites de las regiones o fenómenos geográficos sobre las que se va a realizar la cartografía temática. Un ejemplo de base espacial sería la delimitación de Aragón en comarcas sobre la cual se elaboraría la cartografía temática (datos demográficos, indicadores medioambientales, etc.)



Figura 10. Ejemplo de base espacial de las comarcas de Aragón. Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón (IDEARAGON; datos) y elaboración propia.

La base espacial puede ser creada *ex novo* o se puede utilizar alguna ya creada por las distintas agencias de cartografía (e.g. Instituto Geográfico Nacional, Centro de Información Territorial de Aragón, etc.); éstas están disponibles para descarga en sus respectivas páginas web. La opción de crear una base espacial desde el principio suele deberse al hecho de que ésta no exista o a que las existentes contengan errores de topología (u otro tipo de errores) en los que su corrección requiera más tiempo del empleado en crear una nueva base espacial desde el principio.

La base espacial puede ser de dos tipos: vectorial o ráster. En el caso de las bases espaciales vectoriales la realidad se modela utilizando tres objetos espaciales básicos: puntos, líneas y superficies. Por el contrario, en el caso de las bases vectoriales ráster la realidad está dividida en píxeles. Un pixel es la menor unidad homogénea (celdas regulares, normalmente cuadrado) que forma parte de una imagen digital. Un pixel representa una parte del terreno cuyo tamaño variará en función de la resolución de la imagen (tamaño de los píxeles).

En la elaboración de mapas temáticos lo más habitual es trabajar con bases espaciales vectoriales. Sin embargo, en función las características del fenómeno geográfico, la captura de la información o el tipo de aplicación a la que se destine el proyecto habría casos en los que se optaría por una base espacial ráster.

Los componentes de la base espacial son: el sistema de proyección, la escala de trabajo y el grado de agregación.

Un sistema de proyección es una representación gráfica que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Los principales sistemas de proyección se clasifican en cenitales, cilíndricos y cónicos.

La escala de trabajo es la relación existente entre una distancia medida en el mapa y su correspondiente medida sobre la realidad. La escala de trabajo se establecerá en función de las dimensiones del terreno, el propósito del mapa y el tipo de soporte.

Por último, el grado de agregación hace referencia a las unidades de actuación en las que está dividida la base espacial. Como se ha visto en el ejemplo anterior, Aragón puede subdividirse en comarcas pero también podría desagregarse en unidades administrativas (en este caso) más grandes (provincias) o más pequeñas (municipios). A modo de ejemplo, véase la figura 11.

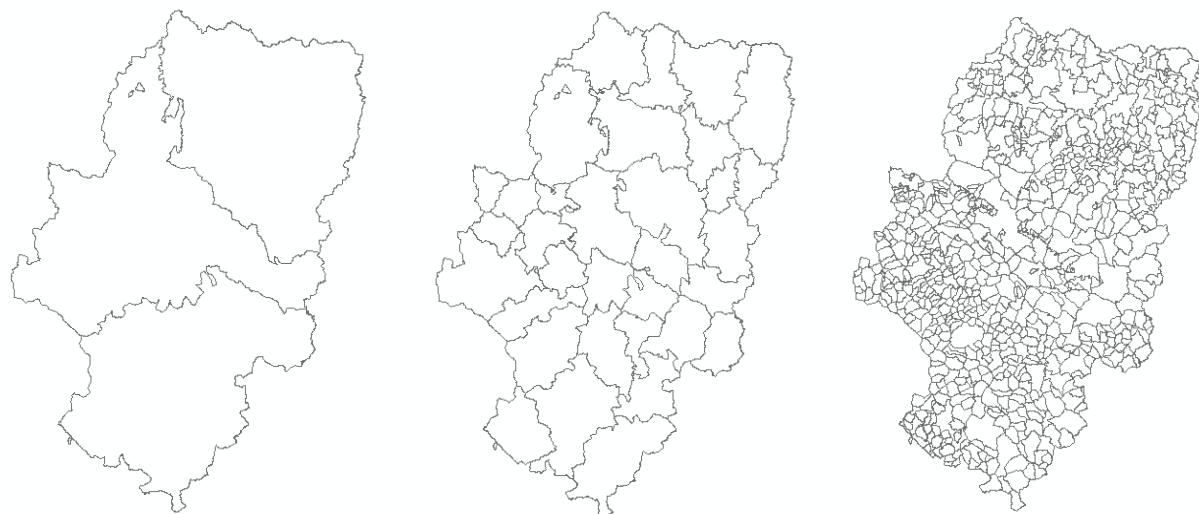


Figura 11. Distintos grados de agregación de Aragón: provincias, comarcas y municipios. Fuente: IDEARA-GON (datos) y elaboración propia.

Hay que tener en cuenta que el nivel de agregación vendrá determinado en muchas ocasiones por la escala de trabajo o viceversa. Sin embargo, también es cierto que una misma escala puede permitir trabajar con distintos niveles de agregación y que los resultados mostrados pueden ser radicalmente distintos en función del nivel de agregación utilizado. Habitualmente, utilizar información con un alto grado de desagregación permitirá apreciar el mensaje del mapa con unos matices que con grados de agregación menores serían inapreciables. Por ejemplo, una serie de mapas demográficos de España a nivel de provincias mostrará información sobre cuáles son las provincias españolas con mayor despoblación pero difícilmente podrá saberse cuáles son los movimientos poblacionales dentro de las provincias si el nivel de desagregación no llega hasta los municipios.

La información temática (el segundo de los componentes de la cartografía) se expresa a través de las variables reales que son el contenido que se quieren codificar en un mapa. Son los atributos que tienen los fenómenos geográficos. Las variables reales pueden ser fundamentales o derivadas. Se denomina variable real fundamental cuando la información es obtenida directamente del territorio y no requiere una transformación posterior. Por ejemplo, la población total (nº de habitantes) o la cantidad de precipitación (L/m^2). Se hablaría de variable real derivada cuando los datos son el producto de operaciones aritméticas intermedias realizadas entre dos o más variables fundamentales por lo que su construcción requiere la adquisición previa de las mismas. El ejemplo más representativo es la densidad de población (hab/km^2).

Código cartográfico

Una vez se llega a este punto de la fase de diseño lo más importante es caracterizar la información de entrada de la que se dispone (secuencia de análisis). Disponer de un alto grado de conocimiento de la naturaleza de la misma facilitará la selección óptima de los instrumentos de codificación que permitan una transmisión efectiva. Para esto se sigue la metodología de escalas de medida propuesta por Stevens (1946) y modificada por Chrisman (1997).

La información es cualitativa cuando se refiere a información que expresa cualidades (e.g. tipo de suelo) o cuantitativa cuando representa magnitudes con posibilidad de ser expresadas numéricamente (e.g. nº de personas con estudios superiores).

La información cualitativa emplea las siguientes escalas:

- Nominales: los objetos se clasifican en grupos no ordenados en categorías o clases. Los nombres de las clases solo sirven para clasificar a los objetos de estudio. Como se verá más adelante en este mismo capítulo, para su representación cartográfica se utilizan colores, formas o texturas que permitan diferenciar las distintas categorías. A modo de ejemplo, véase la figura 12.



Figura 12. Extracto de mapa de una variable de carácter cualitativa nominal: ocupación del suelo. Programa CORINE del proyecto *Land Cover* de ocupación del suelo, 1990. Fuente: Atlas Nacional de España. Sección I, Grupo 3C, 2ª edición (2005), Imagen y Paisaje. Instituto Geográfico Nacional.

- Ordinal: se introduce el concepto de orden sin ofrecer ninguna definición de los valores numéricos. Los valores tienen la condición de estar ordenados de manera que los códigos asignados (e.g. mucho, medio, poco y bajo) representan una jerarquización, si bien este código no facilita información acerca de la distancia entre unos elementos y otros en la escala de medida. A modo de ejemplo, véase la figura 13.

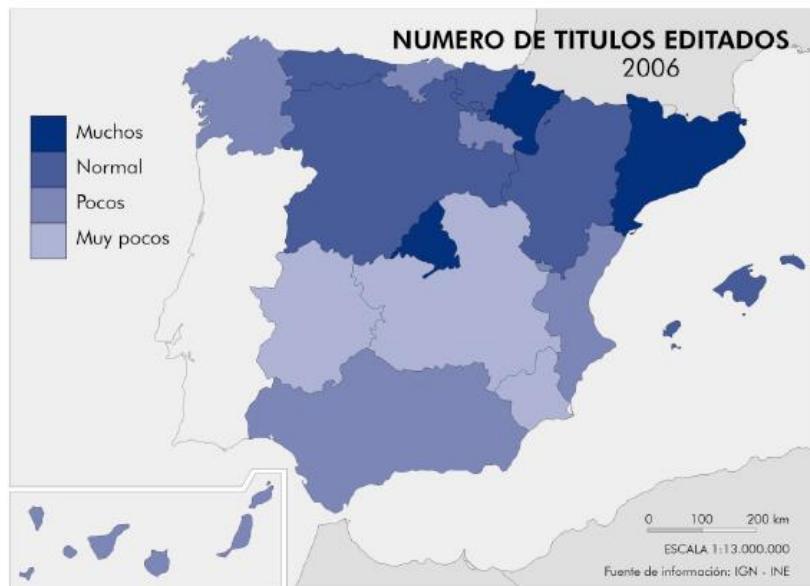


Figura 13. Mapa con una variable de carácter cualitativa ordinal: número de títulos editados.
Fuente: Zúñiga, 2013.

La información cuantitativa se sirve de las siguientes escalas de medida:

- Intervalos: esta escala añade la información de distancia entre las distintas categorías ya ordenadas. Asigna un valor cero como origen de la medición, que puede ser arbitrario y que no significa que el objeto tenga ausencia en ese punto de la característica que se mide ya que el cero es fruto de una convención o de la conveniencia (Vid. Figura 14).

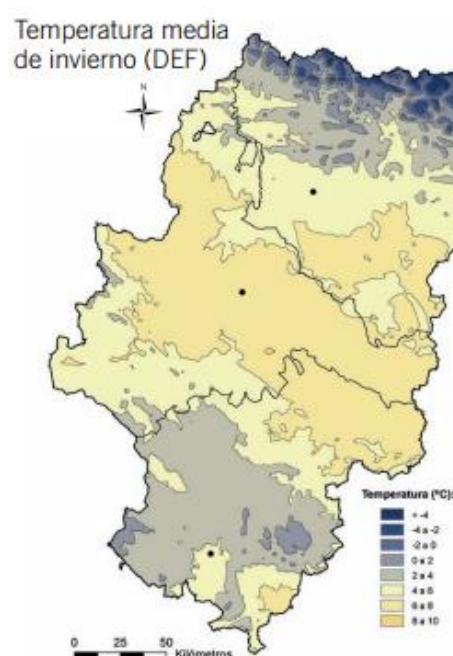


Figura 14. Mapa con una variable cuantitativa con escala de intervalos: temperatura media de invierno.
Fuente: Atlas Climático de Aragón.

- Razón: es un refinamiento de la escala anterior. Proporciona magnitudes significativas mediante la utilización de un sistema de medida no arbitrario. El cero absoluto está siempre presente en esta escala lo que significa que el objeto tiene ausencia en ese punto de la característica que mide (*Vid. Figura 15*).

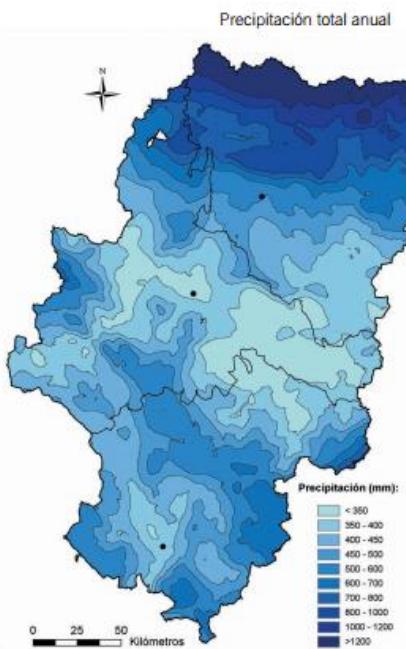


Figura 15. Mapa con una variable cuantitativa con escala de razón: precipitación total anual.

Fuente: Atlas Climático de Aragón.

- Absoluta: en este caso el cero tampoco es un valor arbitrario pero las unidades de medida tampoco lo son. En esta escala los valores se mueven en un rango dado. Ejemplos donde se utilizan este tipo de escala serían los mapas que representan probabilidades donde el cero y el uno siempre están predeterminados (*Vid. Figura 16*).

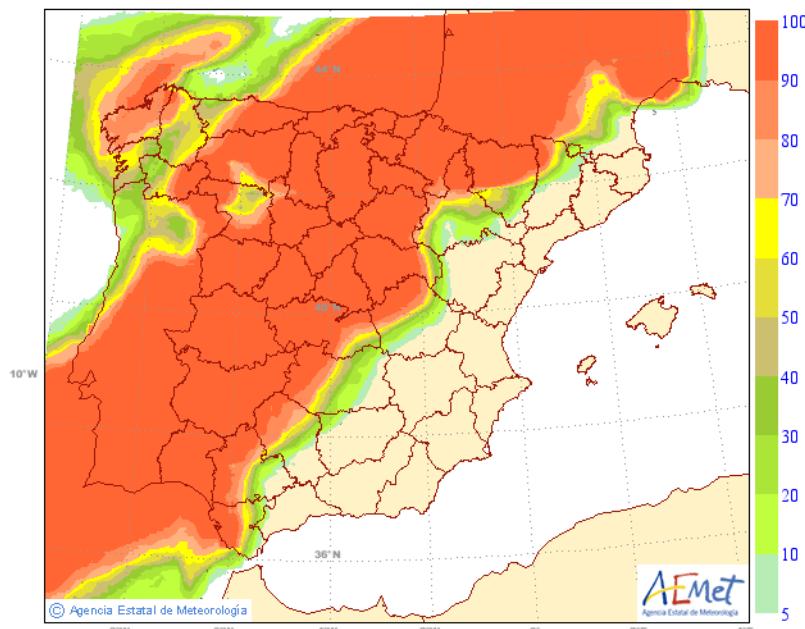


Figura 16. Mapa con una variable de carácter absoluto: probabilidad de precipitación.

Fuente: Agencia Española de Meteorología.

- Medidas cíclicas: algunas medidas se encuentran limitadas en un rango determinado y se repiten de forma cíclica. Un ejemplo de este tipo de escala sería un mapa de pendientes. Habitualmente se utilizan leyendas de colores graduados con un incremento progresivo de la intensidad de los tonos así como leyendas que recojan todos los colores del espectro óptico.

Realizada la secuencia de análisis, donde se ha estudiado las características de la información de entrada disponible, es el momento de decidir algunos aspectos afectarán a la calidad final del mapa. Se entra, por tanto, en la fase denominada secuencia de decisiones en donde se elige el tipo de implantación, la variable visual y el tipo de leyenda a utilizar.

El tipo de implantación es la representación gráfica de un objeto geográfico en un mapa. El tipo de implantación puede ser:

- Puntual: un punto representa una localización en el plano. El punto no tiene longitud ni área, solo coordenadas X e Y que definen su posición. A modo de ejemplo, véase la figura 17.

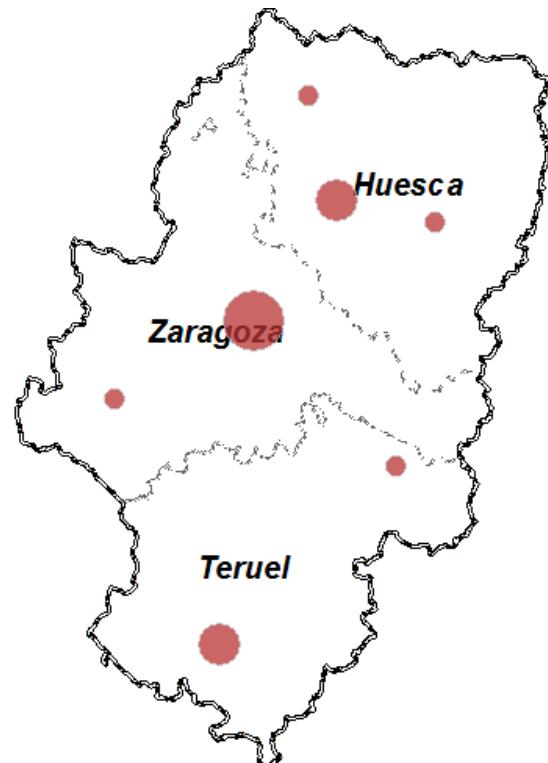


Figura 17. Extracto del mapa de hospitales que utiliza la representación gráfica de tipo puntual. Fuente: IDEARAGON.

- Lineal: una línea es un objeto, que construido a partir de una sucesión puntos, no tiene área aunque si longitud (e.g. red hidrográfica). Cadena de coordenadas XY que representan cada uno de los nodos que configuran la línea. A modo de ejemplo de lo que es un mapa con un tipo de implantación lineal, véase la figura 18.



Figura 18. Extracto del mapa de la red hidrográfica que utiliza la representación gráfica de tipo lineal.
Fuente: IDEARAGON.

- Superficial: fenómeno localizado en un plano cuya superficie puede medirse (e.g. unidad administrativa). A modo de ejemplo, véase la figura 19.

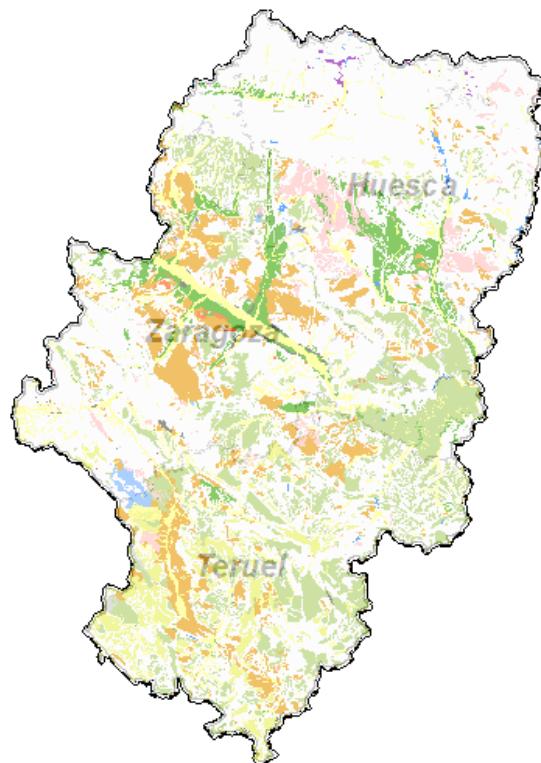


Figura 19. Extracto del mapa geomorfológico que utiliza la representación gráfica de tipo superficial.
Fuente: IDEARAGON.

- Volumétrico: hacen referencia a fenómenos que se distribuyen de forma continua en el territorio (e.g. altitud sobre el nivel del mar).

Las variables visuales son la expresión gráfica de las variables reales (Bertin, 1967). Es decir, son los distintos modos en los que los elementos gráficos pueden ser modificados para representar la variable real. Las variables visuales se clasifican en las siguientes categorías:

- Forma: es la estructura externa de una figura. Es una variable exclusivamente diferenciadora, por lo que transmite información cualitativa. La forma puede ser geométrica (círculos, cuadrados, triángulos, etc.) o iconográfica (su aspecto recuerda al fenómenos representado y suele utilizarse en representaciones orientadas al público general; *Vid. Figura 20*).

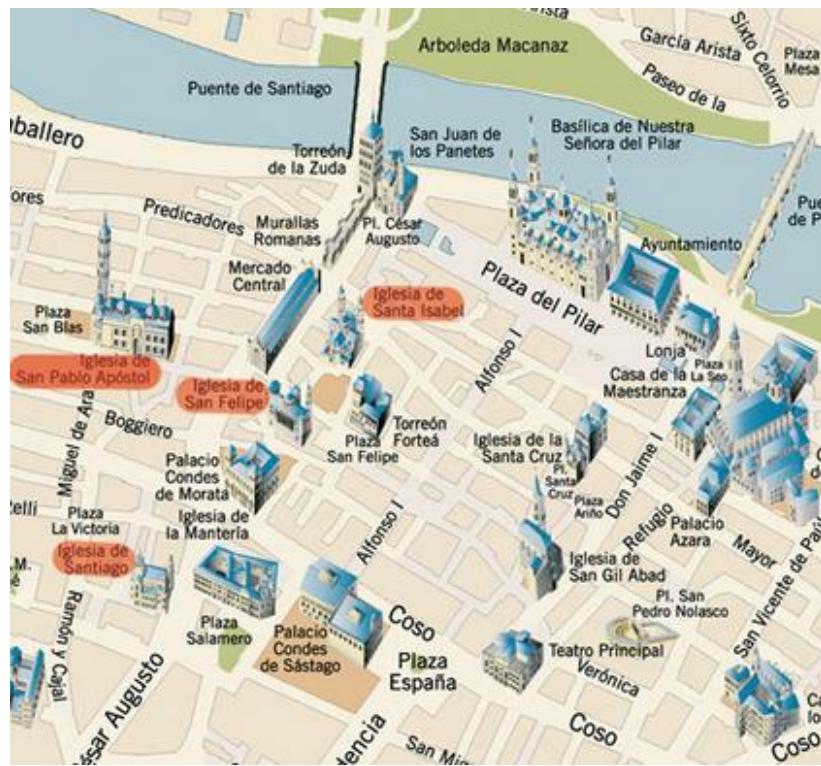


Figura 20. Extracto del mapa turístico del centro de Zaragoza en el que se emplea la forma iconográfica como variable visual principal. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza.

- Orientación: es el ángulo de giro de un elemento respecto a un eje. El objeto no puede ser simétrico. Es raro el caso en el que la orientación no pueda sustituirse por otra variable que permita una mejor lectura por lo que no suele utilizarse habitualmente en cartografía. Su mejor aplicación puede encontrarse ligada a ideas de flujo, procedencia, destino o dirección (*Vid. Figura 21*).

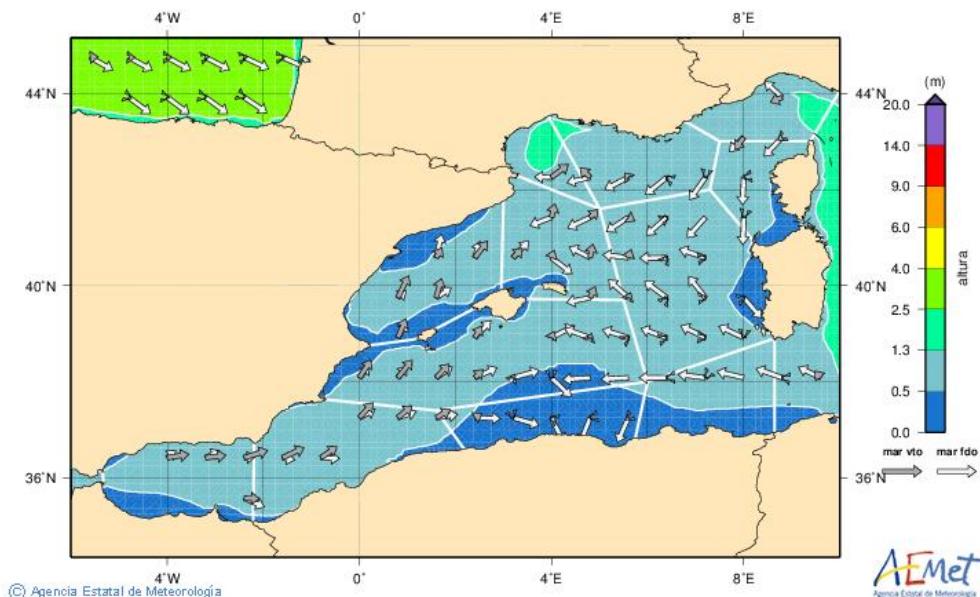


Figura 21. Mapa de dirección de propagación del viento en el que se emplea la orientación de las flechas como variable visual principal. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.

- Textura: es la disposición repetida de elementos simples repartidos de forma uniforme por una superficie. Se puede utilizar para dar percepciones ordenadas del fenómeno representado, y también para representar información cualitativa. A modo de ejemplo, véase la figura 22.

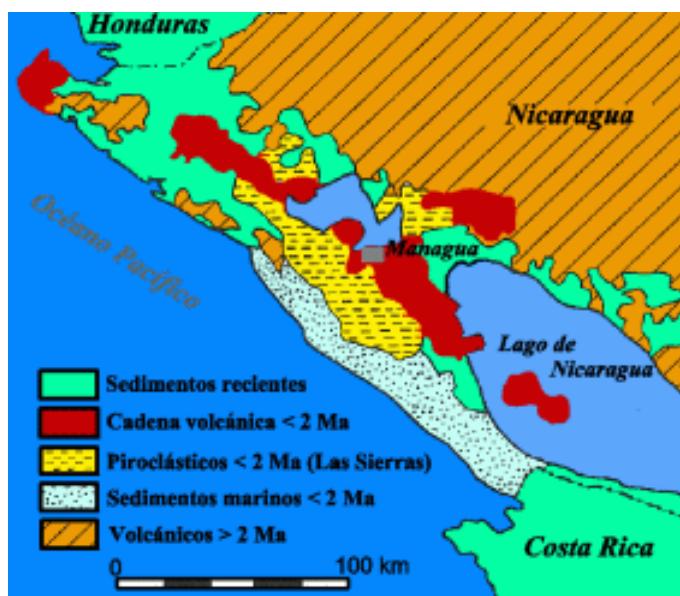


Figura 22. Mapa geológico del Pacífico de Nicaragua en el que se emplea la textura y el color como variables visuales. Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

- Tamaño: se define el tamaño de un objeto por su anchura y altura (longitud), su superficie o su volumen. Esta variable permite la traducción directa de valores cuantitativos reales a los visuales, y permite estimar el valor de la relación existente entre ellos. La utilización del tamaño se basa en seleccionar un símbolo y variar su tamaño en proporción a la cantidad de variable real que se quiere representar. El concepto básico de este tipo de representaciones es asimilado con facilidad por el lector por lo que son muy utilizadas en la actualidad. Cuanto mayor es un signo mayor es su importancia. La variable tamaño se puede aplicar utilizando dos sistemas principales:
 - Símbolos proporcionales: cada dato de la variable real se representa con un símbolo diferente, graduado exactamente en relación directa con dicho valor. Es la expresión más exacta que relaciona variable visual con real, y probablemente los mapas que aportan una mayor precisión y veracidad; la correspondencia es 1:1, mostrando tantos elementos con características distintas como valores de información existen.
 - Símbolos graduados: los datos son clasificados en función de distintos rangos, se muestran todos los elementos de cada categoría mediante el tamaño proporcional al punto medio de cada clase. En ocasiones la concentración relativa de los valores de la variable real en algún intervalo reducido impide percibir los ajustes finos entre variable real y visual pero da lugar a representaciones correctas.

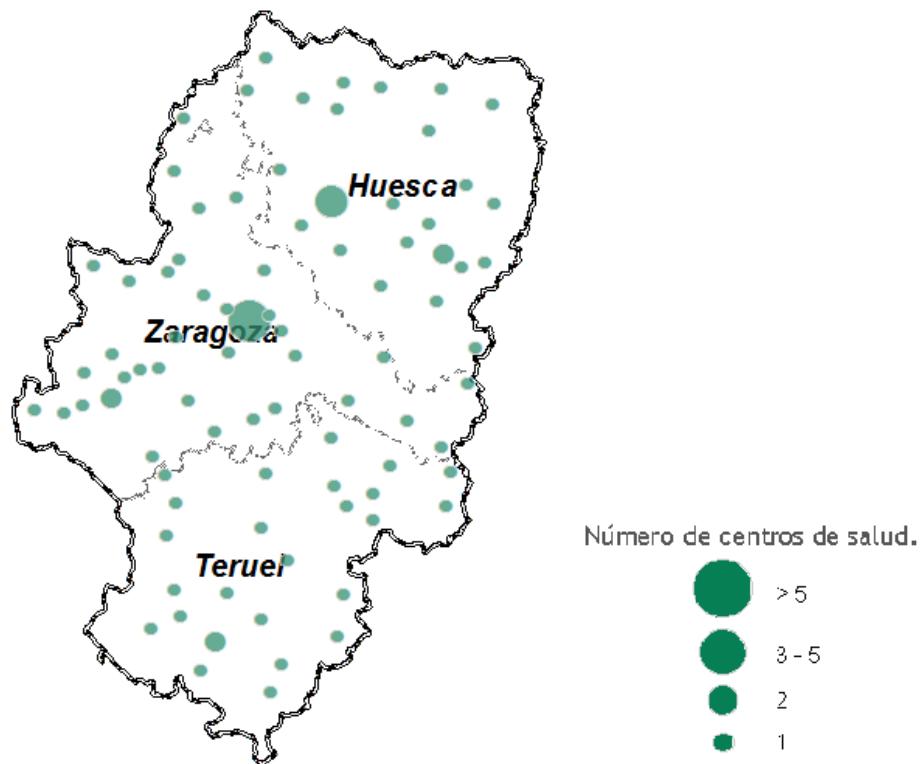


Figura 23. Extracto del mapa del número de centros de salud en el que se utiliza el tamaño (símbolos graduados) como variable visual principal. Fuente: IDEARAGON.

- Escalado psicológico: la respuesta perceptual a las diferencias entre áreas de un símbolo no es una función lineal. Un usuario normal no valora adecuadamente el tamaño de los símbolos mayores en relación con los de menor tamaño por lo que se han buscado sistemas de transformación mediante los cuales se puede compensar esta infravaloración. Uno de estos sistemas de transformación es la escala de Flannery (1971) que como se muestra en la siguiente figura otorga un mayor tamaño del que le correspondería en una progresión a los objetos más grandes.

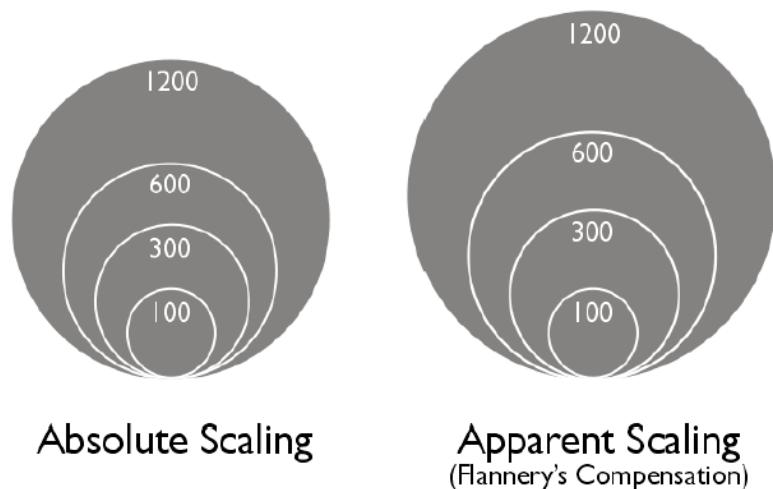


Figura 24. Ejemplo comparativo entre una escala absoluta y la escala de Flannery.

- Color: tiene un fuerte poder diferencial, facilitando al ojo humano la discriminación de una gran cantidad de tonos. Además potencia otras variables visuales cuando se mezcla con ellas, favoreciendo nuevas clasificaciones y facilita la transmisividad de la información. Sin embargo hay que tomar algunas precauciones ya que se corre el riesgo de saturar el mensaje si se utiliza el color en exceso o de manera incorrecta. En la figura 25 se presenta un ejemplo de la utilización del color como variable visual.



Figura 25. Mapa de los partidos judiciales en el que se utiliza el color como variable visual principal.
Fuente: IDEARAGON.

- Valor: se entiende como la relación entre la cantidad de negro y blanco que posee cada uno de los colores. El negro es un gris con valor 100% y el blanco es un gris con valor 0%; entre estos dos extremos hay una serie continua de grises intermedios; a esta gradación se le llama valor. En la figura 26 se aprecia cómo puede emplearse la variable visual valor en cartografía.

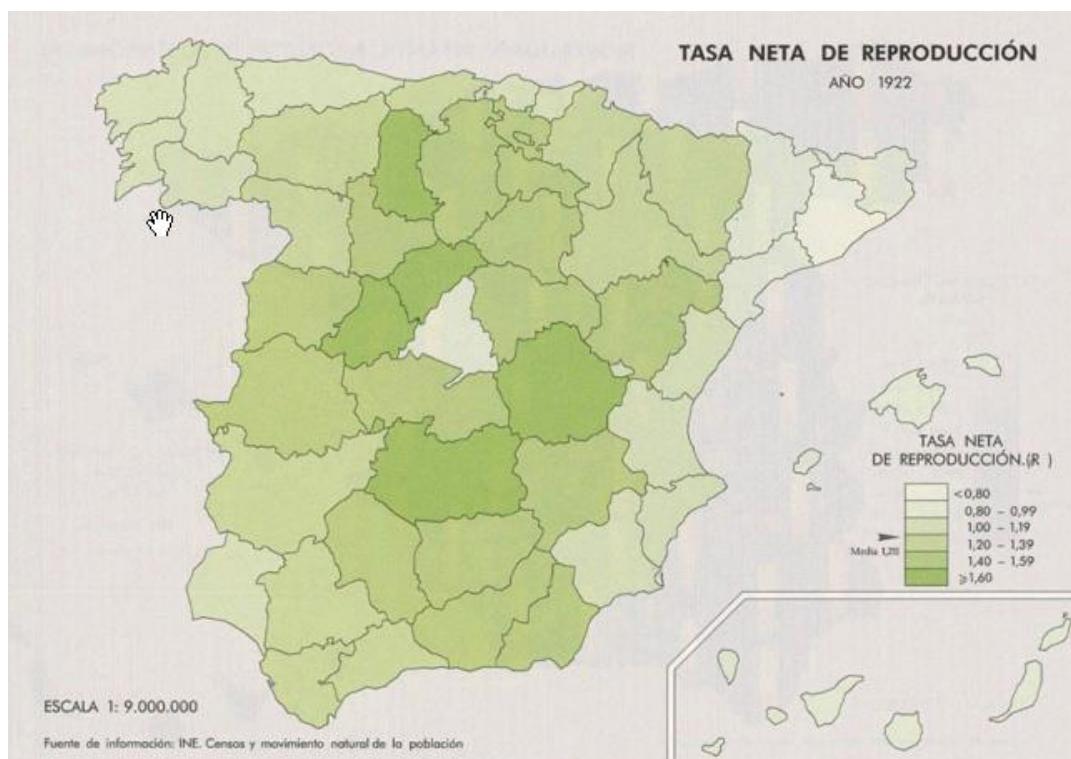


Figura 26. Mapa de tasa neta de reproducción en el que se utiliza el valor como variable visual principal.
Fuente: Atlas Nacional de España. Sección 14^a, 1^a edición (1992), Información demográfica. Instituto Geográfico Nacional.

Algunas consideraciones que hay que tener en cuenta a la hora de utilizar el valor son:

- Es necesaria cierta superficie para que el ojo aprecie y memorice correctamente la relación de negro y de blanco.
- El ojo humano, dependiendo mucho del entrenamiento, no es capaz de percibir más allá de diez o doce variaciones cuando éstas son consecutivas.
- Se recomienda únicamente para representar información ordenada.

Una vez que se conoce el tipo de implantación (puntual, lineal o superficial) más adecuado para la información que se quiere representar habrá que estudiar minuciosamente qué variable visual es la más adecuada porque no todas las combinaciones de tipo de implantación/variable visual son posibles. A continuación, se detallan cuáles son las combinaciones más habitualmente utilizadas por los geógrafos y cartógrafos en la elaboración de mapas dados sus buenos resultados en relación a la claridad, legibilidad y eficacia de los mismos (la primera palabra hace referencia al tipo de implantación y la segunda a la variable visual):

- Puntual / Forma (*Vid. Figura 27*): buenas cualidades para la transmisión de mensajes cartográficos cualitativos. Las figuras iconográficas resultan enormemente intuitivas llegando en algunos casos a ser autoexplicativas. Las formas geométricas componen cartografías más sencillas y elegantes con una presentación estética agradable.



Figura 27. Combinación del tipo de implantación puntual con la variable visual forma. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Puntual / Tamaño (*Vid. Figura 28*): interpretar esta simbología resulta sencillo e intuitivo. Es la única posibilidad de reflejar cantidades en cartografía de forma proporcional.



Figura 28. Combinación del tipo de implantación puntual con la variable visual tamaño. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Puntual / Color (*Vid. Figura 29*): la aplicación del color sobre puntos genera cartografía de lectura sencilla. Las dimensiones de los objetos pueden resultar inferiores a las del valor puesto que la percepción de distintos colores requiere menor esfuerzo.

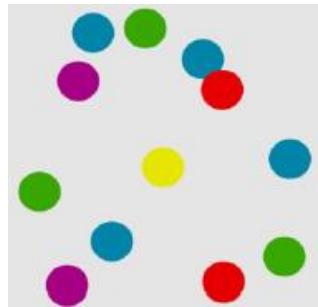


Figura 29. Combinación del tipo de implantación puntual con la variable visual color. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Puntual / Valor (*Vid. Figura 30*): los objetos puntuales deben de tener dimensiones suficientes para que sea posible percibir los cambios de valor.

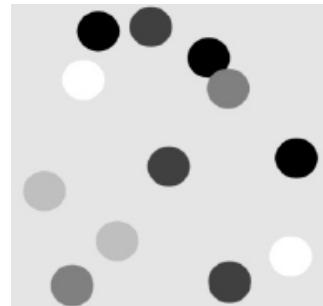


Figura 30. Combinación del tipo de implantación puntual con la variable visual valor. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Lineal / Color (*Vid. Figura 31*): las líneas necesitan un grosor suficiente para que se perciban correctamente los cambios de color.

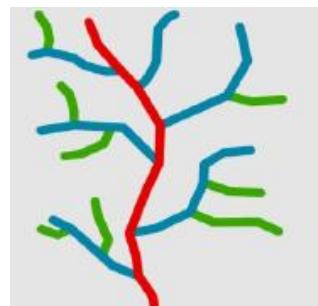


Figura 31. Combinación del tipo de implantación lineal con la variable visual color. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Lineal / Valor (*Vid. Figura 32*): las líneas necesitan un grosor suficiente para que se perciban correctamente las gradaciones de valor.

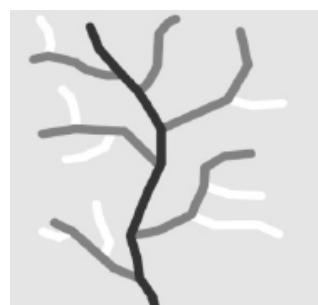


Figura 32. Combinación del tipo de implantación lineal con la variable visual valor. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Superficial / Textura (*Vid. Figura 33*): presenta aspecto arcaico (se utilizaba con más frecuencia hace años cuando las impresoras a color no estaban desarrolladas). Suele utilizarse combinada con el color para la construcción de leyendas que requieran un número elevado de clases.

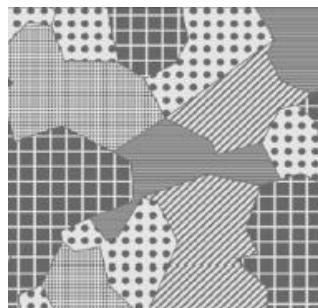


Figura 33. Combinación del tipo de implantación superficial con la variable visual textura. Fuente: Zúñiga, 2013.

Superficial / Color (*Vid. Figura 34*): muestra una elevada capacidad de comunicación puesto que el resultado tiene un importante impacto visual. La composición debe estar equilibrada buscando una presentación estéticamente agradable. Su aplicación directa roza el límite de la corrección puesto que no es posible relacionar la variable temática con la superficie de la entidad.

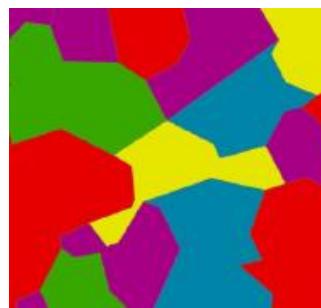


Figura 34. Combinación del tipo de implantación superficial con la variable visual color. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Superficial / Valor (*Vid. Figura 35*): es la mejor opción para explotar las potencialidades del valor debido a que la superficie suele ser más extensa que en el caso de puntos y líneas.

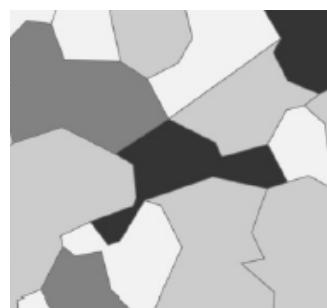


Figura 35. Combinación del tipo de implantación superficial con la variable visual valor. Fuente: Zúñiga, 2013.

Es importante comentar que, pese a las posibles combinaciones vistas en líneas precedentes, es habitual en cartografía que varias variables visuales pueden ser utilizadas simultáneamente para representar una o varias variables reales. Esto hecho puede suceder bajo dos concepciones distintas: combinación y superposición.

En el caso de la combinación, más de una variable visual es utilizada para la codificación de tan sólo una variable real. El caso más común es el empleo del color y el valor conjuntamente, lo cual se denomina tono (*Vid. Figura 36*). En la figura 37 se muestra un ejemplo de la utilización del tono en un mapa. Si se observa en detalle la leyenda (*Vid. Figura 38*) se nota que ésta comienza (parte superior)

con amarillos poco saturados y termina con rojos saturados (parte inferior) lo que evidencia que se ha producido una gradación (menor porcentaje de gris al principio y mayor al final; valor) simultáneamente a un cambio de color. Por lo tanto, ambas variables (color y valor) han sido utilizadas para expresar una única variable real (densidad de población).

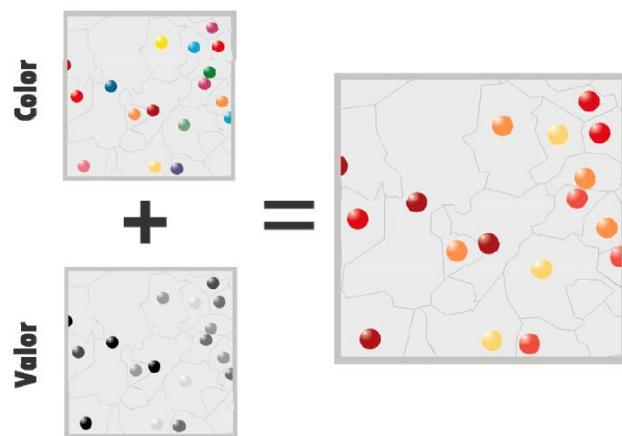


Figura 36. Combinación de las variables visuales valor y color que da como resultado el tono.

Fuente: Zúñiga, 2009.



Figura 37. Mapa de densidad de población en el que se utiliza el tono (combinación de color y valor) como variable visual principal. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

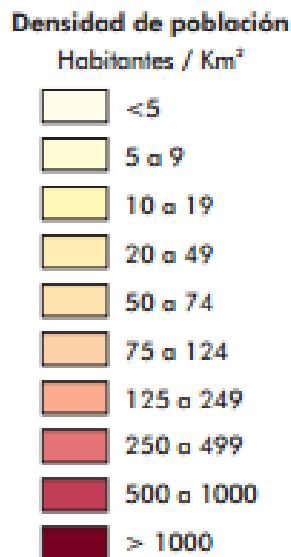


Figura 38. Vista en detalle de la leyenda del mapa de la figura 37. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

La superposición, sin embargo, se refiere al uso simultáneo de dos o más variables visuales en un mapa, cada una de las cuales refleja las variaciones o características de una variable real. En el siguiente ejemplo (*Vid. Figura 39*), la variable visual tono representa la variable real porcentaje de población extranjera mientras que la variable real población total es representada por la variable visual tamaño.

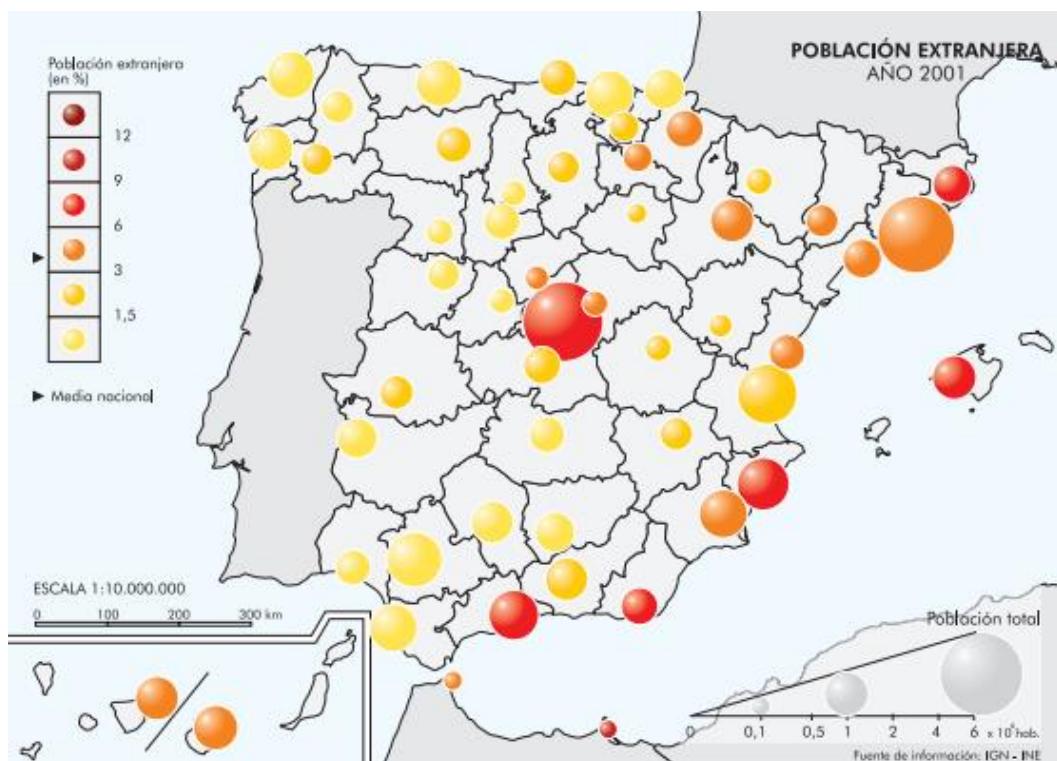


Figura 39. Mapa de población extranjera que emplea dos variables visuales para representar dos variables reales (superposición). Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

La leyenda, definida como la relación ordenada de símbolos gráficos y alfanuméricos en la que se exponen de forma individual cada uno de los instrumentos de codificación cartográfica utilizados en el mapa, es el tercero de los puntos a considerar en la secuencia de decisiones tras elegir el tipo de implantación y las variables visuales a utilizar.

Todos los mapas, a no ser que se trate de mapas muy sencillos autoexplicativos, deben de tener leyenda. La construcción de las leyendas consiste en discretizar, en primer lugar las magnitudes del fenómeno geográfico (variable real) y, en segundo lugar la variable visual (Vid. Figura 40).

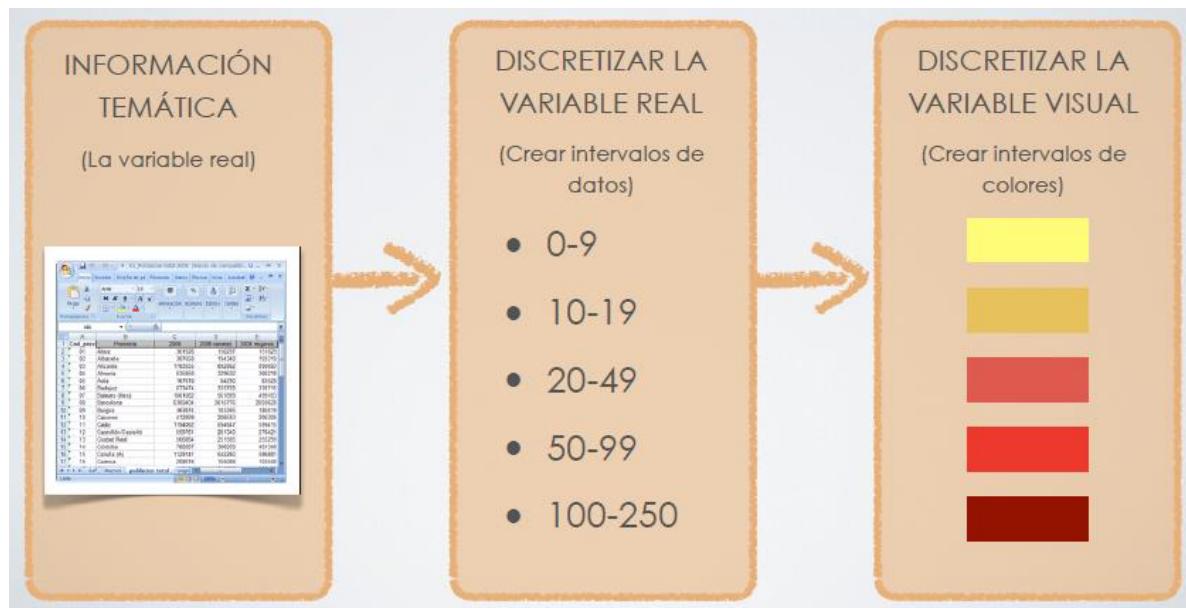


Figura 40. Esquema de construcción de la leyenda. Fuente: Zúñiga, 2013.

A la hora de discretizar la variable real hay que tener en cuenta aspectos como el propósito del mapa, la base espacial o las características de la propia variable real, pero sin lugar a duda, la cuestión más importante a considerar es la distribución de los datos (normal, asimétrica, etc.).

Los sistemas de discretización existentes son variados: arbitrarios, exógenos, matemáticas, estadísticos, gráficos o personalizados. En función, nuevamente de aspectos como el propósito del mapa o la distribución de los datos, se optará por utilizar un sistema u otro.

Los principales tipos de leyenda se exponen a continuación:

- Cualitativas: representan a través de distintos colores diferentes categorías que no están ordenadas. Los colores tienen que mostrar la misma intensidad (Vid. Figura 41).

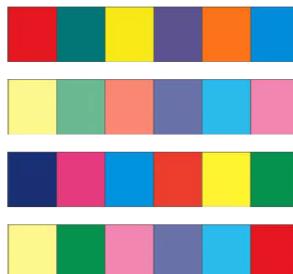


Figura 41. Ejemplos de leyendas cualitativas. Fuente: Zúñiga, 2009.

- Secuenciales: transmiten jerarquía. Los valores más elevados corresponden a los tonos más oscuros y los más bajos a los más claros (Vid. Figura 42).

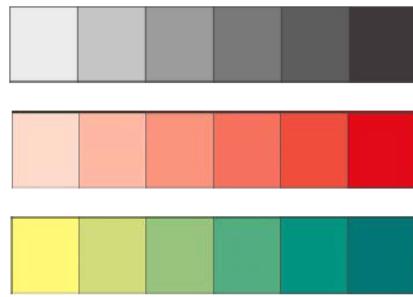


Figura 42. Ejemplos de leyendas secuenciales. Fuente: Zúñiga, 2009.

- Divergentes: permiten enfatizar un valor medio que se considera crítico y que se representa por un color compartido entre dos tonos; a partir del mismo se trata de establecer dos secuencias divergentes que son paralelas en valor pero contrapuestas en color (*Vid. Figura 43*).

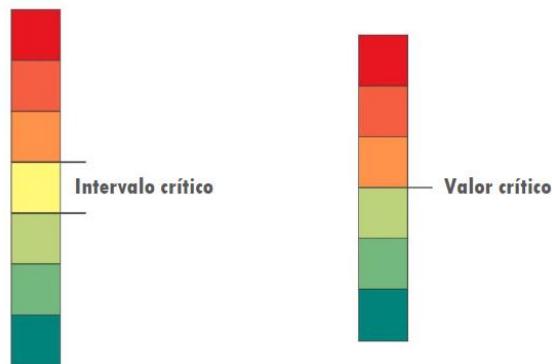


Figura 43. Ejemplos de leyendas divergentes. Fuente: Zúñiga, 2009.

- Espectrales: son gamas de colores que recogen los tonos del espectro visible. Este tipo de leyendas no son muy utilizadas porque su lectura no es intuitiva al utilizar una amplia gama de valores (*Vid. Figura 44*).



Figura 44. Ejemplo de leyenda espectral. Fuente: Zúñiga, 2013.

- Doble entrada: se pueden cartografiar dos variables mediante una combinación lógica que mezcla colores y valores (*Vid. Figura 45*).

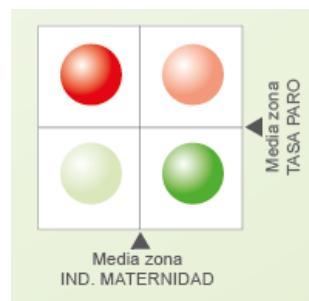


Figura 45. Ejemplo de leyenda de doble entrada. Fuente: Elaboración propia.

Otro de los aspectos a considerar en la fase de diseño es el relacionado con la objetividad o subjetividad de la cartografía. En este sentido se encontrarían dos enfoques principalmente: el semiótico y el semiológico. El enfoque semiótico representa la información de una manera objetiva otorgando mayor importancia a las entidades en las que los valores de la variable real son mayores potenciando la visibilidad de los mismos ya sea con tamaños superiores o colores más saturados. Este tipo de enfoque suele utilizar gamas cálidas de color para la caracterización de los datos más elevados de una variable ya que centra la atención sobre lo que objetivamente es más significativo. Por el contrario, el enfoque semiológico representa la información de una manera subjetiva según la visión de la realidad del autor.

4.1.2. Elaboración

Implementación

Finalizada la fase de diseño en las que se ha identificado el proyecto (mensaje, usuario final, soporte), los componentes de la cartografía (base espacial e información temática), el código cartográfico (tipo de información y escala de medida, tipo de implantación, variable visual, tipo de leyenda) y se ha decidido si la cartografía tendrá un enfoque semiótico o semiológico llega el momento de aplicar toda esta colección de información y decisiones en la denominada fase de implementación.

La utilización de software SIG para la elaboración de cartografía brinda la posibilidad de utilizar los módulos de simbolización automática que agrupa los mapas en las siguientes categorías principalmente:

- Mapas de categorías: la codificación de datos de carácter cualitativo da como resultado los mapas categorizados, en los que cada clase se representa por un símbolo individual ya sea por color, forma, textura, etc.
- Mapas de cantidades: en general estos mapas hacen referencia a mapas de coropletas, lo que en el sistema gráfico explicado serían mapas codificados mediante la variable visual valor sobre implantación superficial. Como ya se ha señalado anteriormente, es importante comentar su aplicación directa está en el límite de la corrección porque suele hacerse una lectura incorrecta cuando se aplica directamente la información temática sobre una superficie poligonal.
- Mapas de símbolos graduados o proporcionales: este tipo de cartografía corresponde con la gradación de los elementos en base a la variable visual tamaño.
- Mapas de múltiples atributos: este módulo de simbolización es necesario cuando se emplea la superposición.

Presentación final

La presentación final es una fase clave en el proceso cartográfico ya que una inadecuada presentación puede dar al traste con todo el trabajo realizado en etapas precedentes. Esta fase sirve para organizar el material gráfico de manera coherente facilitando así la comunicación, dirigiendo la atención del lector y enfatizando el objetivo del mapa.

El material gráfico se organiza en los siguientes elementos: marco de trabajo, área cartografiada, mapa auxiliar a la lectura, título y subtítulo, leyenda, escala, orientación, fuentes de información y otros elementos como textos explicativos, nombres de lugares, gráficos o fotografías (*Vid. Figura 46*).

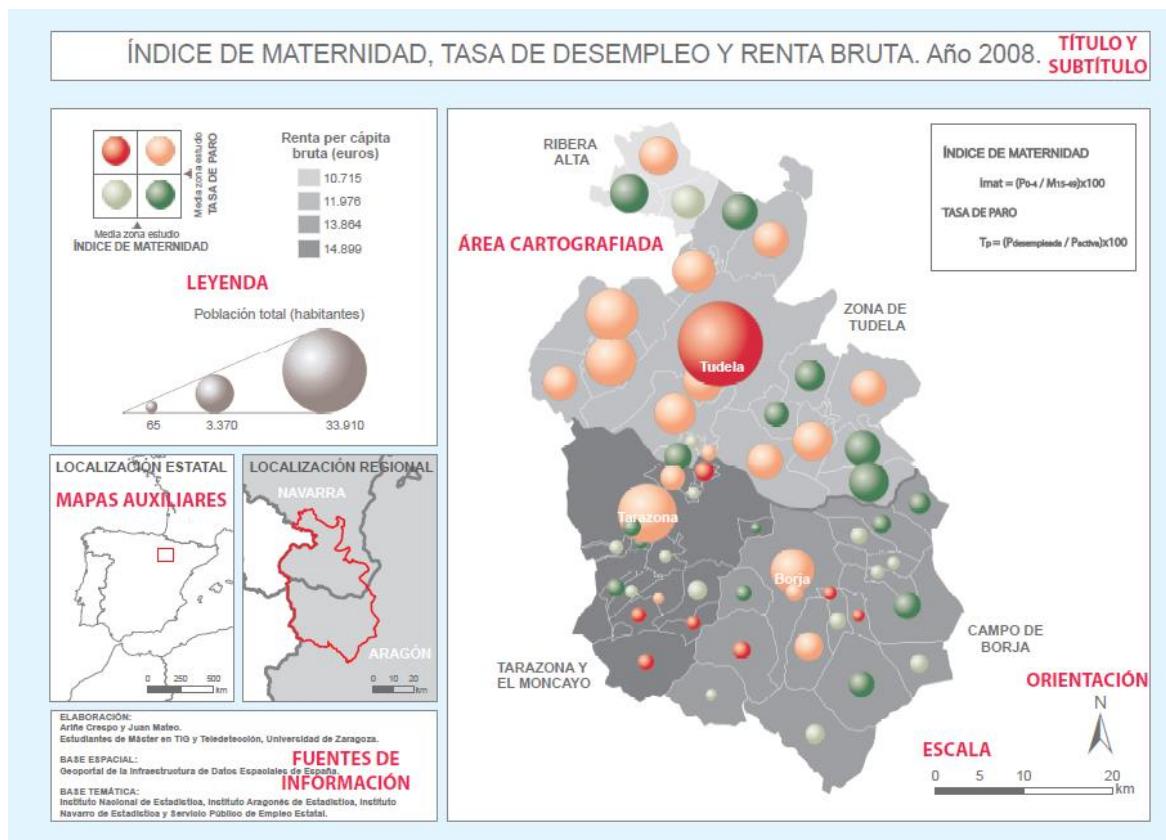


Figura 46. Principales elementos de un mapa. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 46 no todos los elementos mencionados en el párrafo anterior se han representado en el mapa ya que no todos son de uso obligatorio. Algunos elementos, como por ejemplo la leyenda, la escala, el título o las fuentes de información, si deben aparecer en cualquier cartografía para que ésta sea considerada como tal. Sin embargo, otros elementos podrían considerarse como “optativos” en función del tipo de mapa o el público objetivo. Ejemplo de estos elementos serían las fotografías, gráficos o los textos explicativos.

Así mismo, también es importante establecer una jerarquía entre los elementos (Slocum *et al.*, 2005) del mapa ya que el lector se fijará en primer término en aquellos elementos que el autor haya destacado mediante el uso de colores, la posición en el mapa o el tamaño. Aunque esta jerarquía es un aspecto donde el autor puede imprimir cierta subjetividad al mapa generalmente la importancia de los elementos suele ser la siguiente:

1. Codificación temática
2. Títulos, subtítulos y leyenda
3. Base espacial
4. Fuente de información
5. Escala y orientación
6. Resto de elementos

La presentación final será generalmente la última etapa en la que intervenga el cartógrafo ya que la impresión y/o publicación dependerá, en numerosas ocasiones, de otros profesionales.

II. DESARROLLO ANALÍTICO

5. ANÁLISIS CARTOGRÁFICO Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL ATLAS DE MORBILIDAD DE ARAGÓN

En este quinto apartado se realiza el análisis del diseño cartográfico recogido en el Atlas de Morbilidad de Aragón siguiendo la metodología descrita en el apartado cuarto. Al mismo tiempo se proponen mejoras en aquellos puntos donde se considera conveniente.

5.1. Identificación del proyecto

1. Identificar el mensaje: según se especifica en la introducción del Atlas el objetivo “*es valorar el estado de salud en Aragón e identificar las ZBS con mayor riesgo a través de la recogida sistemática y análisis actualizado de los indicadores de salud*”. Si se analiza en detalle este objetivo el hecho de *valorar “el estado de salud en Aragón”* teniendo en cuenta tan sólo siete enfermedades recogidas en el código CIAP (de las cientos de existentes) no es posible.

Propuesta de mejora: Sería interesante tener en cuenta otras muchas enfermedades, como distintos tipos de cáncer o enfermedades neuronales por citar algunos ejemplos, si se quiere hablar de “*estado de salud en Aragón*” o modificar el enunciado del objetivo y hablar de “*grado de afectación de algunas enfermedades en Aragón*”.

2. Identificar el usuario final: la utilización de mapas que emplean la implantación superficial y la variable visual color (generalmente sencillos de comprender) parece indicar que la cartografía representada en el Atlas está dirigida a un público general si bien son necesarios unos conocimientos mínimos de estadística para comprender cómo se ha discretizado la variable real y qué es lo que realmente se está representado en la cartografía. A su vez, se puede deducir por la introducción y el objetivo del Atlas que esta cartografía ha sido elaborada para que los técnicos sanitarios tengan información con la que poder trabajar para disminuir la afección de algunas enfermedades en zonas concretas de Aragón. Por este motivo parece que el usuario final es también un público especializado, no quedando claro por tanto, si el usuario final es un público general o especializado.

Propuesta de mejora: elaborar dos tipos de cartografía distintos; una para un público especializado (más orientada a la toma de decisión) y otra, más sencilla de comprender, para un público general (considerando como tal a la ciudadanía).

3. Identificar el soporte: el Atlas está disponible para su descarga en Internet en formato pdf. Los mapas pueden imprimirse directamente desde los archivos pdf pero no existe una edición impresa con una estética cuidada o un visor cartográfico que facilite la visualización de la cartografía en un formato digital.

Propuestas de mejora:

- Generar dos versiones impresas en formato A2 y A3 para la cartografía destinada a un público especialista. Esta cartografía puede ser posteriormente distribuida entre los profesionales de la salud que traten las enfermedades recogidas en el Atlas o profesionales de la salud en general.
- Generar un visor cartográfico para la cartografía más sencilla que pueda estar disponible en la página web del Gobierno de Aragón y accesible para cualquier ciudadano.

4. Limitaciones y condicionantes técnicos: por el aspecto final de la cartografía se puede deducir que no ha existido un post-proceso infográfico para mejorar la estética de los mapas. Esto puede haberse debido a la falta de tiempo por parte de los profesionales que han elaborado el Atlas o de no disponer de los programas (limitaciones económicas del proyecto) o los conocimientos para trabajar con infografía.

Propuesta de mejora: realizar un post-proceso infográfico de la cartografía, cuidando minuciosamente aspectos como el diseño del color o la disposición de los elementos para que el resultado visual final sea óptimo.

5.2. Componentes de la cartografía

La base espacial es de tipo vectorial y el grado da agregación son las Zonas Básicas de Salud las cuales agrupan los distintos municipios, entidades locales menores u otras zonas como distritos censales o barrios (el caso de Huesca, Teruel y Zaragoza) de Aragón en distintas áreas en función de dónde reciben la atención sanitaria primaria sus ciudadanos (*Vid. Figura 47.*)



Figura 47. Zonas Básicas de Salud en Aragón (izquierda) y Zaragoza (derecha). Fuente: Universidad de Zaragoza (Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio), Gobierno de Aragón y reelaboración propia.

Se trata de una base espacial vectorial modelizada por superficies la cual utiliza el datum ETRS 1989 con una proyección cilíndrica UTM para la zona 30. La escala de trabajo no está especificada.

El grado de agregación son las Zonas Básicas de Salud. Se pueden encontrar grandes diferencias de tamaño entre unas zonas y otras. Por ejemplo, la ZBS más pequeña correspondiente a San José Norte tiene una superficie de tan sólo 0,4 km² mientras que la más extensa (Huesca Rural) ocupa una superficie de 1.257,6 km². Es decir, la entidad más grande es 3.146 veces más extensa que la más pequeña.

Respecto a la información temática comentar que el Atlas de Morbilidad de Aragón trabaja con información derivada; las razones estandarizadas de morbilidad (REM) representadas en cada uno de los mapas han sido calculadas mediante una fórmula matemática (REM = (casos observados / casos esperados) * 100) por lo que la información no ha sido obtenida directamente del territorio.

Propuestas de mejora:

- Revisar la base espacial y modificar algunas fronteras de las ZBS (concretamente los de las zonas urbanas) para que coincidan exactamente con los límites de las manzanas, calles o edificios.
- Definir una escala de trabajo para los mapas de Aragón y otra para las tres capitales de provincia que permita distinguir bien todas las ZBS.
- En la cartografía destinada a un público especialista se añaden dos nuevas variables temáticas: nº de habitantes (información fundamental) y edad media (información derivada).

5.3. Código cartográfico

La información es cuantitativa y emplea la escala de medida de razón. El tipo de implantación es superficial y la variable visual es el color. Como ya se comentó en el apartado 4.1.1., la aplicación directa de la combinación *implantación superficial + variable visual color* roza el límite de la corrección puesto que no es posible relacionar la variable temática con la superficie de la entidad. Sin embargo, esta combinación se utiliza con frecuencia en cartografía porque tiene una elevada capacidad de comunicación.

Para la construcción de la leyenda se discretizó la variable real REM según criterios matemáticos creándose tres grupos:

Grupo 1. Representado en color verde: REM con IC 95% superior < a 100; los casos observados son inferiores a los esperados.

Grupo 2. Representado en color amarillo: REM con IC 95%, superior e inferior, que incluye a 100; los casos observados son iguales a los esperados.

Grupo 3. Representado en color naranja: REM con IC 95% inferior > a 100; los casos observados son mayores a los esperados.

El tipo de leyenda utilizado, aunque apenas se aprecia por el reducido número de intervalos, es divergente (*Vid. Figura 43*). El color amarillo representa el intervalo crítico a partir del cual los valores superiores indican una ocurrencia de casos de la enfermedad superior a la esperada (*Vid. Figura 48*).

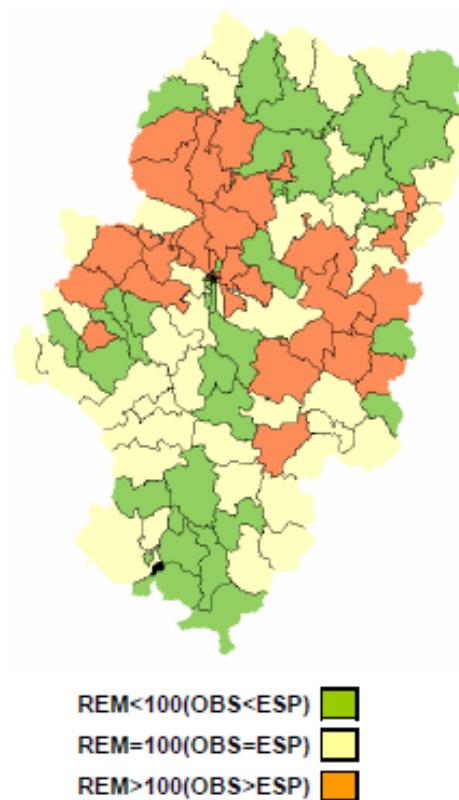


Figura 48. REM por ZBS para la hipertensión arterial. Fuente: Atlas de Morbilidad de Aragón.

El enfoque de la cartografía es semiológico. Utiliza el color verde para representar las zonas donde las enfermedades tienen menor incidencia y el naranja-rojo para indicar en qué lugares la incidencia es mayor. El uso de estos colores recuerda a los empleados en los semáforos y, por ese motivo, culturalmente se asocia el verde a *lo bueno* y el rojo a *lo malo*. Los autores del Atlas han otorgado cierta subjetividad a los mapas con este diseño de color.

Propuestas de mejora:

- Emplear la superposición (dos variables reales representadas por dos variables visuales) para visualizar la REM en puntos en los cuales también se representará el nº de habitantes. De esta manera se evita el uso de *implantación superficial + variable visual color* en la cartografía destinada a un público especialista además de introducir nueva información útil para esta cartografía (nº de habitantes). En el visor cartográfico se mantendrá la *implantación superficial + variable visual color* ya que como es una cartografía destinada a un público general es más sencilla de comprender.
- Utilizar el valor o el tono como variable visual para la variable real REM. De esta manera se evita emplear el color como variable visual por la subjetividad que ello puede acarrear si se emplean combinaciones de algunos colores en un mismo mapa (e.g. verde y rojo).

En la tabla 1 se compara el código cartográfico del Atlas original frente a las nuevas propuestas de Atlas analógico y digital.

		SECUENCIA DE ANÁLISIS				SECUENCIA DE DECISIÓN			
		Naturaleza de la información	Escala de medida	Tipo de implantación	Variable visual	Sist. Discretización leyenda			Enfoque
Analógico	Original	REM	Cuantitativa	Razón	Superficial	Color	Matemático	Divergente	Semiológico
	REM	REM	Cuantitativa	Razón	Puntual	Valor y tono	Matemático	Secuencial	
	Nº habitantes		Cuantitativa	Razón	Puntual	Tamario		Símbolos proporcionales	Semiológico
	Edad media		Cuantitativa	Razón	Superficial	Valor	Gráfico (Rupturas naturales)	Secuencial	
Digital	REM		Cuantitativa	Razón	Superficial	Valor y tono	Matemático	Secuencial	Semiológico

Tabla 1. Código cartográfico de los distintos Atlas. Fuente: elaboración propia.

5.4. Aspecto del Atlas de Morbilidad original

En las figuras 49, 50 y 51 se muestra cual es el aspecto de uno de los informes del Atlas de Morbilidad de Aragón.

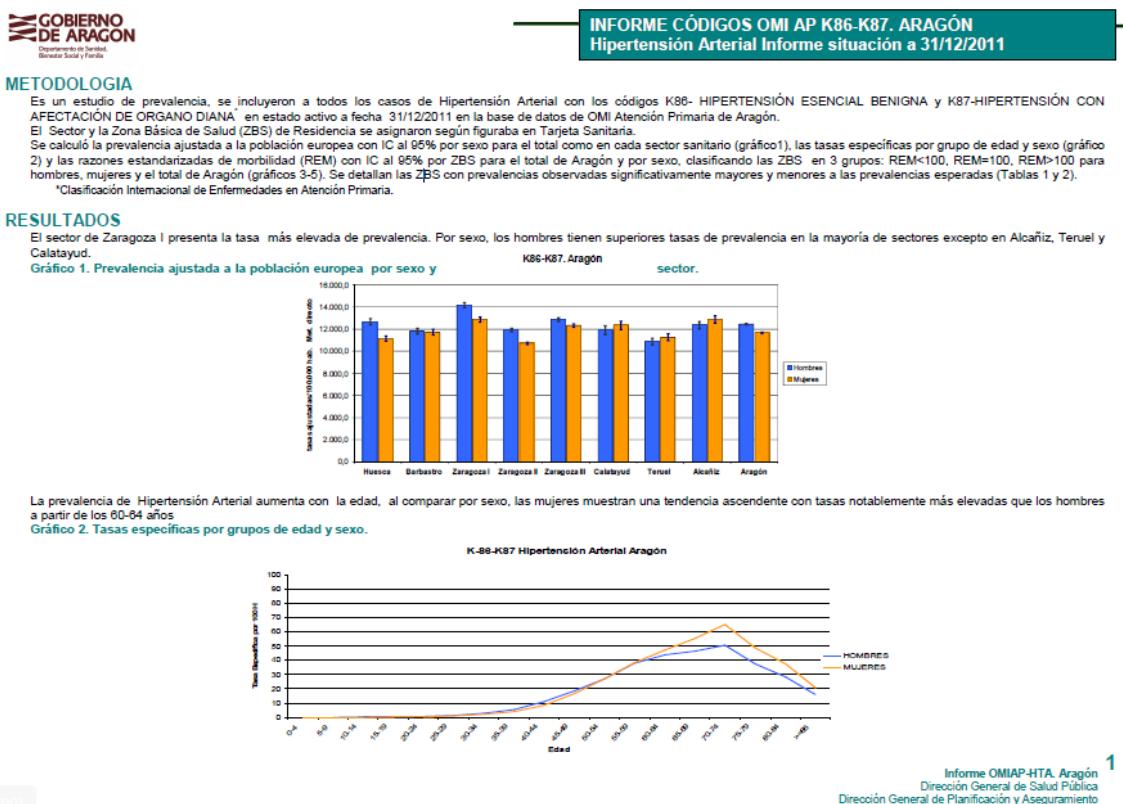


Figura 49. Página 1 del informe de Hipertensión Arterial. Metodología y resultados.
Fuente: Atlas de Morbilidad de Aragón.

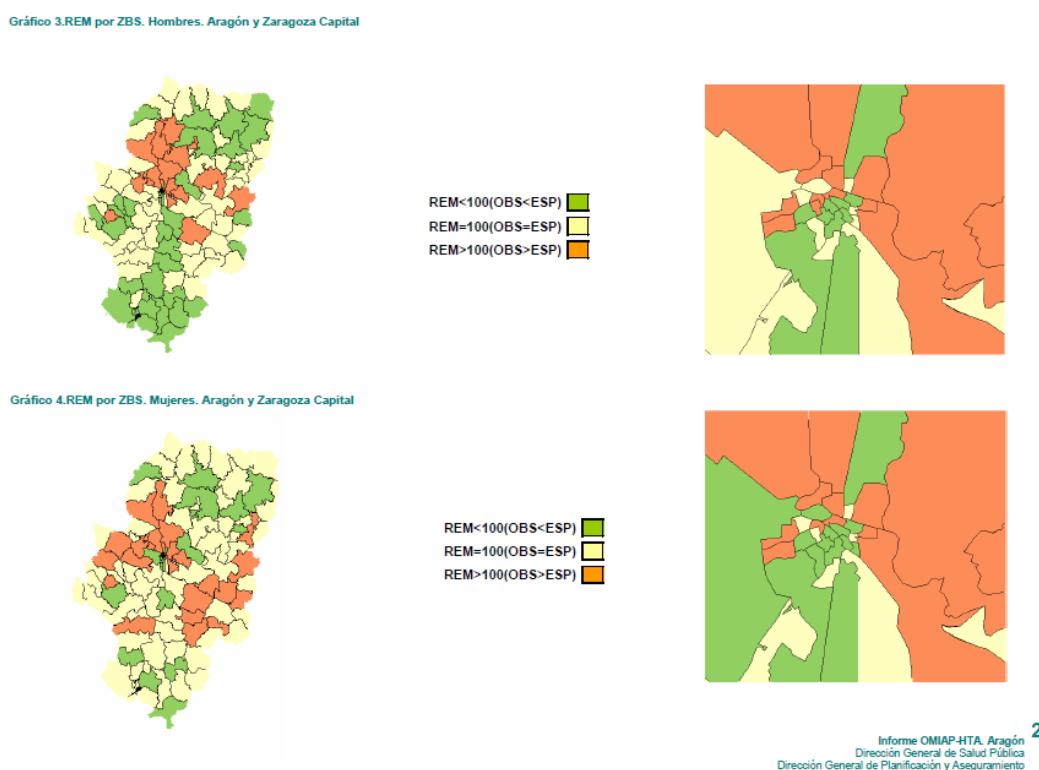


Figura 50. Página 2 del informe de Hipertensión Arterial. Mapas de morbilidad en Aragón para hombres (arriba) y mujeres (abajo); en detalle la ciudad de Zaragoza (derecha). Fuente: Atlas de Morbilidad de Aragón.

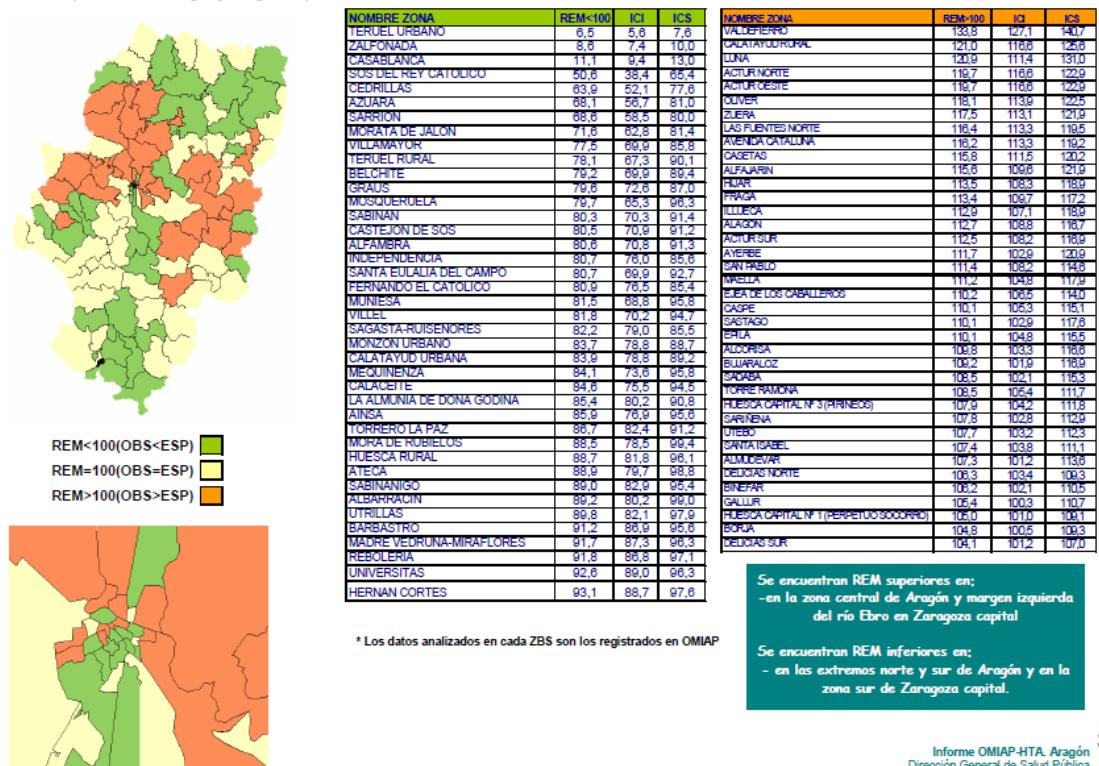


Figura 51. Página 3 del informe de Hipertensión Arterial. Mapa de morbilidad para el total de la población en Aragón (arriba) y en detalle la ciudad de Zaragoza (abajo). Tablas con las ZBS cuyos valores REM para esta enfermedad son inferiores a 100 (izquierda) y superiores (derecha).

5.5. Aspecto de la nueva propuesta cartográfica (formato A3)

En relación a las figuras expuestas el apartado 5.4. *Aspecto del Atlas de Morbilidad original*, a continuación se realizan propuestas de mejora cuyos resultados pueden verse en este mismo apartado y siguiente (5.6. *Aspecto de la nueva propuesta cartográfica (formato A2)*):

Propuestas de mejora:

- Mantener la información que aparece en la figura 49 (textos y gráficos) pero modificar el color de los gráficos. El color de éstos será el mismo que se utilice para las REM > 100 y REM = 100 en los mapas. Para cada enfermedad se utilizará una gama de colores distinta (verdes, azules, rojos, morados, etc.) Estos mismos colores serán utilizados también en el visor cartográfico. El objetivo es conseguir una armonía en el Atlas a través del uso de colores y que cada enfermedad se asocie a una gama de colores distinta.
- El color negro de todos los textos (también los del área cartografiada) será sustituido por un gris (R 77 G 77 B 77) para rebajar su intensidad. Es importante que los elementos auxiliares como los textos no destaque más que los propios mapas, auténticos protagonistas del Atlas.
- En los mapas, además de las modificaciones comentadas en los apartados anteriores de “Propuestas de mejora” (e.g. añadir nuevas variables, emplear la superposición, etc.), se incluirá el límite de los ocho Sectores de Salud que permitirá comprender mejor la información recogida en los gráficos 1 (Prevalencia ajustada a la población europea por sexo y sector). Además, en la página 2 del Atlas se incluirá un mapa de Aragón y de las capitales de provincia donde se especifique donde está ubicada cada ZBS y Sector (Vid. Figura 53).
- Incluir algunos elementos importantes inexistentes en el Atlas actual. Estos son la escala gráfica (una para Aragón y otra para los capitales de provincia), un símbolo de orientación y las fuentes de información (tanto de la base espacial como de la información temática).

Además, la leyenda será debidamente delimitada y reubicada en una posición más adecuada en el mapa.

- Se eliminan las tablas con los datos de REM de las ZBS con $REM < 100$ y $REM > 100$. Se considera que esta información puede ser recogida en los anexos del Atlas junto con las ZBS con $REM = 100$ (no expuestas en estas tablas). Como se aprecia en la figura 51, las tablas ocupan más espacio que los propios mapas otorgándoles una mayor importancia frente a éstos. Como se ha comentado anteriormente, los mapas deben ser los elementos más destacados del Atlas por lo que sería aconsejable que esta información se proporcionase en los anexos y no junto a la cartografía.
- Se añaden mapas de valoración del estado de salud, que no existían en el Atlas y que tienen en cuenta los valores medios alcanzados de REM de las enfermedades analizadas.

A continuación, en las figuras 52, 53, 54 y 55 se muestran las dos primeras páginas de la nueva propuesta y otras dos páginas (7 y 8) de uno de los informes de ese mismo Atlas:

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Familia, desde la Dirección General de Salud Pública, Sección de Información e Investigación Sanitaria, del Gobierno de Aragón presenta el primer informe a partir de una base de datos administrativa que puede permitir observar la salud en Aragón, el OMIA-AP, midiendo en esta primera etapa la prevalencia y la distribución geográfica de los principales indicadores, para identificar el nivel de riesgo o estado de salud de cada Zona Básica de Salud (ZBS) y planificar las estrategias pertinentes.

El objetivo de este proyecto es valorar el grado de afectación de algunas enfermedades en Aragón e identificar las ZBS con mayor riesgo a través de la recogida sistemática y análisis actualizado de los indicadores de salud.

METODOLOGÍA

Fuente de información

Base de datos de Atención Primaria: OMIA-AP.

Tipo de estudio

Descriptivo de prevalencia.

Selección de los casos

Se incluyeron todos los registros recogidos en la base de datos de OMIA-AP hasta el 31/12/2011 con el código seleccionado de la Clasificación Internacional de enfermedades de Atención Primaria- CIAP.

A partir de los registros, se identificaron usuarios, es decir se eliminaron registros duplicados por nombre de paciente, código CIA o por código CIP (códigos únicos para cada paciente).

Criteria de exclusión

Se eliminaron los registros duplicados, los usuarios que se encontraban en estado No Activo (fallecidos o situación desconocida) a fecha 31/12/2011, aquellos que no contenían datos de zona de residencia o en los que en la descripción libre se evidencia una incongruencia con el código asignado.

Variables analizadas

Socio-demográficas:

- Edad: edad en años de los usuarios, calculada a fecha del 31/12/2011 y edad media.

- Sexo.

- Población: nº de habitantes.

Geográficas:

- El Sector Sanitario de residencia (Huesca, Barbastro, Zaragoza I, Zaragoza II, Zaragoza III, Calatayud, Teruel y Alcañiz).

- La ZBS de residencia (125).

Ambas se asignaron según figuraba en Tarjeta Sanitaria.

Los programas utilizados fueron: Excel, R versión 2.9.2.

ATLÁS DE MORBILIDAD

Para cada uno de los códigos CIAP seleccionados se realizó el siguiente análisis:

Prevalencia

Se calcularon las tasas de prevalencia crudas y ajustadas a la población europea por grupo de edad y sexo, con Intervalo de Confianza (IC) al 95%, para el total de Aragón y por cada sector sanitario.

Se expresan como número de casos por 100.000 habitantes o por 100 habitantes.

La población de referencia para los cálculos fue la consignada según tarjeta sanitaria del año 2010.

Se representan además, las tasas específicas de prevalencia por grupo de edad y sexo.

Ánalisis geográfico: mapas

Se calcularon las razones estandarizadas de morbilidad (REM)¹ con IC al 95% para cada una de las 125 ZBS.

Las REM se representaron geográficamente en un mapa por ZBS de los datos para el total de Aragón y por sexo.

Se señala que el mapa utilizado para la representación de las ZBS consta de 125 ZBS.

Las ZBS se clasificaron en 3 grupos, según los valores de los IC al 95%:

1. REM < 100 (REM con IC al 95% < 100).
2. REM = 100/REM que no cumplen criterios del grupo 1 o del grupo 3).
3. REM > 100 (REM con IC al 95% > 100).

Para el estudio de las capitales de provincia se presenta un gráfico ampliado.

1. REM (Observadas/Deberían) *100. Los casos expresados se calculan a partir del total de casos en Aragón.

IC: intervalo de confianza al 95%.

IC5: intervalo de confianza inferior.

INFORMES

OMIAPKB6-K87 - Hipertensión Arterial	-----	pág. 3-4
OMIAPP17 - Tabaquismo	-----	pág. 5-6
OMIAPT82 - Obesidad	-----	pág. 7-8
OMIAPT90 - Diabetes Mellitus II	-----	pág. 9-10
OMIAPT93 - Discapacitantes	-----	pág. 11-12
OMIAP228 - Incapacidad y Minusvalía Social	-----	pág. 13-14
Valoración total del estado de salud	-----	pág. 15-16

ÍNDICE

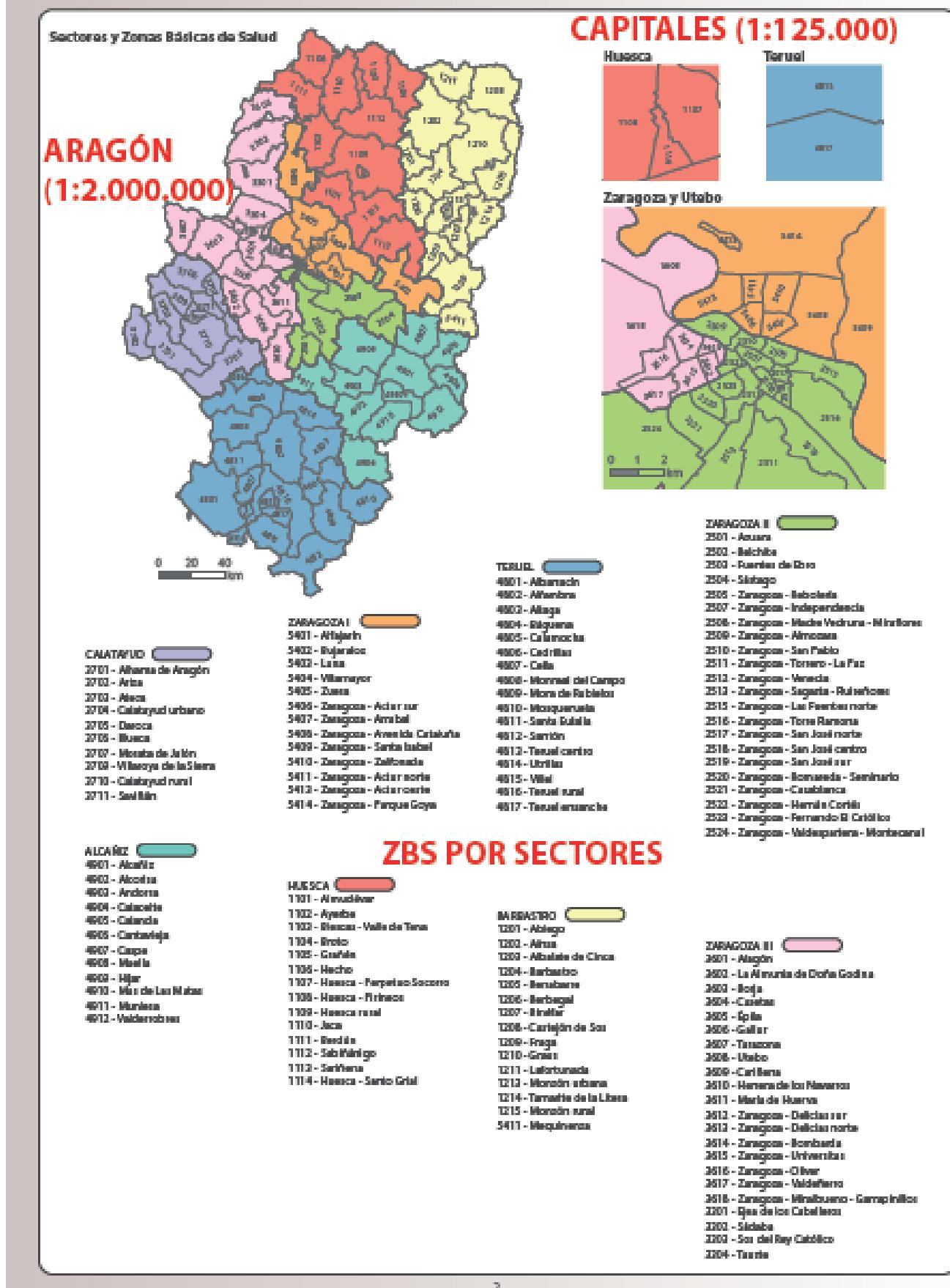


Figura 53. Página 2 de la nueva propuesta cartográfica: ZBS y Sectores. Fuente: elaboración propia.

METODOLOGÍA

Se han seleccionado todos los pacientes de Aragón, con código T82 (Obesidad) de la Clasificación Internacional de Enfermedades de Atención Primaria, en estado Activo en la Base de Datos de Usurios, hasta el 31/12/2011. En este informe se ha representado la edad de los casos a 31/12/2011.

Se han asignado a Sector y Zona Básica de Salud (ZBS) de Residencia según la Tarjeta Sanitaria. Se han calculado la prevalencia ajustada a la población europea por sector y sus intervalos de Confianza al 95% (Gráfico 1), tasas específicas por grupo de edad y sexo (Gráfico 2) y las Razones Estandarizadas de Mortalidad por ZBS y sexo (REM) ajustada por método indirecto: Casos observados / Casos esperados y sus intervalos de confianza al 95%. Se han clasificado los ZBS en 3 grupos: REM<100 (casos observados < casos esperados), REM=100 (casos esperados = casos observados), REM>100 (casos observados > casos esperados). (Mapa 1-3).

RESULTADOS
Resultados: comentarios gráficos

Se observan diferencias de la prevalencia entre todos los sectores, con un rango de tasa del 38% a 7%. Los sectores de Zaragoza I, Huesca y Zaragoza II presentan las tasas significativamente más elevadas de Aragón. Todos los sectores tienen tasas superiores en las mujeres entre 1 y 20% respecto a la tasa total en mujeres del 6% y en hombres del 4% (ver Gráfico 1). La tasa de pacientes con código T82 aumenta conforme aumenta la edad. Entre 15 y 19 años comienza a ser más elevada en mujeres, manteniéndose en todos los grupos de edad. A partir de los 60 hasta los 84 años llega a tener una diferencia constante de 5% más casos de obesidad en las mujeres (ver Gráfico 2).

Gráfico 1. Prevalencia ajustada método directo por sexo y sector.

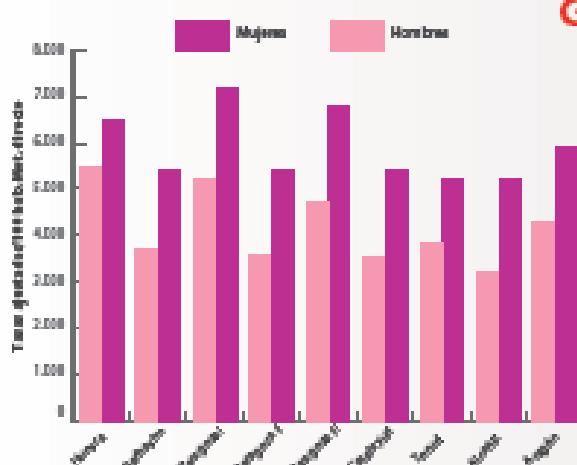
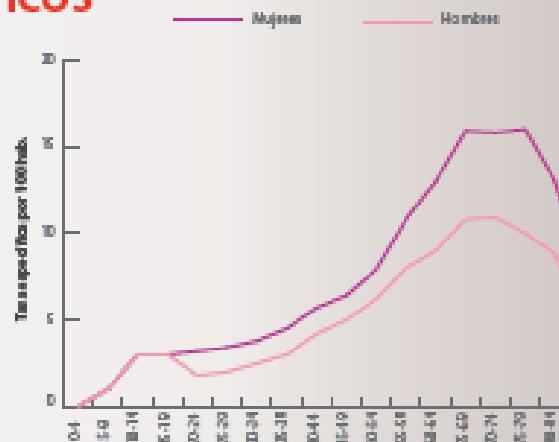


Gráfico 2. Tasas específicas por grupos de edad y sexo.

GRÁFICOS

Resultados: comentarios mapa 1

Como se observa en el Mapa 1 se encuentran REM superiores en las 225 periféricas de Zaragoza Capital. Por el contrario, se encuentran REM inferiores en las 225 del centro de Zaragoza ciudad, sur de Aragón y algunas 225 del norte de Aragón.

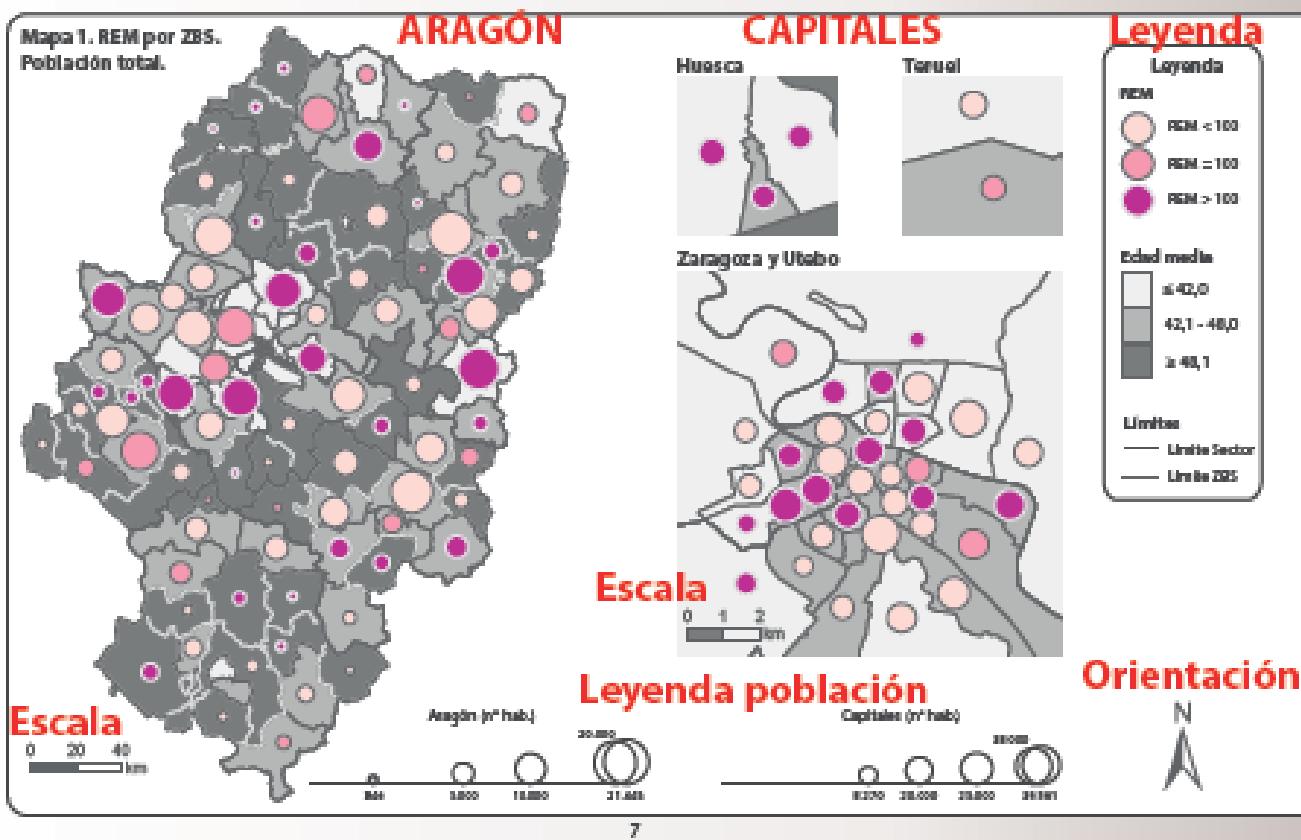
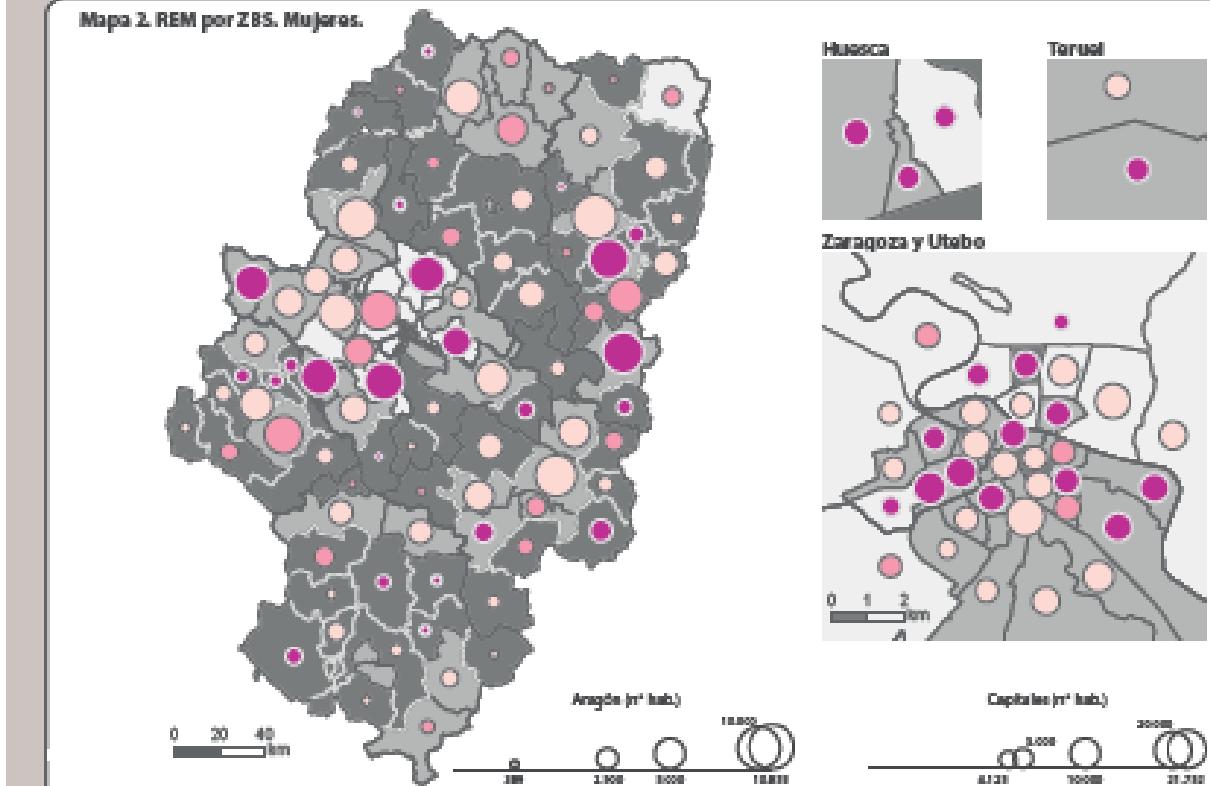
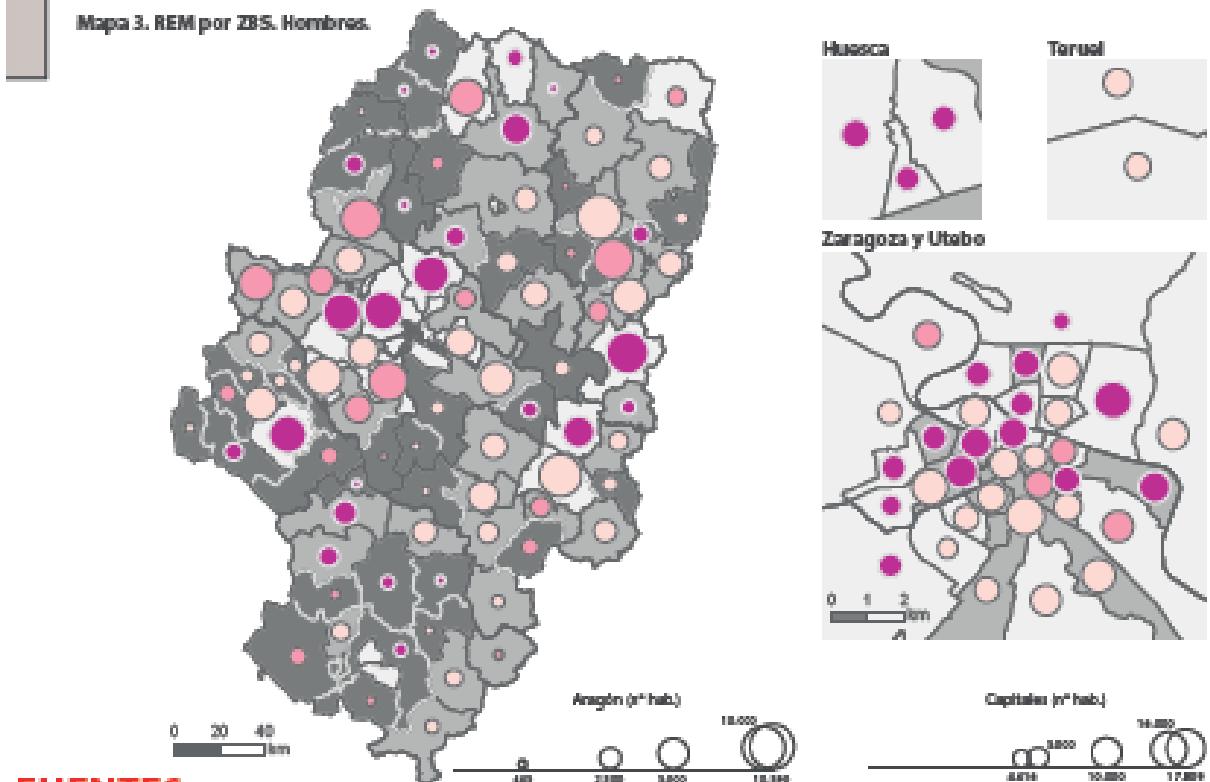


Figura 54. Página 7 de la nueva propuesta cartográfica. Primera página del Informe de Obesidad. Fuente: elaboración propia.

Mapa 2. REM por ZBS. Mujeres.



Mapa 3. REM por ZBS. Hombres.



FUENTES

Elaboración: Juan Matos Fernández, Zaragoza, 2011. / Base cartográfica: Universidad de Zaragoza (Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio), Gobierno de Aragón y elaboración propia. / Ilustración: Gobierno de Aragón (Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Familia).

Figura 55. Página 8 de la nueva propuesta cartográfica. Segunda página del Informe de Obesidad.
Fuente: elaboración propia.

Explicación de los elementos del Atlas y su disposición:

Es importante comentar, antes de analizar cada uno de los elementos, que en la nueva propuesta cartográfica de Atlas en formato A3 los informes de las enfermedades analizadas ocupan dos páginas; al abrir el libro por cualquiera de sus páginas, en el lado izquierdo quedan las páginas impares con la metodología, los resultados, los gráficos y el mapa de población total (*Vid. Figura 54*) y en la derecha se encuentran las páginas pares con los otros dos mapas: mujeres y hombres (*Vid. Figura 55*). El motivo de esta disposición es facilitar la comparación de los tres mapas entre sí y de éstos con los gráficos al estar dispuestos en un mismo campo de visión (*Vid. Figura 56*).

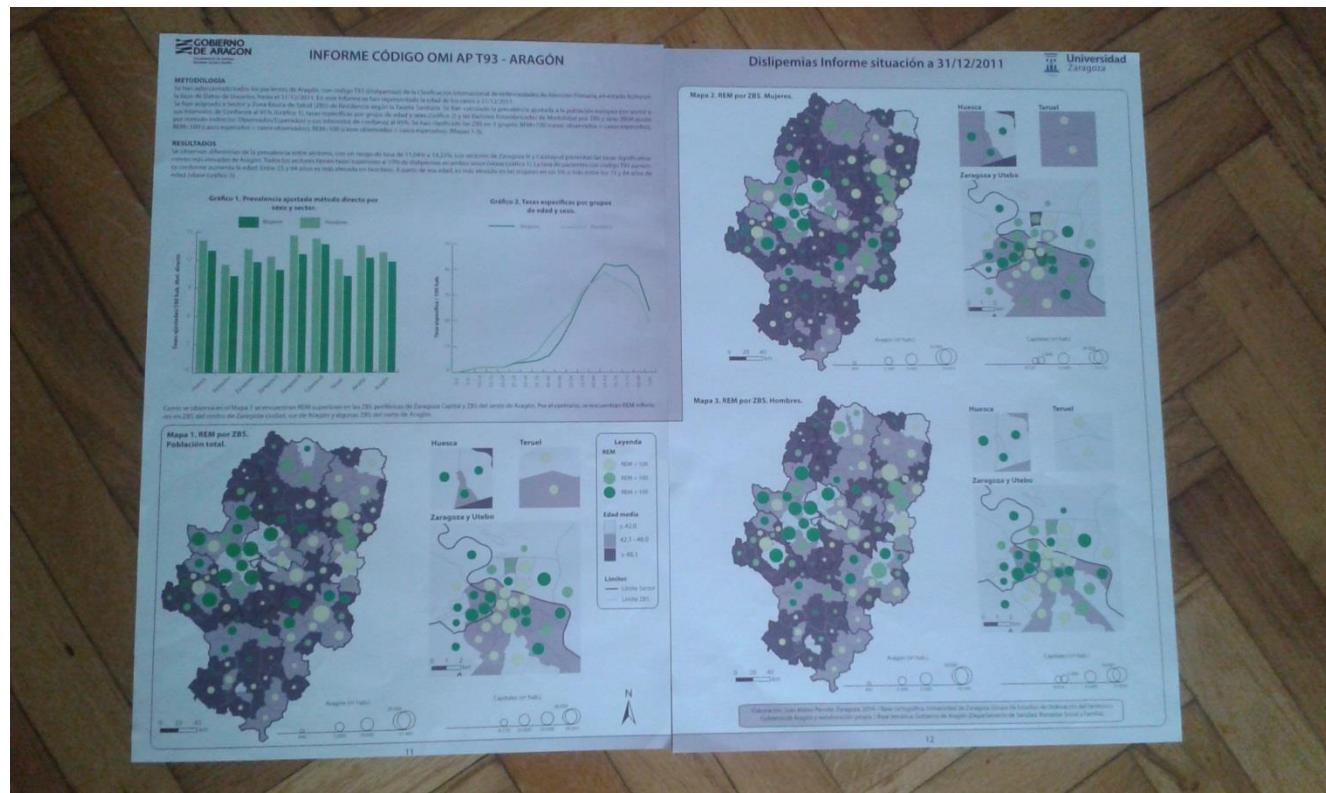


Figura 56. Fotografía de las páginas 11 y 12 de la nueva propuesta cartográfica. Informe de Dislipemias.

Fuente: elaboración propia.

- Página 1 (*Vid. Figura 52*): Esta es la primera página del Atlas donde aparece la introducción, la metodología general y el índice de los informes. Al igual que en el resto de páginas impares, aparece en la parte superior (de izquierda a derecha) el logo del Gobierno de Aragón y el título.
- Página 2 (*Vid. Figura 53*): Esta página contiene información sobre la localización de las ZBS y los Sectores Sanitarios. Esta información no aparecía en el Atlas original y se considera que es de vital importancia para que el lector pueda localizar en los mapas posteriores las distintas ZBS. Se ha empleado el uso de colores para delimitar los Sectores para no recargar el mapa con texto. Además esto facilita su lectura y le otorga un aspecto más atractivo visualmente. Como sucede con el resto de páginas pares, aparece en la parte superior el subtítulo y el logo de la Universidad de Zaragoza (de izquierda a derecha).
- Página 7 (*Vid. Figura 54*) – ejemplo de página impar: la metodología se sitúa en la parte superior de la página ya que de esta manera se invita al usuario a leerla. De manera intuitiva, y como es normal por la dirección de escritura occidental, cuando se abre un libro se tiende a dirigir la atención a la parte superior de la página izquierda. Colocando la metodología en esa posición se pretende que el usuario lea la metodología ya que considero que es de vital importancia para la comprensión de los mapas. Algo similar sucede colocando los resultados y los gráficos inmediatamente debajo de la metodología: es más probable que éstos sean leídos en esa ubicación que si se colocasen, por ejemplo, en la parte inferior de la siguiente página. Inmediatamente debajo de los gráficos hay un par de líneas de texto donde se comenta breve-

mente las zonas con mayor y menor afección de la enfermedad para la población total. Se decidió colocar en la primera página de cada informe el mapa de población total para poder disponer juntos en la otra página los otros dos mapas (hombres y mujeres). En las páginas impares, dentro del área cartografiada en la parte derecha, se encuentra la leyenda de los mapas. Se colocó en esta posición porque de esta manera está ubicada próxima a los tres mapas, dando a entender (si no estuviera ya claro) que es una leyenda común para los tres mapas. Debajo de la leyenda se sitúa el símbolo de orientación, también común para los tres mapas.

- Página 8 (*Vid. Figura 55*) – ejemplo de página par: como ya se ha comentado anteriormente, en las páginas de la derecha se localizan los mapas para la población de mujeres y hombres. Cada mapa lleva dos escalas gráficas, una para Aragón (1:2.000.000) y otra para las capitales de provincia (1:125.000). Cada mapa lleva también asociado la leyenda del número de habitantes: una leyenda para Aragón y otra para las capitales de provincia. En la parte inferior de la página en un recuadro se localizan las fuentes de información.

Elementos de cohesión entre las páginas impares y pares:

- Teniendo las dos páginas desplegadas, se observa: Logo Gobierno de Aragón – Título – Subtítulo – Logo de la Universidad de Zaragoza. Este hecho proporciona la sensación de que las dos páginas forman un conjunto, un todo.
- Colores empleados: como ya se comentó con anterioridad, los gráficos utilizan los mismos colores que los mapas para lo que se ha necesitado un diseño específico del color que garantice su correcto funcionamiento en ambos elementos gráficos.
- Degradado de fondo: todas las páginas del Atlas llevan un color de fondo gris con degradado siendo más intenso en la parte derecha de las páginas impares y en la parte izquierda de las páginas pares. De esta manera, al abrir el Atlas se observa que la parte exterior de las páginas es blanca y según se va hacia el centro (donde confluyen ambas páginas) se va oscureciendo hacia un color gris.
- Área cartografiada: este elemento del Atlas (rectángulo blanco que delimita los mapas) está compartido entre ambas páginas proporcionando una sensación de continuidad entre una y otra.

5.6. Aspecto de la nueva propuesta cartográfica (formato A2)

A modo de ejemplo en la siguiente figura se muestra el Informe de Tabaquismo en formato A2:

METODOLOGÍA

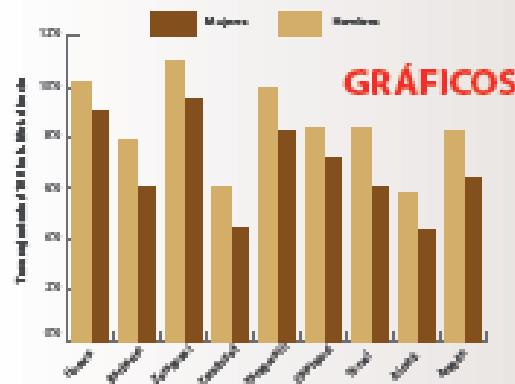
Se han seleccionado todos los pacientes de Aragón mayores de 15 años, con código P17 (tabaquismo) de la Clasificación Internacional de Enfermedades de Atención Primaria, inventariado únicamente en la Base de Datos de Usuarios, hasta el año 2011. En este informe se ha representado la edad de los usuarios en años.

Se han agrupado a Señor y Dama Blanca de Salud y 205 de Municipios según la 'Tercera Septimana'. Se han calculado la proporción ajustada a la población europea por sector y sus Intereses de Confianza al 95% y Gráfico 1, tasa específica por grupo de edad y sexo y Gráfico 2, las tasas de tabaquismo de Movilidad por 205 y sexo (edad ajustada para actividad industrial). Observación: Dependiendo de la edad, se ha clasificado en 205 en 4 grupos: EM-Mujer, EM-Hombre, EM-Mixto y EM-Joven. (Mujer: 1-49).

RESULTADOS

Los sectores de Zaragoza (1), Huesca (2) y Teruel (3) presentan las tasas más altas de tabaquismo en Aragón. Los sectores de Alcañiz y Zaragoza (1) presentan la tasa más baja. Se observan diferencias de la población entre todos los sectores, con un rango de tasas de 1,0% en el grupo 'Alta Edad' en los hombres (Zaragoza 1), hasta total en mujeres en el sur y en hombres del norte.

Gráfico 1. Proporción ajustada anual de fumadores por sexo y sector.



Aunque el contenido del Atlas en el formato A2 es el mismo, existen algunas pequeñas diferencias respecto al formato A3 en la disposición de los elementos:

- Los gráficos se disponen uno encima del otro con información de sus resultados en la zona inmediatamente superior.
- La leyenda y las fuentes de información están fuera del área cartografiada, en la inferior izquierda de la página.
- Los tres mapas quedan dispuestos en la parte derecha de la página uno a continuación del otro: mujeres, hombres y población total (en orden de arriba hacia abajo). De esta manera, se pretende que se observen primero los mapas por género para terminar con el mapa de población total.

6. DESARROLLO DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

6.1. Obtención y tratamiento de los datos

Este apartado versa sobre la obtención de los datos y su tratamiento. Por un lado, se encuentra la base espacial de las ZBS que ha sido facilitada por GEOT y, por otro, la información temática que da contenido a los mapas (nº de habitantes, rangos de edad de los habitantes y valores REM), la cual ha sido obtenida del Gobierno de Aragón.

6.1.1. Tratamiento de la base espacial

Es importante contar con una base espacial adecuada sin errores y lo más precisa posible con la realidad que representa porque va a ser el “recipiente” donde se sostenga la información temática. En el caso de este trabajo la base espacial son las ZBS. El primer paso, por tanto, y tras haber hecho el análisis en la Fase de Diseño, fue revisar que la base espacial proporcionada fuera correcta. Para ello, se cargó el *shape* proporcionado por GEOT en el software SIG y con la ayuda de la siguiente información gráfica se comprobó que los límites de las ZBS fueran correctos:

- *Shapes* de cartociudad descargados desde <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/>: a partir de esta descarga se obtuvieron las capas de códigos postales, líneas auxiliares, manzanas, portales, topónimos y tramos viales para las capitales de provincia (Huesca, Teruel y Zaragoza) que eran las zonas donde surgían mayores dudas en cuanto a la delimitación de las ZBS.
- Ortoimágenes descargadas desde la web del IGN (mismo link de arriba). Para Zaragoza capital las ortofotografías que corresponden con su límite municipal son la 411, 412, 383, 384, 354, 355, 322 y 323; para Teruel capital 566, 567, 589 y 590; y para Huesca capital 247, 248, 285 y 286.

De toda la información enunciada en líneas precedentes se trabajó principalmente con las capas de manzanas, distritos censales y las ortoimágenes para comprobar que no hubiera incongruencias como, por ejemplo, ZBS que *dividían* edificios. En la figura 58 se muestran las ortoimágenes utilizadas. En las figuras 59 y 60 se aprecia como los límites de las ZBS en una zona de la ciudad de Huesca y Zaragoza no coinciden exactamente con los límites de los edificios o las calles lo cual se corrigió (igual que se hizo en otros tantos casos similares). Las correcciones se realizaron editando la capa de ZBS y utilizando la herramienta de edición de topología que permite modificar los límites de una línea que hace de frontera entre dos polígonos. Esta es la manera más rápida y eficaz para hacer este tipo de modificaciones en la base espacial. Si, por ejemplo, se emplease la herramienta de edición de vértices los cambios realizados afectarían sólo a un polígono y luego habría que modificar el polígono contiguo. Además, haciéndolo de esa manera es muy probable que apareciesen problemas de topología (huecos o superposición de polígonos).

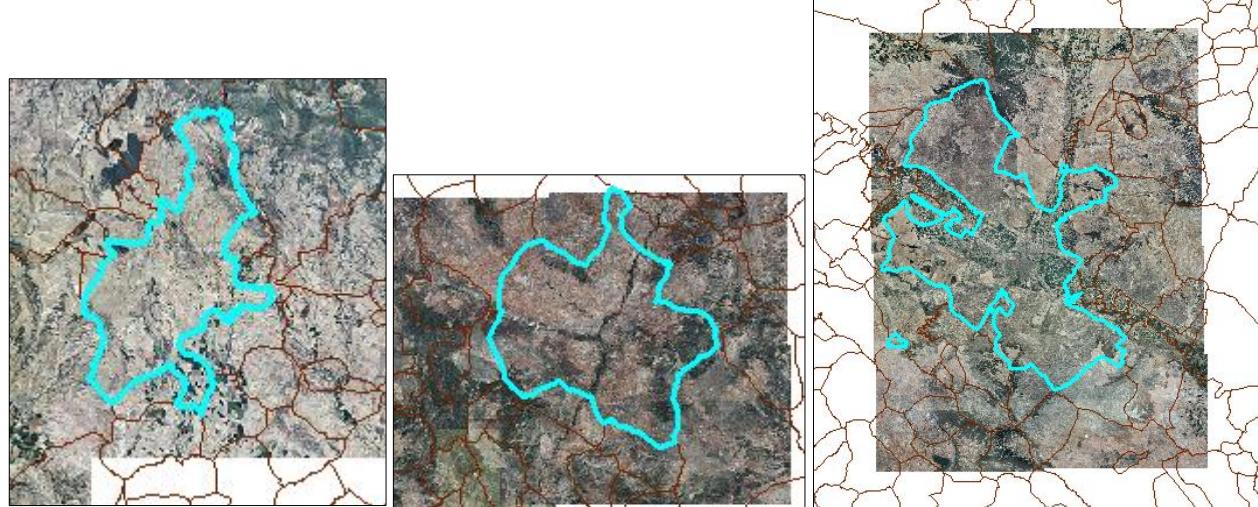


Figura 58. Ortofotografías de Huesca (izquierda), Teruel (centro) y Zaragoza (derecha).

Fuente: elaboración propia

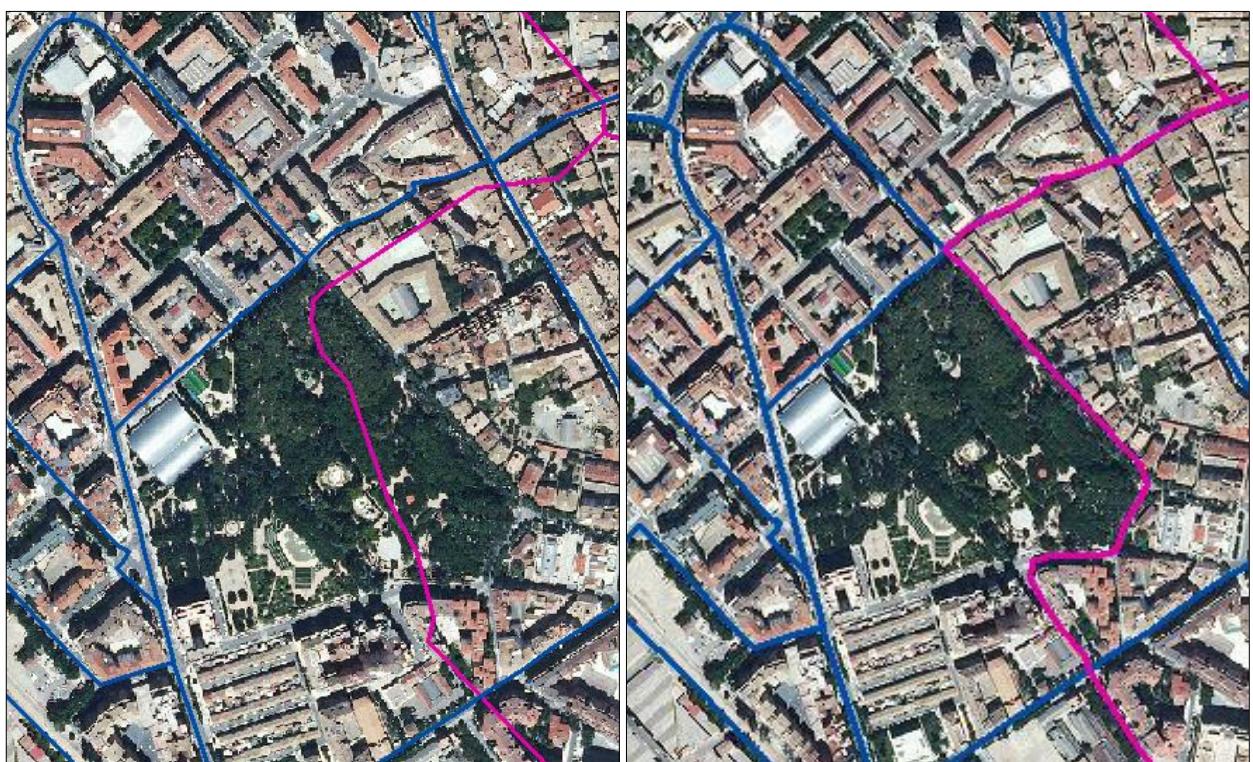


Figura 59. Detalle de la ciudad de Huesca, antes (izquierda) y después (derecha) de las modificaciones de los límites de las ZBS. En color rosa las ZBS y en azul las secciones censales. Fuente: elaboración propia.

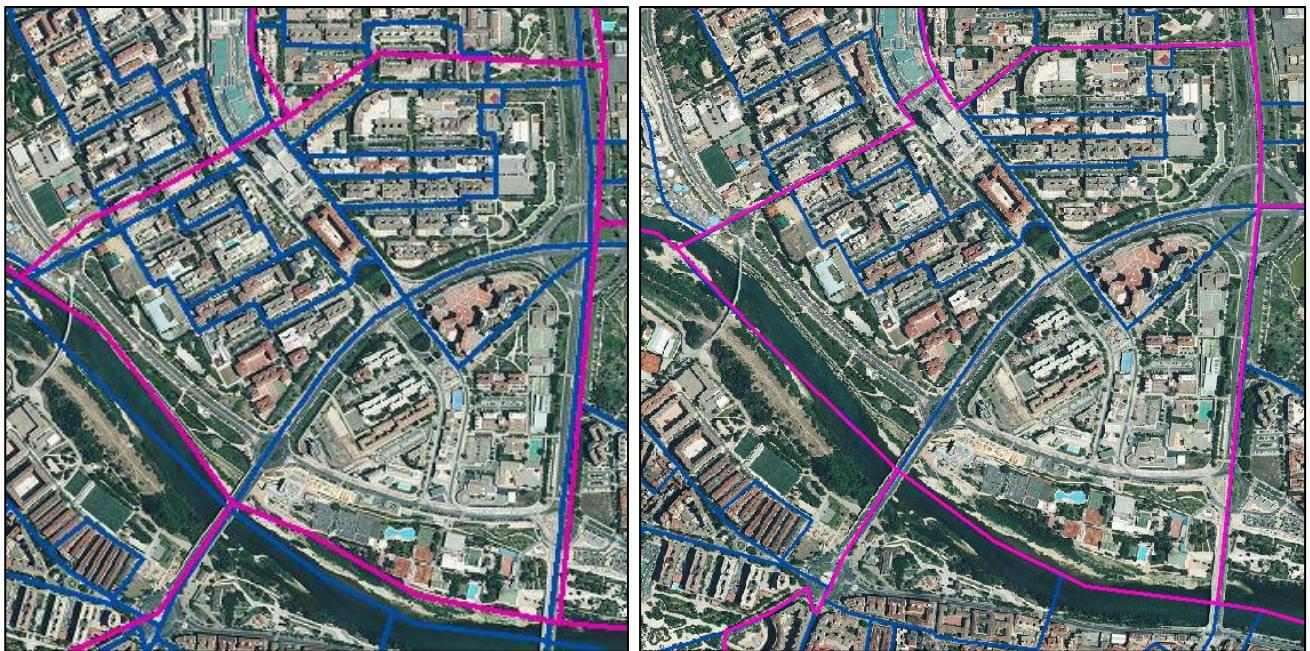


Figura 60. Detalle de la ZBS Actur Sur en Zaragoza antes (izquierda) y después (derecha) de las modificaciones de los límites de las ZBS. En color rosa las ZBS y en azul las secciones censales. Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso fue comprobar que no había errores de topología. Para ello se trabajó con una base de datos espacial que incorporaba la capa de las ZBS. Para comprobar la topología de una capa el formato utilizado debe mantener la coherencia espacial de la información que contiene, en concreto del sistema de coordenadas. Posteriormente se le pide al sistema que compruebe que se cumplen las reglas topológicas que se consideran oportunas, en este caso: *los polígonos no deben superponerse y no debe haber huecos entre los polígonos* (Vid. Figura 61):

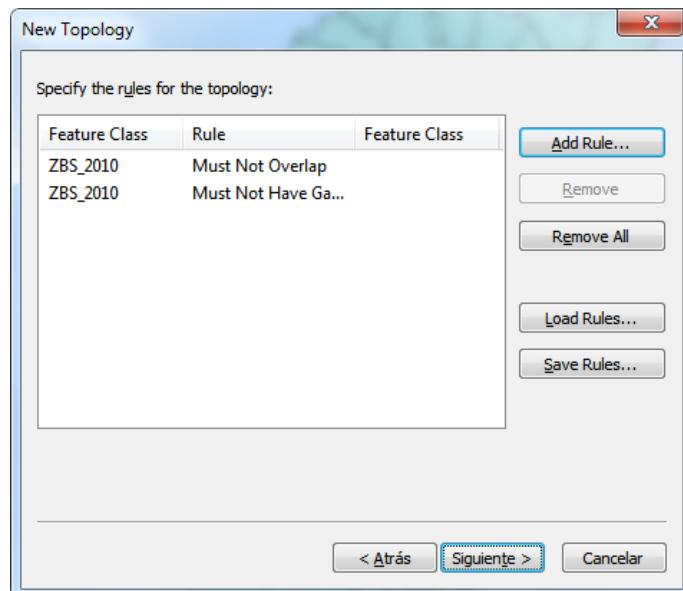


Figura 61. Creación de la topología para la capa de ZBS. Fuente: elaboración propia.

Se validó la topología y se añadió al visor del software SIG. Se comprobaron los errores aparecidos, que en este caso fueron 3, pero ninguno de ellos significativo, así que se marcaron como excepción. Como se aprecia en la figura 62 estos errores eran del tipo *no debe haber huecos entre polígonos*. Dos de ellos correspondían con las dos zonas de Navarra que existen dentro del territorio aragonés (Petilla de Aragón) y el otro con el contorno de la Comunidad Autónoma.

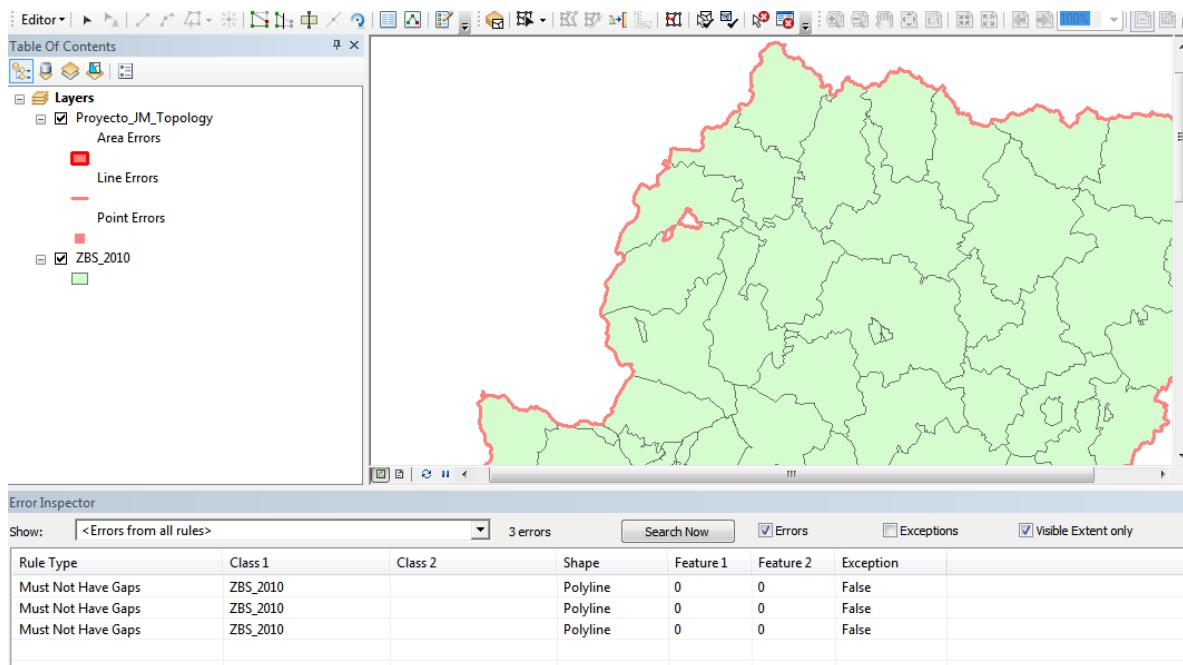


Figura 62. Comprobación de los errores de topología. Fuente: elaboración propia.

Una vez realizadas las modificaciones pertinentes en la base espacial y haber comprobado que no había errores de topología se abordó el objetivo específico nº 6 de este TFM que se recuerda es *Adaptar la base espacial a las nuevas ZBS (Decreto 61/2013, de 16 de abril, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica el Mapa Sanitario de la Comunidad Autónoma de Aragón) para que puedan ser utilizadas en la elaboración de nueva cartografía*.

Las modificaciones aparecidas en dicho decreto son las siguientes:

1. Se incorpora la entidad singular de Juslibol, perteneciente al municipio de Zaragoza, a la Zona de Salud (en adelante ZS) de Parque Goya (Sector Zaragoza I).
2. Integración de las ZS de Belchite y ZS de Azuara en una única que se denominará Zona de Salud Campo de Belchite (Sector Zaragoza II).
3. El municipio de Fuendetodos, perteneciente actualmente a la ZS de María de Hueva (Sector Zaragoza III), pasa a pertenecer a la nueva ZS de Belchite (Sector Zaragoza II).
4. El municipio de Luesia, hasta el momento perteneciente a la ZS de Sádaba, se incorpora a la ZS de Ejea de los Caballeros (Sector Zaragoza III).
5. La Entidad singular de población Cubel, perteneciente a la ZS de Alhama de Aragón, pasa a pertenecer a la ZS de Daroca (Sector Calatayud).
6. La población del municipio de Calatayud, atendido en la ZS de Calatayud Rural, pasa a depender de la ZS de Calatayud Urbano (Sector Calatayud).
7. El municipio de Torralba de Ribota, incluido en la ZS Calatayud Urbana, pasa a pertenecer a la ZS de Villarroya de la Sierra (Sector Calatayud).
8. Se suprime la ZS de Teruel Rural. Los municipios que la conforman quedan distribuidos entre las ZZSS de Teruel Centro y Teruel Ensanche (Sector Teruel), que modifican sus límites territoriales de la siguiente manera:

Zona de Salud Teruel Centro:

Municipio de Teruel:

- El Campillo
- Caudé
- Concad
- San Blas

- Teruel
 - Tortajada
 - Valcecebro
 - Villalba Baja
- Municipio de Bezcas
Municipio de Celadas
Municipio Corbalán
Municipio de Cuevas Labradas
Municipio de Rubiales

Zona de Salud Teruel Ensanche:

Municipio de Formiche Alto:

- Formiche Alto
- Formiche Bajo

Municipio de la Puebla de Valverde.

Municipio de Teruel:

- Aldehuela
- Castralvo
- Teruel
- Villaspesa

La modificación de las ZBS de acuerdo al nuevo decreto se realizó de la siguiente manera (la capa de ZBS debe de estar siempre en modo edición para poder realizar cambios):

- En el caso de unión de dos ZBS se empleó la herramienta de fusionar polígonos. Teniendo las dos ZBS que se quieren fusionar seleccionadas se clica en esta herramienta y se selecciona el polígono principal, el que se quiere conservar (en el caso de este ejemplo, Belchite, *Vid Figura 63*):

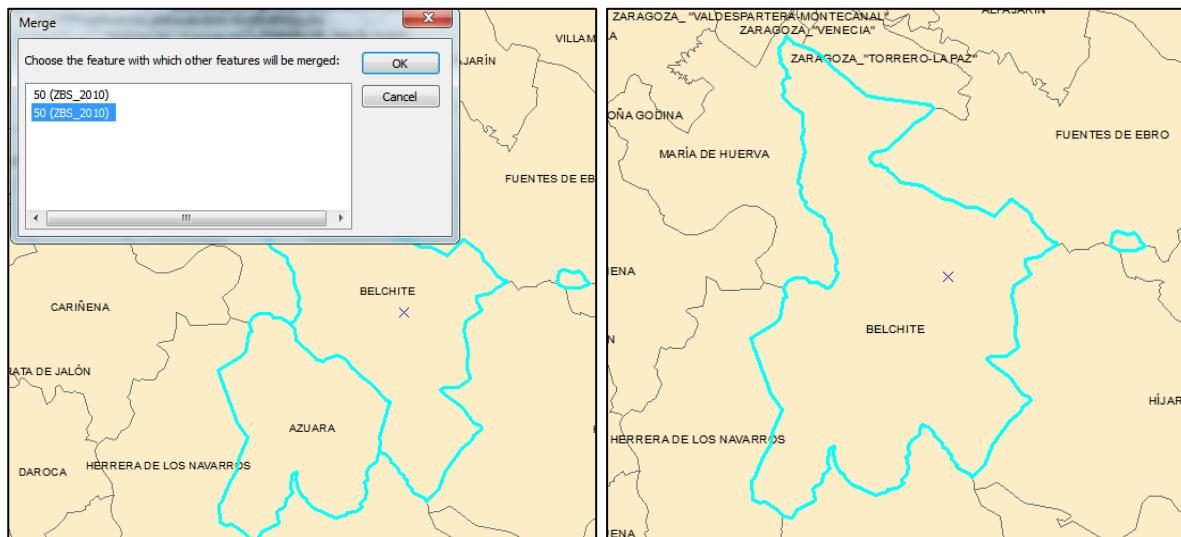


Figura 63. Unión de las ZBS de Azuara y Belchite, antes (izquierda) y después (derecha) de la modificación.
Fuente: elaboración propia.

- En el caso de un municipio que pasa de una ZBS a otra (por ejemplo, Luesia) se cargó una capa de municipios para localizar que zona debía modificarse. A continuación, con la herramienta de edición de topología, se modifican los límites de los polígonos (*Vid. Figura 64*):

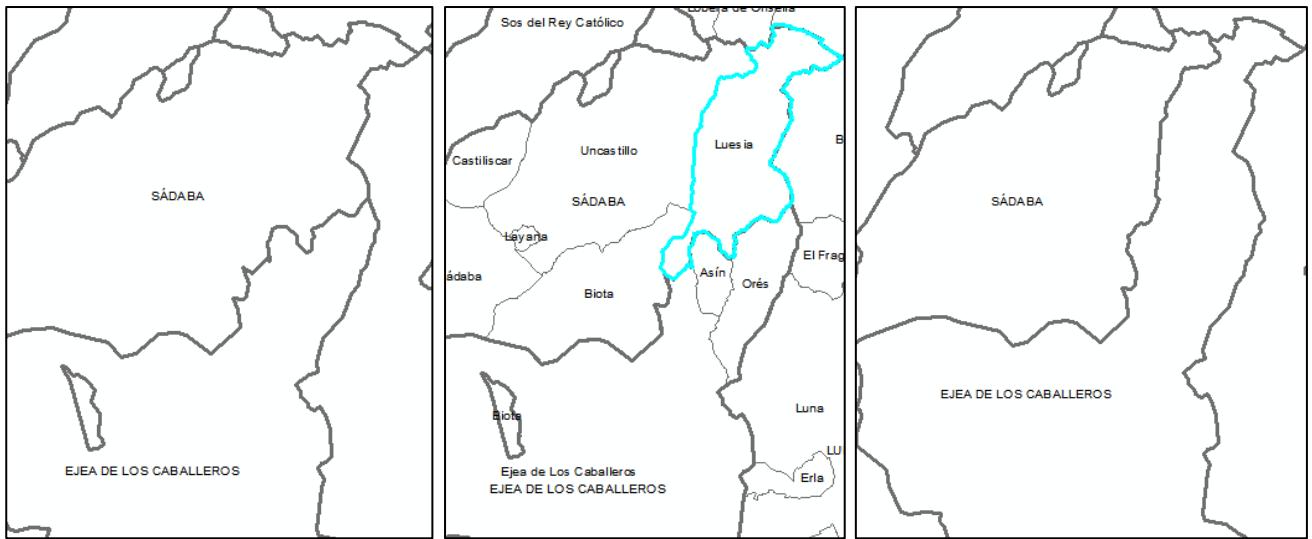


Figura 64. ZBS de Sádaba y Ejea de los Caballeros, antes (izquierda) y después (derecha) de la modificación.

Fuente: elaboración propia.

- En el caso de Teruel capital y entorno, la tarea principal era localizar todas las zonas mencionadas en el decreto (barrios, distritos) para poder realizar las modificaciones de las ZBS. Se empleó la capa de manzanas en algunos casos (*Vid. Figura 65*) pero en otros donde esta capa no ofrecía suficiente información (no daba el nombre de la zona) se empleó también la capa de tramos viales, ya que con la herramienta de identificar clicando en algunas vías se podía obtener información del barrio en que se encuentran (*Vid. Figura 66*). Una vez localizadas todas estas zonas, como en casos anteriores, con la herramienta de edición de topología se hicieron las modificaciones pertinentes (*Vid. Figura 67*).

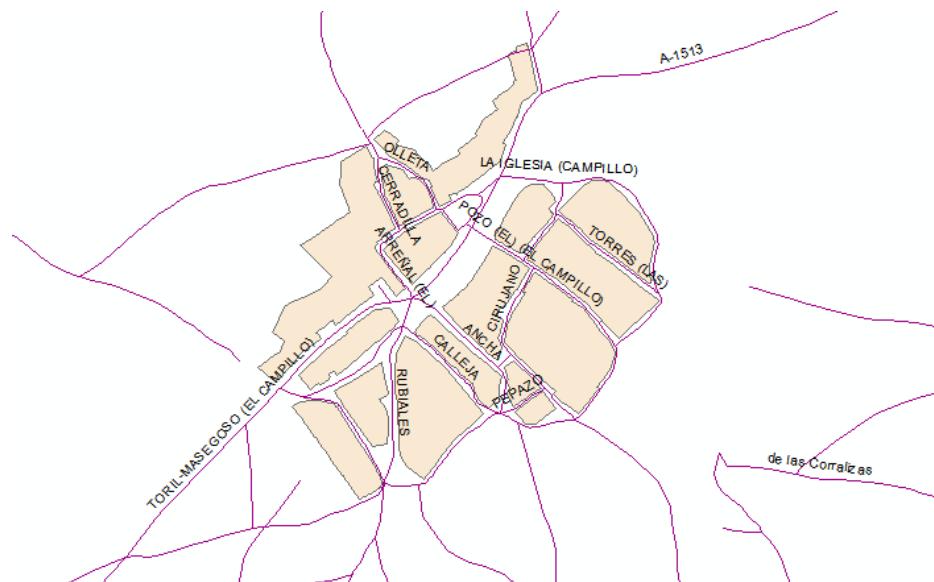


Figura 65. Localización del barrio pedáneo de Teruel, El Campillo, utilizando el *shape* manzanas.

Fuente: elaboración propia.

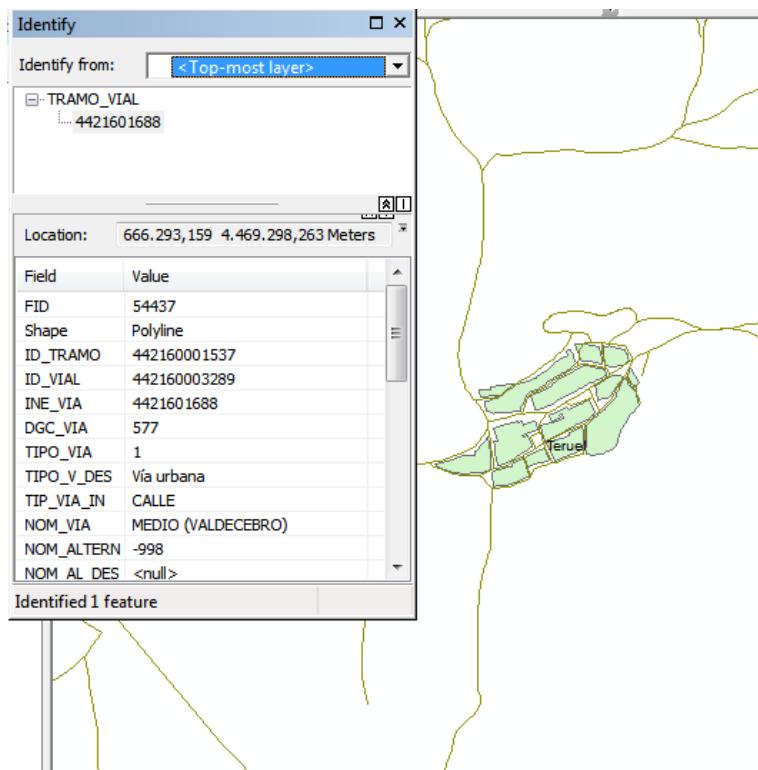


Figura 66. Localización del barrio pedáneo de Teruel, Valdecebro, utilizando los *shapes* manzanas y tramos viales. Fuente: elaboración propia.

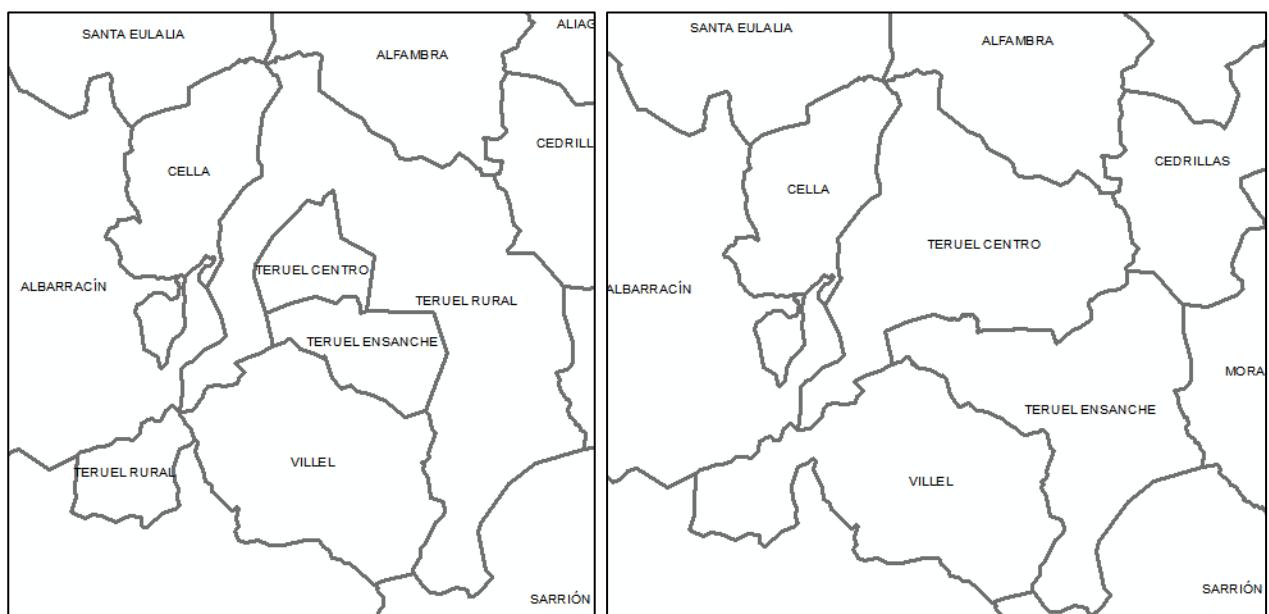


Figura 67. ZBS de Teruel Centro y Teruel Ensanche antes (izquierda) y después (derecha) de las modificaciones. Fuente: elaboración propia.

Aunque no se esperaban errores de topología porque se había trabajado sobre una copia de la capa de ZBS que ya había sido revisada, y las modificaciones del nuevo decreto se realizaron con la herramienta de edición de topología (que modifica los límites de dos polígonos simultáneamente por lo que no se pueden crear nuevos errores de topología), se comprobó, si habían surgido nuevos errores. En efecto, no había nuevos errores de topología salvo los comentados anteriormente (huecos entre polígonos provocados por la existencia de territorio navarro en Aragón y el propio contorno de la Comunidad Autónoma).

Las dos bases espaciales (archivos *shape*) resultado de esta parte del trabajo (antes y después del Decreto 61/2013) se pueden encontrar en los anexos almacenados en un pen-drive con el siguiente nombre:

- ZBS_2010_JMP_ETRS89
- ZBS_2013_JMP_ETRS89

Comentar que todo el trabajo de elaboración de la cartografía se elaboró con las ZBS previas al Decreto 61/2013 ya que toda la información temática es previa a esa fecha.

6.1.2. Tratamiento de la información temática

En este apartado se explica cómo se trabajó la información temática, cómo se relacionó con la base espacial y cómo fue finalmente representada.

Se quería conseguir dos archivos *shape*; uno con un tipo de implantación superficial donde se representase la edad media a través de la variable visual valor; otro con un tipo de implantación puntual donde se representase la población a través de la variable visual tamaño y la REM con la variable visual valor (en algunos mapas) y tono (en otros). La información de partida era la siguiente:

- Archivo *shape* (base espacial), proporcionado por GEOT, con los campos que aparecen en la figura 68:

Figura 68. Archivo *shape* original proporcionado por GEOT. Fuente: elaboración propia.

Los números 0_4, 5_9, etc. hacen referencia al número de habitantes (mujeres y hombres por separado) que hay en cada ZBS en esos rangos de edad. Además, la tabla también aporta información sobre el número total de habitantes, mujeres, hombres y extranjeros (aunque el número de extranjeros no ha sido utilizado en los mapas). Para calcular la edad media, tanto de mujeres, hombres y población total, que eran los datos que interesaban se crearon tres nuevas columnas y se hizo el siguiente cálculo:

$$\text{Edad media} = (\text{sumatorio de todas las edades}) / (\text{total de la población})$$

Como la edad viene expresa en intervalos quinquenales, se calcula cual es la mitad del intervalo y se multiplica por el número de personas en ese intervalo. Así:

$$\text{Edad media} = (2,5 * n^o \text{ hab. intervalo 0-4}, + 7,5 * n^o \text{ hab. intervalo 5-9} + ...) / (\text{total población})$$

Para agilizar esta tarea, la tabla de atributos se exportó a un archivo *.txt* y éste se importó en Excel que es donde se realizaron estos cálculos para todas las ZBS. Posteriormente, este archivo Excel se volvió a añadir al *shape* original mediante un *join*. Para este caso, y para todos los *joins* que se han realizado durante la elaboración de este trabajo, siempre se ha utilizado como campo común el código de la ZBS, que es un número de 4 dígitos. Utilizar este campo, en lugar del nombre de las ZBS, aseguraba que los *joins* se realizasen de forma correcta al evitar caracteres como los acentos, espacios en blanco, etc.

- Archivo Excel, proporcionado por el Gobierno de Aragón: este archivo contenía información, para cada una de las enfermedades analizadas, de las REM y sus correspondientes niveles (nivel 1 = morbilidad baja; nivel 2 = morbilidad intermedia; nivel 3 = morbilidad alta). Mediante un *join* se pasó esta información del archivo Excel a un *shape* con las ZBS. A continuación, utilizando la herramienta de *Feature to Point* se obtuvo un nuevo *shape* con esta misma información pero en un tipo de implantación puntual.

Llegados a este punto, ya se tenían las dos capas con la información temática necesaria para elaborar los mapas. A continuación, se explica cómo se trató dicha información en el software SIG para su representación:

Capa nº 1 – Edad media

Se quería representar la edad media de los habitantes como una información secundaria en los mapas, dotándolos así de un mayor contenido temático respecto al Atlas original pero sin que esta información interfiriera en la visualización de la información principal: la variable real REM, que era la variable sustancial en esta serie cartográfica. Por este motivo, se decidió que esta información se representara superficialmente en la base espacial, detrás de los círculos que representan la REM y la población, como se verá más adelante. La variable visual sería valor en tonos grises para no contrarrestar el color que llevarían los círculos.

Para la discretización de la variable edad media se consideraron principalmente dos métodos: cuantiles (método estadístico) y rupturas naturales (método gráfico). Se quería conseguir que cada intervalo tuviera un número de ZBS similar pero sin que fuera ésta una condición estricta. El método de cuantiles asegura que todas las clases tengan el mismo número de objetos. En el caso del método de las rupturas naturales se examina el gráfico de distribución de los valores para determinar los umbrales lógicos, aunque la distancia entre dos agrupaciones sea muy elevada no se considerará significativo el umbral si el número de valores incluidos no es relevante. Son agrupamientos naturales inherentes a la distribución de los datos. En la figura 69, que compara la aplicación de los dos métodos, se aprecia que los resultados son muy similares, si bien, en el método de rupturas naturales, el intervalo de población más joven (color más claro) es más pequeño. Este hecho hace destacar más la zona de Zaragoza y entorno que es donde reside la población más joven de Aragón. Por este motivo (poner en evidencia valores extremos que acentúan la representación cartográfica) se decidió finalmente elegir el método de rupturas naturales realizando una pequeña variación de decimales en los intervalos, que apenas afectó a la distribución de los datos, para que los números en la leyenda fueran más *redondos* (*Vid. Figura 70*).

Estos mismos intervalos (imagen derecha de la figura 70) se aplicaron también a los mapas de mujeres y hombres, de tal manera, que el método de rupturas naturales sólo se aplicó al mapa de población total. En estos otros, por tanto, el método aplicado fue el manual ya que se quería conseguir una leyenda común para los tres tipos de mapas.

Comentar, también, que se decidió discretizar la variable en tres intervalos y no en más porque, en este trabajo se considera que la discretización en cinco intervalos (por ejemplo) y utilizando la gama de grises que se había decidido utilizar habría provocado que fuera más difícil diferenciarlos debido a la escasa longitud de la variable visual valor.

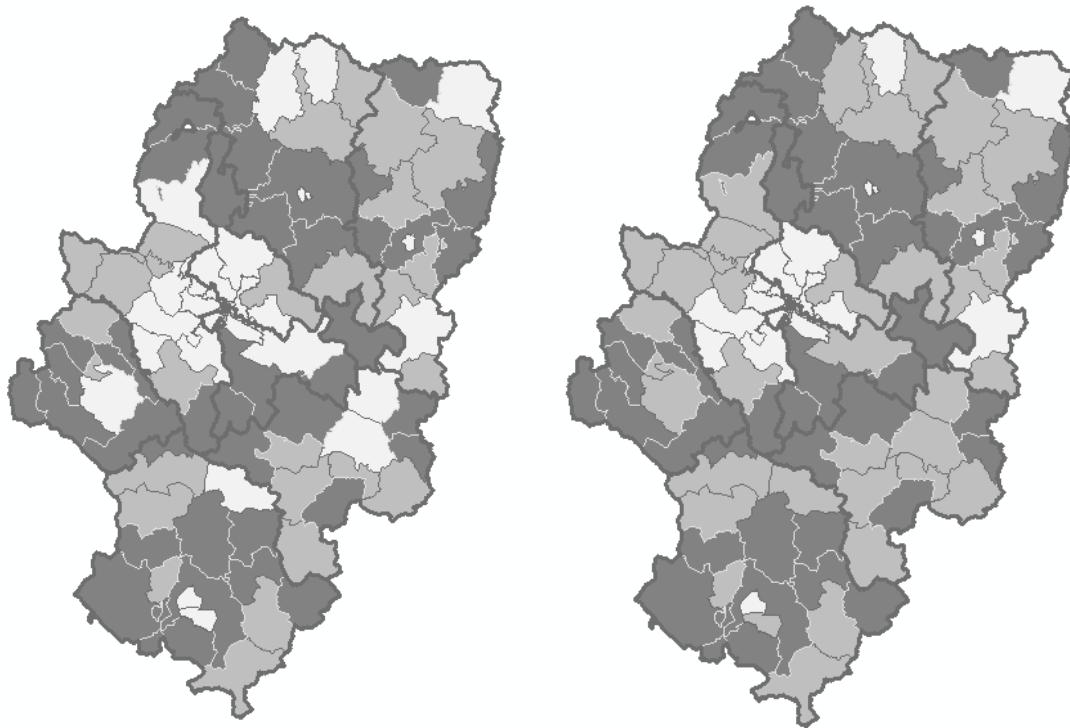


Figura 69. Comparación del método de cuantiles (izquierda) y el método de rupturas naturales (derecha). Población total. Fuente: elaboración propia.

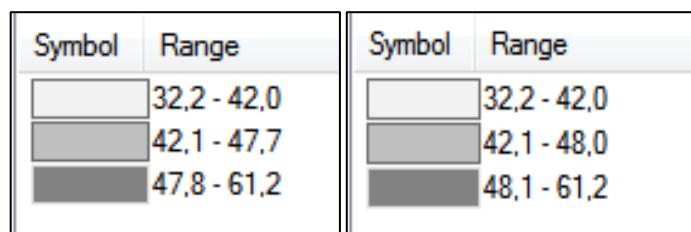


Figura 70. Rupturas naturales (izq.). Modificaciones en los decimales para redondear los números (dcha.). Fuente: elaboración propia.

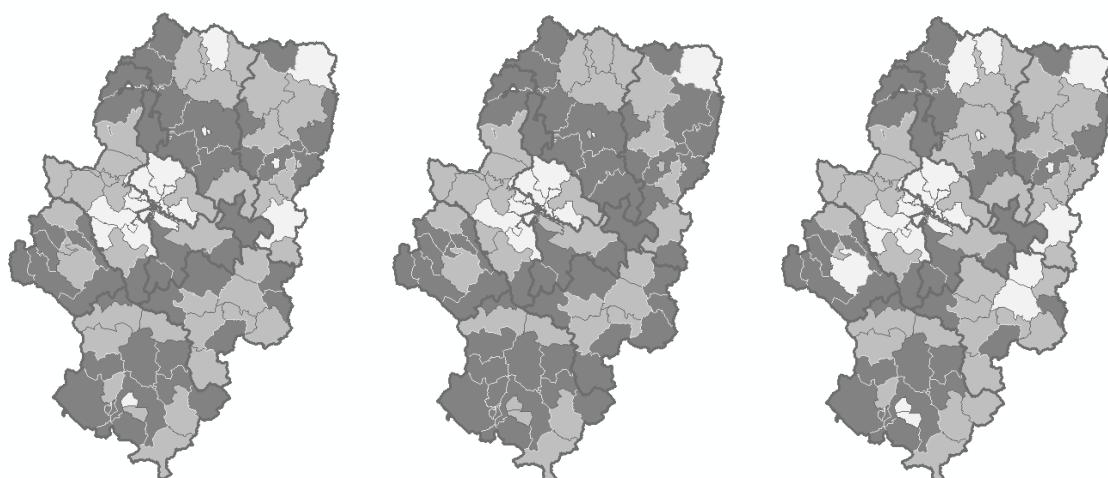


Figura 71. Representación de la edad media: población total (izq.), mujeres (centro) y hombres (dcha.). Fuente: elaboración propia.

Capa nº 2 – Niveles REM y población

Como se comentó en las *propuestas de mejora* del apartado 5.3. *Código cartográfico* se quería emplear la superposición (dos variables reales representadas por dos variables visuales) para visualizar la REM en puntos (utilizando como variable visual el color o el tono) en los cuales también se representaría el nº de habitantes (utilizando como variable visual el tamaño).

Aplicar tres colores distintos a los niveles de REM no suponía una mayor dificultad (más adelante se comentará el uso del color en el proceso post-infográfico). El principal reto se encontraba en representar el tamaño de la población mediante el tamaño ya que había grandes diferencias en el número de habitantes entre unas ZBS y otras; además, las ZBS con mayor población están agrupadas en su mayoría en Zaragoza lo que dificultaba aún más la tarea porque los círculos se superponían. Se realizaron varias pruebas para calcular el tamaño de los círculos:

1. Primera prueba. Emplear directamente el valor de población en la simbología: 125 intervalos (uno para cada ZBS) con un tamaño mínimo de 6 y máximo de 28 puntos (*Vid. Figura 72*).
2. Segunda prueba. Herramienta de las *ArcToolbox – Dimensionar Círculos Proporcionales V1.2*. (*Vid. Figura 73*). Con esta herramienta se crea una nueva capa de círculos cuyo tamaño viene determinado por la siguiente fórmula:

$$(([variable]/vL)^(D)) * rL \text{ donde}$$

variable: es el campo en el que se encuentra la variable a representar en la clase de entidad de entrada. En este caso, población.

vL: es un valor de la variable predeterminado por el usuario a partir del cual se escalará el resto de símbolos. En este caso, la población mínima: 988 habitantes.

D: define la dimensión del símbolo (por ejemplo, 1/2 para dimensionar por superficie, 1/3 para dimensionar por volumen, o 0.57 para el escalado aparente de superficies según Flannery). En este caso, como se quería escalar por superficie se utilizó 1/2.

rL: es el radio del símbolo de la variable predeterminada que ha de definir el usuario en las unidades mapa definidas en las propiedades del marco de datos (normalmente metros). En este caso, el valor utilizado fue 1.000 metros.

3. Tercer prueba. Herramienta de las *ArcToolbox – Dimensionar Símbolos Proporcionales V1.3*. Emplea la misma fórmula que el caso anterior pero resultado, en esta ocasión, son cuadrados en lugar de círculos. Se empleó como *D* el valor 1/3 porque el objetivo era sustituir los cuadrados por esferas en el programa infográfico Adobe Illustrator por lo que el dimensionamiento debía ser volumétrico (*Vid. Figura 74*).

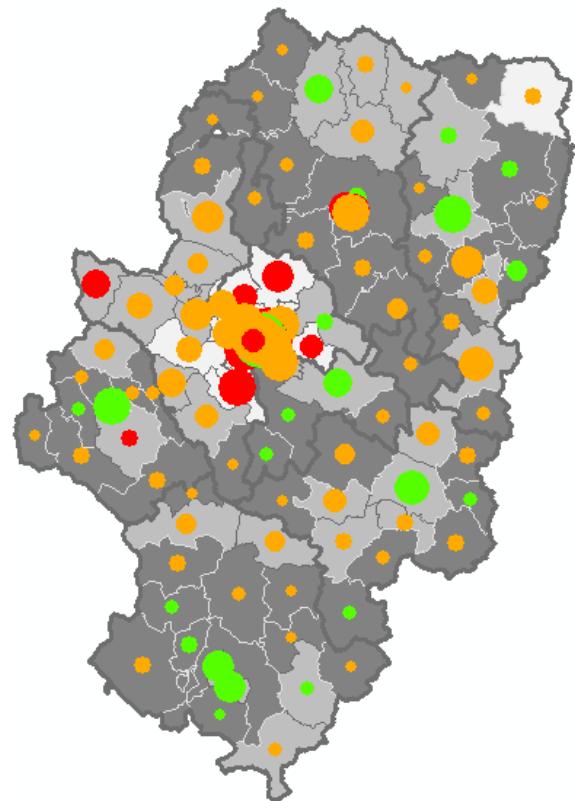


Figura 72. Primera prueba. Fuente: elaboración propia.

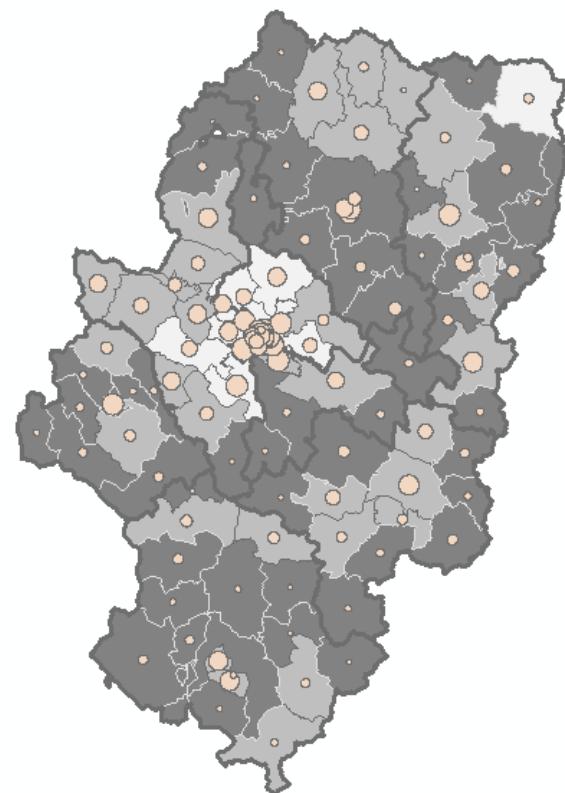


Figura 73. Segunda prueba. Fuente: elaboración propia.

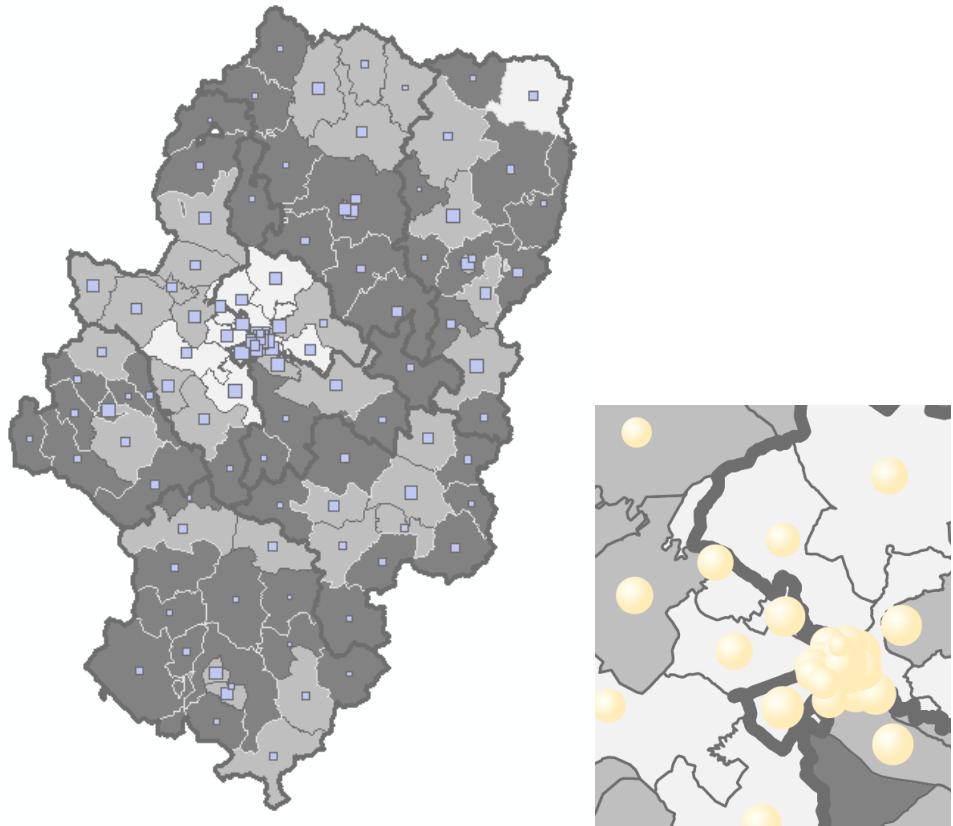


Figura 74. Tercera prueba. Cuadrados resultantes de la utilización de la herramienta de ArcMap (izq.) y sustitución por esferas en Adobe Illustrator. Zoom de la zona de Zaragoza (dcha.). Fuente: elaboración propia.

Tras estas primeras pruebas quedaba claro que era necesario extraer los puntos de las ZBS con mayor población (coincidentes en su mayoría con las tres capitales de provincia) y trabajar con ellas en una capa y un *data frame* distinto. Además, gracias a estas pruebas, descarté también la utilización de esferas para representar la población; el punto de luz que tienen para crear el efecto de esfera hace que no destaque lo suficiente en cuando se combinan con los grises más claros (*Vid. Figura 74, parte derecha*).

Así pues, y volviendo al asunto de separar las ZBS de las capitales de provincia del resto de Aragón, se seleccionaron estas 39 ZBS (3 de Huesca, 2 de Teruel y 34 de Zaragoza), se exportaron a un nuevo *shape* y se eliminaron de la capa de Aragón. Las capitales de provincia, por tanto, ya no iban a ser un inconveniente porque estaban en otra capa y se proyectarían a otra escala. No obstante, aún quedaba por decidir cómo se iban a dimensionar los círculos, tanto para el caso de Aragón como para las capitales. Descartado el uso de las esferas por lo comentado anteriormente, utilizar la herramienta de *Dimensionar Círculos Proporcionales V1.2.* con un dimensionamiento superficial ($D = 1/2$) parecía una buena opción. Sin embargo, finalmente se decidió utilizar un nuevo método de dimensionamiento superficial desarrollado por GEOT. Este método se basa en establecer un radio máximo para la población con mayor número de habitantes, y a partir de ese dato, y con una serie de cálculos que se explican a continuación, calcular el resto de radios para las demás poblaciones. Hay que tener en cuenta que el radio que se establece debe ser la mitad del tamaño del símbolo que se introduce en la simbología de ArcMap. Es decir, si se quiere que el tamaño máximo de círculo en ArcMap sea de 28 puntos (como ocurre en este caso), porque se considera un tamaño adecuado a la base espacial y escala con la que se está trabajando, entonces el tamaño máximo de radio debe ser 14. Los pasos seguidos para calcular el dimensionamiento superficial fueron estos:

1. Se preparó la información de ZBS por población en un Excel y se ordenó de mayor a menor.
2. Primero se hicieron los cálculos respecto al máximo. Se añadió una columna para el radio y se decidió el radio para la ZBS de mayor población: 14 puntos. Se añadió una columna para superficie y se calculó la superficie de la ZBS de mayor población: $\text{área de círculo} = r^2 * \pi$ por lo que $\text{área de círculo} = 14^2 * 3,14 = 615,44$.

3. Se calculó la constante k que es la superficie que ocupa cada habitante. Para ello, se dividió la superficie de la ZBS de mayor población entre sus habitantes.
4. Se obtuvo la superficie de cada ZBS multiplicando la constante k por la cifra de población de cada ZBS.
5. Se obtuvo el radio de cada ZBS con la siguiente fórmula en Excel ($\text{Superficie}/3,14)^{(1/2)}$ que deriva de $\text{superficie de circulo} = r^2 * \pi \rightarrow r = \sqrt{\text{superficie}/\pi}$
6. Se calculó el diámetro multiplicando por dos el radio. El valor del diámetro es el que se introdujo en ArcMap ya que es el que determina el tamaño de los círculos.

Para poder representar simultáneamente las dos variables visuales (color y tamaño) se seleccionó la opción de atributos múltiples de la Simbología. Una vez ahí, se seleccionó como *Value Field* el nivel de REM (1, 2 y 3) y en *Symbols Size* la población donde se introdujeron manualmente los tamaños de cada uno de los círculos en función del valor del diámetro calculado en el archivo Excel para cada ZBS. Se escogió la opción de *Natural Breaks* y se definieron tantos intervalos como ZBS había: 86 en el caso de Aragón y 39 en el caso de las capitales de provincia (Vid. Figura 75).

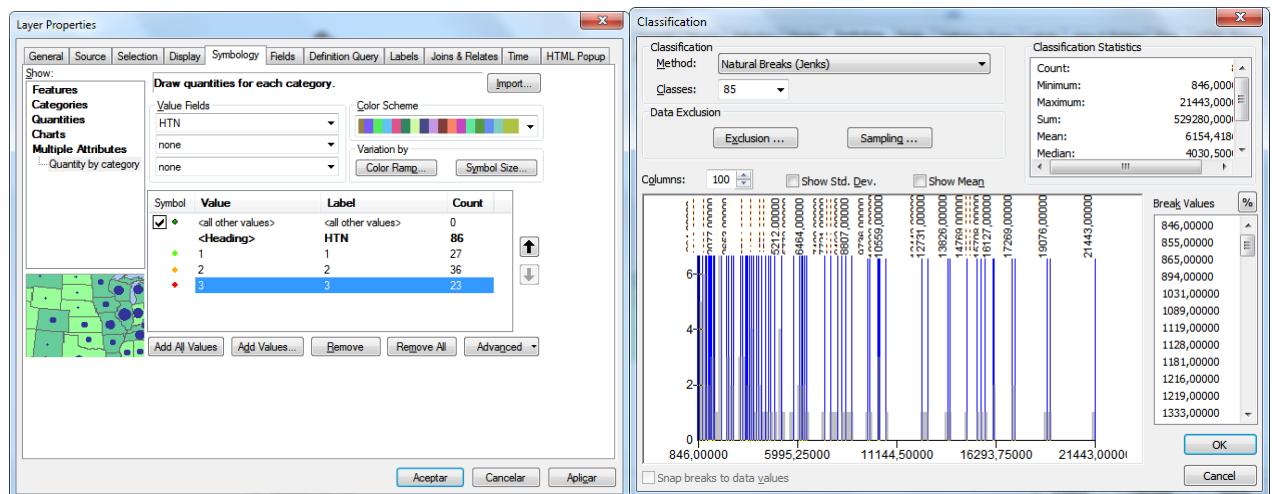


Figura 75. Combinación de color y tamaño en ArcMap. Elaboración. Fuente: elaboración propia.

En la figura 76 se observa el resultado de este proceso tras haberlo aplicado para Aragón y las capitales de provincia. Como puede apreciarse ya no hay superposición entre los círculos y el aspecto del mapa es mucho más claro. Es necesario comentar que se editó la capa y movieron algunos círculos manualmente para evitar unos pocos solapamientos que todavía se producían y para evitar también en la medida de lo posible, sobre todo en el caso de los círculos de mayor tamaño, que éstos no ocultasen los límites de las ZBS.

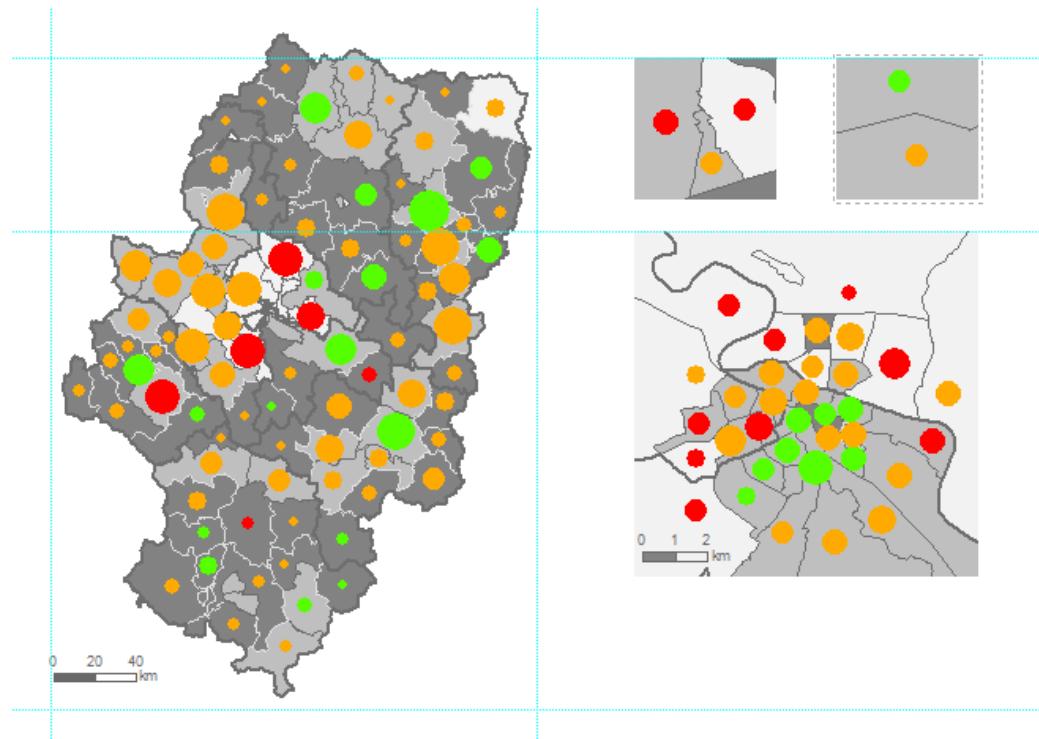


Figura 76. Combinación de color y tamaño. Resultado. Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración de la leyenda de tamaño siguiendo este método se hizo lo siguiente:

1. Se apuntó el valor máximo y mínimo de población de las ZBS. En el caso de la capa de Aragón (sin las capitales de provincia), 21.443 y 846.
2. Se decidió la longitud de la línea (eje de abscisas) de la leyenda: 70 mm.
3. Para la representación superficial se halló el cuadrado de $70 = 4.900$ y se dividió este valor entre el máximo: $4.900/21.443 = 0,2285$ para averiguar la representación de cada persona.
4. Se multiplicó este valor por cada cifra de población de cada ZBS y se obtuvo la raíz cuadrada para saber en qué posición de la línea se situaría.

Ejemplo: 10.000 habitantes; $10.000 * 0,2285 = 2.285$; $\sqrt{2.285} = 47,8$ mm

Por lo tanto el círculo que representa 10.000 habitantes se coloca a 4,78 cm desde el origen del eje de abscisas.

En la figura 77 se muestra como se elaboró la leyenda en Adobe Illustrator y como quedó finalmente. Como se puede observar, se utilizaron las guías y la regla para colocar cada círculo en su lugar correspondiente. En las escalas de población se muestran los valores máximos y mínimos y tres valores intermedios.

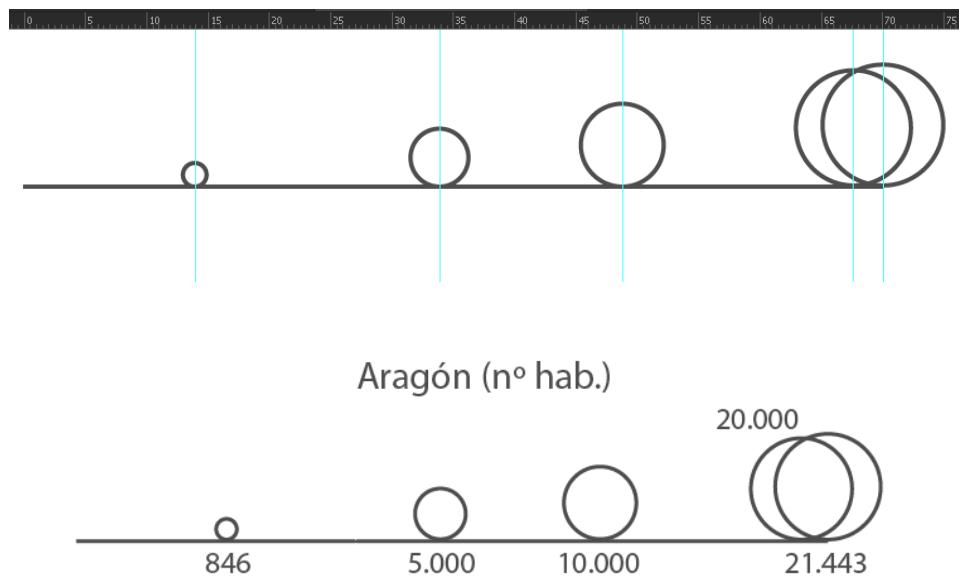


Figura 77. Leyenda de población de Aragón (población total). Elaboración (arriba) y resultado (abajo).
Fuente: elaboración propia.

6.2. Dimensionamiento y disposición de los mapas

Uno de los retos de este TFM era conseguir que todos los mapas de Aragón – el de población total, mujeres y hombres – con sus correspondientes *zooms* a las capitales de provincia cupiesen en el espacio físico límitado con el que se contaba y, además, tuvieran un tamaño suficiente para poder distinguir perfectamente todos sus componentes (límites de las ZBS, círculos de población y REM, etc.). El tamaño de las páginas para cada serie de mapas (es decir, para cada enfermedad), como ya se ha mencionado en otros apartados de este trabajo, era un formato A2 cuyas dimensiones son 42 x 59,4 cm. El otro formato era un A3 (29,7 x 42 cm) pero cada serie de mapas ocuparía dos hojas, por lo tanto, la superficie a utilizar era la misma en ambos casos (2.495 cm^2), véase figura 78. Aunque la superficie total era igual hay que tener en cuenta que en el caso de las páginas A3, que iban a ser encuadradas como un libro, había que respetar un espacio entre páginas donde se no podría imprimir (ni texto, ni gráficos, ni mapas). Este motivo, sumado a la distinta orientación (la hoja A2 en vertical y las A3 horizontal (realmente las A3 están orientadas verticalmente pero al estar dispuestas una al lado de la otra y por el contenido gráfico se crea una sensación de horizontalidad)) que se escogió para las páginas A2 y A3 provocaba que la distribución de los mapas tuviera que ser distinta en cada uno de los formatos (Vid. Figura 56 y 57).

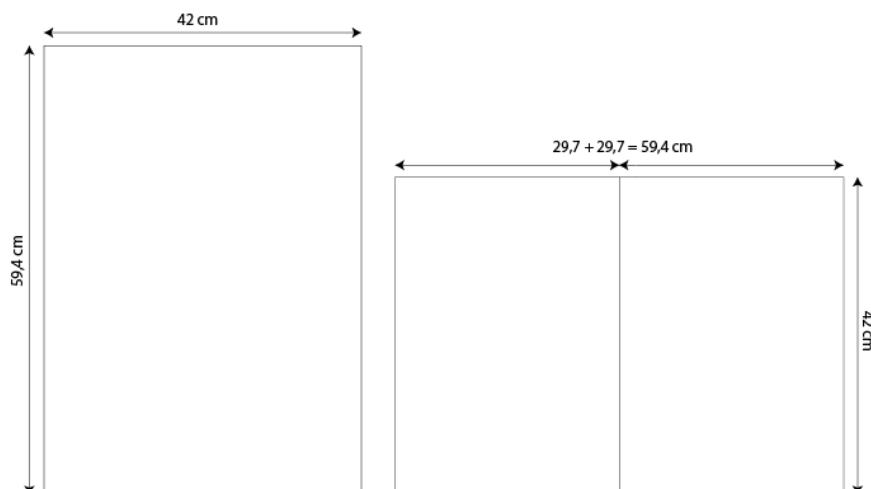


Figura 78. Una página tamaño A2 (izq.) y dos páginas tamaño A3 (derecha). Fuente: elaboración propia.

Se elaboraron mapas de Aragón y de las capitales a distintas escalas y tamaños de *data frame*; se exportaron a Adobe Illustrator para estudiar la disponibilidad de espacio teniendo en cuenta que había que representar también otros elementos (títulos, logos, leyenda, textos, gráficos, etc.); los mapas debían ocupar aproximadamente 2/3 del espacio total disponible para enfatizar su importancia frente al resto de elementos.

Tras diversas pruebas, finalmente la escala de trabajo escogida para Aragón fue de 1:2.000.000 en un *data frame* de 13 x 18 cm y de 1:125.000 para las capitales de provincia. La dimensión del *data frame* de Zaragoza es bastante superior a los de Huesca y Teruel por la mayor superficie a representar: 8,5 x 8,5 cm en el caso de Zaragoza y 3,5 x 3,5 cm en el caso de las otras dos capitales de provincia.

Con el objetivo de agilizar el trabajo de post-proceso infográfico se utilizaron las guías del software SIG para distribuir los mapas a la distancia exacta en la que encajarían en la plantilla creada en Adobe Illustrator (como se verá más adelante). En la figura 79 se pueden observar las guías, el elevado número de *data frames* con que se trabajó (12 en total) y los *bookmarks* (marcadores) creados para que todos los mapas antes de ser exportados a Adobe Illustrator estuvieran a la misma escala y situación.

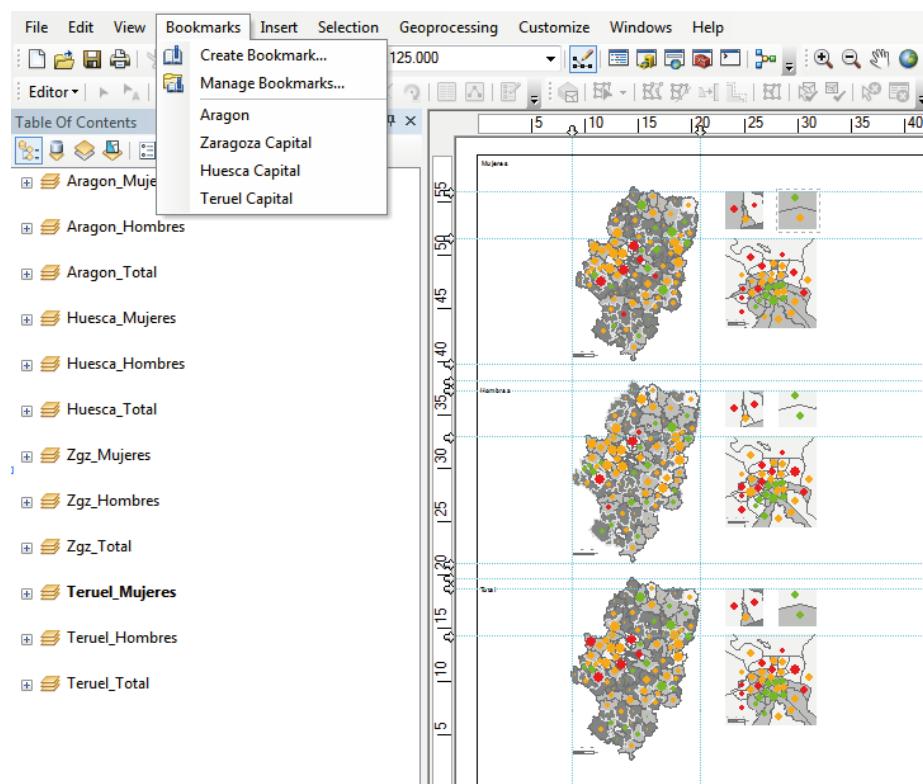


Figura 79. Vista general del *layout* del proyecto. Software GIS. Fuente: elaboración propia.

6.3. Post-proceso Infográfico

Aunque desde el software SIG se podría haber elaborado todo el proceso cartográfico, una de las prioridades de este TFM ha sido que la cartografía resultante fuera visualmente atractiva. Según Wright (1972), “*la calidad de un mapa es también en parte un asunto de estética. Los mapas deberían ser armoniosos. Un mapa feo, con colores desagradables, un tratamiento rudimentario de las líneas, con una disposición de elementos pobemente diseñada puede ser tan preciso como un mapa bonito, pero es menos probable que inspire confianza*”. Estando completamente de acuerdo con esta afirmación, era necesario contar con un software infográfico para mejorar la estética de la cartografía. El software utilizado, el cual ya se ha mencionado en páginas anteriores, fue Adobe Illustrator. Con la ayuda de las herramientas de este programa – guías, guías inteligentes (permiten posicionar un elemento respecto a otro para que queden alineados), creación de polígonos, textos y gráficos, paleta de colores, etc.) se disponía de todo lo necesario para lograr este objetivo.

Como había que crear varias series de mapas era importante contar con una plantilla con las capas bien organizadas en donde tras crear la primera serie *sólo* hubiera que importar los mapas desde el software SIG, y modificar el contenido del título, textos y gráficos. En la figura 80 se muestra como se organizaron las capas y subcapas y la utilización de guías para la delimitación de los márgenes y la disposición de los diferentes elementos (títulos, textos, gráficos, etc.).

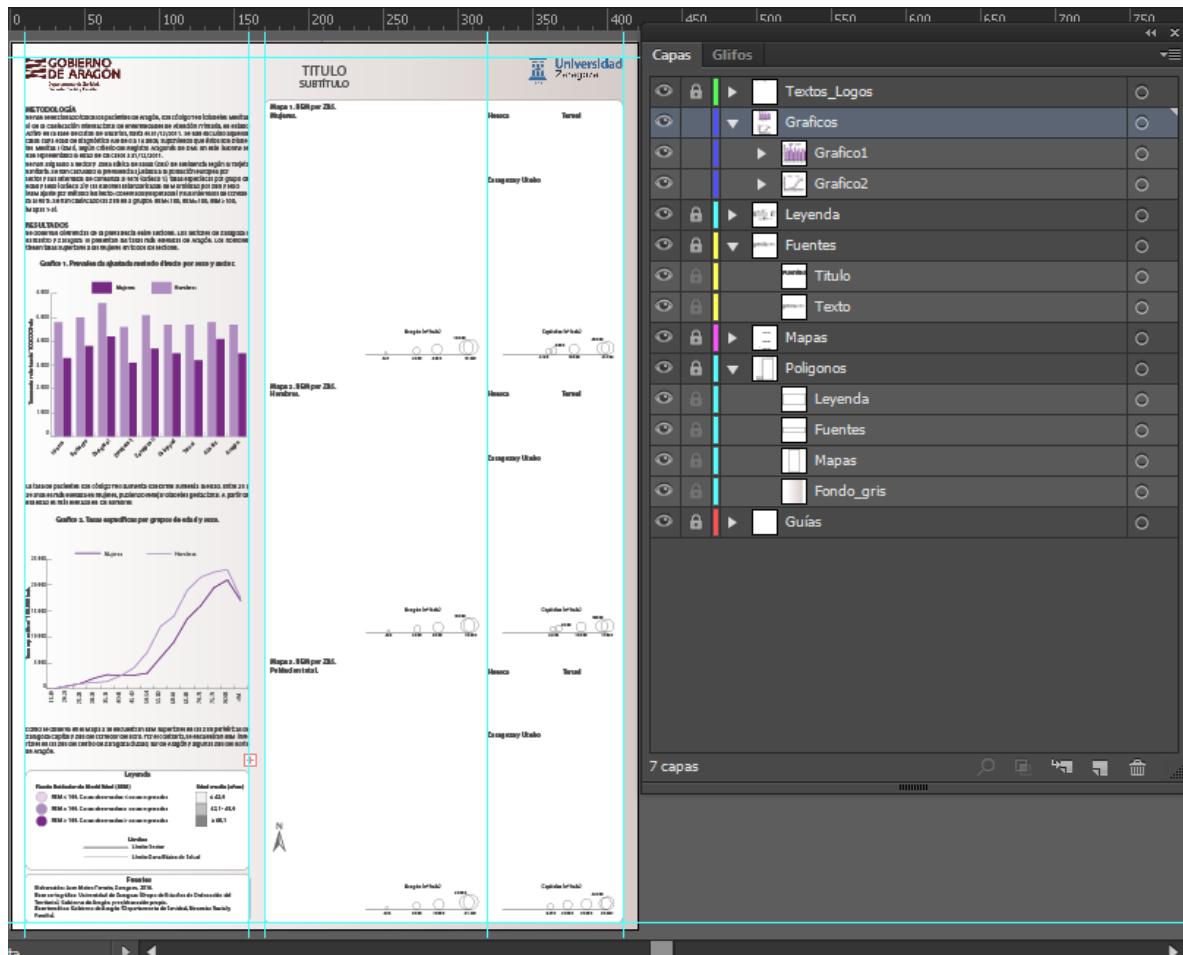


Figura 80. Ejemplo de página A2 con las distintas capas y subcapas de almacenamiento de información en Adobe Illustrator. Fuente: elaboración propia.

Esta plantilla, junto con otra para el formato A3, se adjuntan en los anexos en un pen-drive con el nombre de: *AI_PlantillaA2* y *AI_PlantillaA3*. Estas plantillas serán de gran utilidad en el caso de que quiera ampliarse el Atlas con más enfermedades.

6.4. Diseño del color

Variables reales (edad media y REM)

Según Zúñiga (2009), es importante utilizar de manera correcta el color porque si se utiliza en exceso o de manera incorrecta pueden saturar el mensaje. En ese sentido, se prestó especial atención a que esto no sucediera. De hecho, la variable visual color no se empleó como tal (principalmente porque suele utilizarse para expresar información cualitativa y se estaba trabajando con información cuantitativa) sino que se empleó el valor (para la edad media y REM de hipertensión) y el tono (para el resto de las REM). La tabla 2 muestra cuales fueron los colores utilizados en cada una de las series cartográficas (la edad media es común a todas ellas).

Variable real	Variable visual	Colores		
Edad media	Valor		gray	gray
REM. Hipertensión	Valor		orange	red
REM. Tabaquismo	Tono		yellow	brown
REM. Obesidad	Tono		pink	purple
REM. Diabetes	Tono		light blue	dark blue
REM. Dislipemias	Tono		light green	green
REM. Incapacidad	Tono		light yellow	blue
REM. Valoración total	Tono		yellow	orange

Tabla 2. Resumen de los colores utilizados en la cartografía. Fuente: elaboración propia.

Estos colores fueron extraídos de la página web colorbrewer2.org. Esta web, creada por la Universidad de Pensilvania, permite, introduciendo el número de clases con las que se trabaja, la naturaleza de la leyenda (secuencial, divergente o cualitativa) y especificando si la variable visual es tono (combinación de colores multi-tono) o valor (combinación de colores mono-tono), crear tus propias leyendas de color. Además, la web permite seleccionar combinaciones de colores que sean aptas para daltónicos, que se visualicen bien en pantallas de LCD y copias en papel y que, además, en caso de realizar fotocopias en blanco y negro los colores se distingan bien unos de otros (*Vid. Figura 81*).

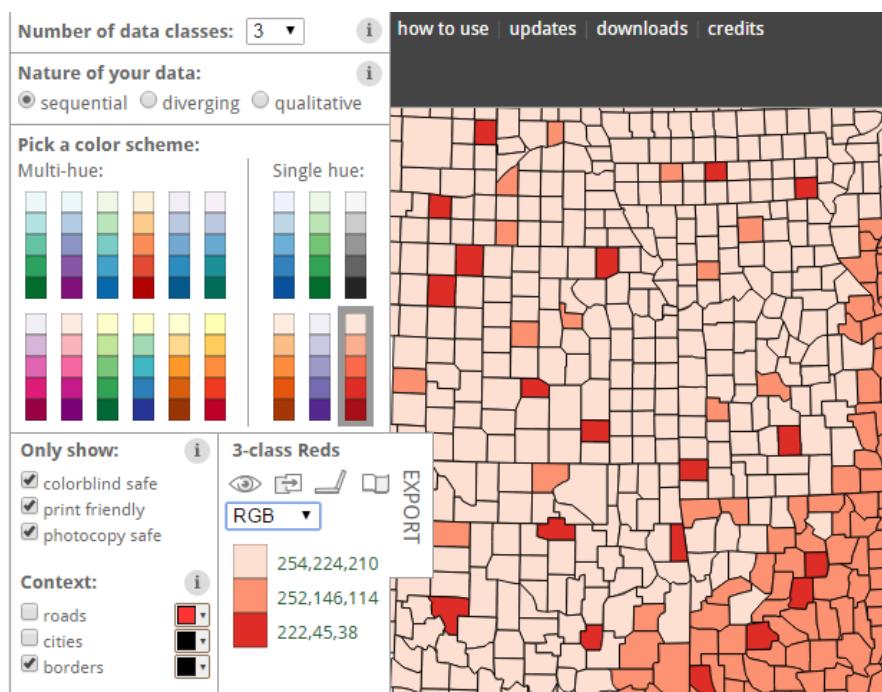


Figura 81. Captura de pantalla de la web colorbrewer2.org. Colores utilizados para el informe de Hipertensión Arterial. Fuente: www.colorbrewer2.org

Otro aspecto que había que tener en cuenta en relación a la selección de color era que éstos se distinguieran bien con los grises utilizados para la edad media. Según Zúñiga (2009), la percepción de un color varía sustancialmente dependiendo del fondo o del color que lo envuelva. Cuando a una figura se la rodea de un color muy parecido al de ella o que esté cercano en el círculo de colores, el color de la figura tiende a agrisarse. Este fenómeno se producía con los colores más claros (REM < 100) cuando coincidían con las ZBS con la población más joven (gris más claro). Para solventar este problema, se decidió insertar un borde fino (0.25 puntos) de color gris (R 77 G 77 B 77) para que mejoraba sustancialmente la visibilidad de estos círculos (*Vid. Figura 82*).

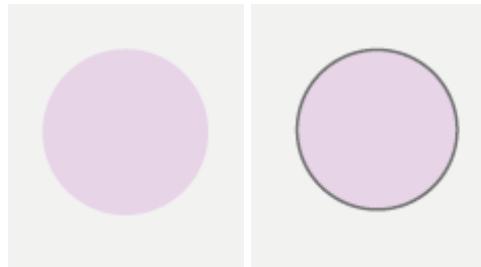


Figura 82. REM < 100 (Informe de Obesidad) sobre ZBS de menor edad media; antes (izquierda) y después (derecha) de la inserción del borde. Fuente: elaboración propia.

También se detectaban, en menor grado, problemas de visibilidad cuando las REM > 100 coincidían con las ZBS de mayor edad media (gris más oscuro). En esta ocasión, se utilizó un borde del mismo grosor (0.25 puntos) pero de gris más claro (R 225 G 225 B 225), véase figura 83.

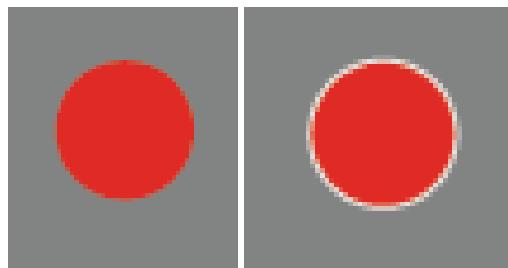


Figura 83. REM > 100 (Informe de Hipertensión Arterial) sobre ZBS de mayor edad media, antes (izquierda) y después (derecha) de la inserción del borde. Fuente: elaboración propia.

Textos, gráficos y otros elementos

Para evitar que el resto de elementos del Atlas (título y subtítulo general, textos, líneas y textos de los gráficos, títulos de los mapas, etc.) tuvieran demasiado peso visual frente a los mapas se utilizó un color gris (R 77 G 77 B 77) descartando el color negro (R 0 G 0 B 0) en todo momento.

Fondo

Como ya se comentó en el apartado 5.5. de este trabajo (en la parte de *Cohesión entre páginas pares e impares del formato A3*) el fondo del Atlas lleva un gris con degradado lineal suave que le proporciona un aspecto más agradable.

6.5. Impresión de la cartografía

Los mapas se exportaron desde el *Layout* del software SIG en formato *.ai*, con la mejor calidad de salida que ofrece este programa y con una resolución de 1.200 dpi (*dots per inch*, puntos por pulgada). El dpi es una unidad de medida de la resolución de imagen de un escáner, impresora, etc. Sirve para medir la cantidad de puntos que *entran* en una pulgada. Para impresiones profesionales se usan impresoras con resoluciones de 1.200 dpi en adelante. Tras consultar este asunto con el profesional que se iba a encargar de la impresión de los mapas y siguiendo sus recomendaciones, se decidió escoger el valor de 1.200 dpi.

Otro aspecto a tener en cuenta era el grosor o gramaje del papel. Para el Atlas en formato A3, tras probar con un gramaje de 80 gr/m² (demasiado translucido), se optó por un papel de 100 gr/m², con la portada y contraportada con papel de mayor gramaje (250 gr/m²) para aportarle mayor robustez al documento. En el caso de la cartografía en A2 se decidió optar por un gramaje superior, 150 gr/m². El motivo es que este papel es más resistente y por lo tanto más indicado para impresiones tipo póster que están más expuestas y es más probable que se deterioren.

Es necesario comentar algunos problemas que surgieron en la impresión de los documentos:

- respecto a la impresión en el formato A2, por un defecto en el plóter, el color gris de fondo adquirió un tono ligeramente distinto, apenas apreciable. En un proyecto de mayor envergadura se recomienda la impresión de las cartas de color utilizadas en los plotter que se van a utilizar para evitar modificaciones visuales de este tipo.
- respecto a la impresión en el formato A3, se generaron unos bordes blancos en todas las páginas ya que la impresora no era capaz de imprimir a sangre (hasta el límite de la hoja). Para solventar este problema se imprimió en formato SRA3 (32 x 45 cm; ligeramente superiores a las del A3 que son 29,7 x 42 cm) y se recortó hasta las dimensiones del A3.

7. VISOR WEB

El nuevo Atlas en formato analógico puede ser de gran interés para su distribución entre los profesionales de la salud. Sin embargo, es complicado que la versión impresa del Atlas llegue a manos de muchas personas. Por este motivo, también se quería – y así se dejó constancia de ello en los objetivos de este TFM – que esta información pudiera ser accesible para cualquier ciudadano gracias a la utilización de las nuevas tecnologías.

Sin tener, de partida, experiencia en programación web, lenguaje xml, etc. pero gracias al conocimiento adquirido en la asignatura *60418 - Visualización, presentación y difusión de la información geográfica* se pudo desarrollar un visor web para lograr el objetivo marcado.

7.1. ¿Qué es un visor web?

Un visor web es una aplicación que sirve para mostrar y explotar información cartográfica. Todos los visores muestran la información de forma gráfica en mapas, pero además, la mayoría de ellos también permite realizar búsquedas y consultas de información asociada a elementos geográficos.

7.1.1. ¿Qué es un WMS?

Para la creación de este visor se ha utilizado el protocolo estándar *Web Map Service* (WMS) el cuál se sirve de imágenes de mapas georreferenciados a través de Internet que se generan por un servidor de mapas con datos almacenados en una base de datos GIS. Este protocolo fue desarrollado y publicado por primera vez por el *Open Geospatial Consortium*³ (OGC) en 1999. A diferencia de otros tipos de servicios definidos por la OGC, los WMS solo permiten la visualización de información a través de imágenes (mapas) generadas a partir de la información espacial almacenada en el servidor. Por lo tanto, la información original no se puede manipular, si bien se permite la consulta de información a través de consultas.

7.1.2. Aspectos técnicos de un WMS

Estructura cliente-servidor

La arquitectura cliente-servidor es un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Un cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor, quien le da respuesta (*Vid. Figura 84*).

³ Consorcio que aglutina más de 300 organizaciones públicas y privadas. Su principal objetivo es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los SIG e Internet.

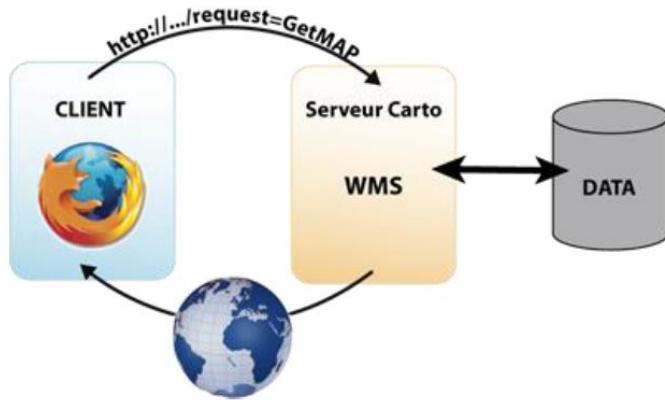


Figura 84. Estructura cliente-servidor. Fuente: Material docente de la asignatura 60418 – *Principios del diseño cartográfico*.

Funciones básicas

Para poder ser considerado un WMS un servicio debe por lo menos realizar dos funciones:

- *GetCapabilities*: devuelve los parámetros sobre el WMS (formato de imagen y versión WMS) y las capas disponibles (delimitación, sistemas de coordenadas, url, etc.)
- *GetMap*: devuelve una imagen del mapa.

No obstante, se pueden especificar opciones adicionales como:

- *GetFeatureInfo*: si una capa está marcada como *consultable* se puede solicitar información acerca de un elemento (clic con el ratón).
- *GetLegendGraphic*: imagen de la leyenda del mapa, dando una guía visual para asignar elementos.

Interoperabilidad

Propiedad derivada de los estándares OGC. Asegura que las funcionalidades puedan ser consumidas por cualquier aplicación que entienda estos estándares. De este modo se asegura la compatibilidad e interoperabilidad necesaria para que los datos y servicios puedan ser utilizados, combinados y compartidos sin estar sujetos a productos o licencias determinadas.

7.2. Software WMS empleado

Servicios

Para publicar los datos es indispensable algún medio para hacer accesible la información. Se distingue entre:

- Servidor web: *Apache Tomcat*, es gratuito y ofrece un servicio estable y sencillo de mantener y configurar.
- Servidor de geodatos: *Mapserver*, soporte para la visualización y consulta de cientos de ráster, vector y formatos de base de datos.

Interfaz

Permite la visualización y consulta de información a través de la web:

- *p.mapper*: basado en *MapServer* y *PHP/MapScript*. Proporciona un conjunto de herramientas listas para usar. Hace uso de html, css, JavaScript, xml, php.

7.3. Desarrollo del visor

Una vez instalados los programas mencionados en el apartado anterior, a continuación se explica cómo se elaboró el visor.

Los archivos más importantes y con los que se trabajó fueron:

- *config_default.xml*: fichero que controla la apariencia de la interfaz del visor. Controla las capas que se cargan del fichero *.map* al que se conecta. Define las agrupaciones de la leyenda, qué capas son visibles y cuáles no. También define las búsquedas y sobre qué campos.
- *MapFile (pmapper_demo.map)*: es un archivo de texto que controla la información espacial que se va a representar en el mapa y define las características del servicio web. Es el núcleo de *Mapserver* ya que determina qué información se incluye y como se representa (proyección, orden de capas, simbología, etc.).

Lo más operativo era modificar el archivo *.map* existente con la ayuda del software QGIS. Este programa permite exportar un proyecto GIS en un archivo *.map* para posteriormente copiar el texto de las capas que se quieren proyectar en el visor web.

7.3.1. Código cartográfico de la capa principal

En esta ocasión, y a diferencia del Atlas analógico, se quería conseguir una cartografía más sencilla – el usuario final es un público general – utilizando solamente la variable real REM con una implantación de tipo superficial (ZBS) y variable visual valor o tono (no se empleaba, por la tanto, ni la edad media, ni el nº de habitantes). Los colores utilizados fueron los mismos que en el Atlas analógico. En la leyenda de las enfermedades en lugar de mencionar los niveles de REM se decidió que figurase *Baja incidencia, media o alta* por que se consideró más fácil de entender para un público general. La metodología y el porqué de estos niveles figurarían en un link aparte accesible desde la página web.

7.3.2. Otras capas del visor

Además de las todas las capas de REM (agrupadas en la categoría de *enfermedades*, véase figura 85), también se iban representar los límites de los municipios y los Sectores Sanitarios y las Comunidades Autónomas (esta última capa era para situar a Aragón dentro del conjunto del país y para poder añadir información de otras regiones en el futuro).

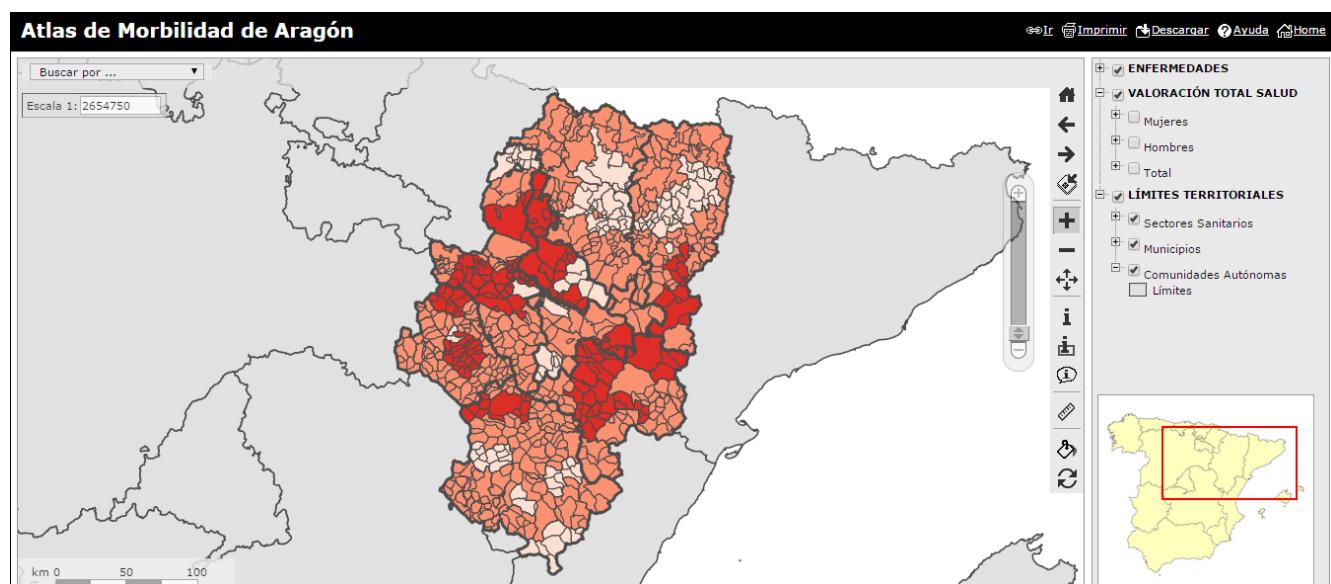


Figura 85. Aspecto del visor web. En esta imagen Hipertensión Arterial en mujeres. Fuente: elaboración propia.

7.3.3. Configuraciones

En el archivo *pmapper_demo.map*: en la figura 86 se muestran algunas de las líneas que se modificaron para que las capas se visualizasen correctamente (y con los colores que les correspondían) y para que en la tabla de contenidos de visor apareciesen los textos deseados (en lugar de los que aparecían por defecto). Esta figura es un ejemplo de la capa Hipertensión Arterial en mujeres, pero se hizo lo mismo para el resto de capas.

```

171 LAYER
172   NAME 'Hipertension_Mujeres' Nombre del shape
173   TYPE POLYGON
174   DUMP true
175   TEMPLATE fooOnlyForWMSSGetFeatureInfo
176   EXTENT 414360.918419 4405411.246353 1151301.118457 4751518.548518
177   DATA 'Hipertension_Mujeres.shp'
178   METADATA
179     "DESCRIPTION" "Hipertension Mujeres"
180     "#ows_title" 'Hipertension Mujeres' Nombre de la capa en el visor
181   END
182   STATUS OFF
183   TRANSPARENCY 100
184   PROJECTION Sist. Proyección: ETRS89 Zona 30N
185   "init_crs=25830" EPSG
186   END
187   CLASSITEM 'Incidencia'
188   CLASS
189     NAME "Baja incidencia" Nombre otorgado a REM<100 en la leyenda
190     EXPRESSION "1"
191     STYLE
192       WIDTH 0.91 Color de la línea exterior de las ZBS
193       OUTLINECOLOR 77 77 77 Color de la línea exterior de las ZBS
194       COLOR 254 224 210 Color de Baja incidencia
195     END
196   END

```

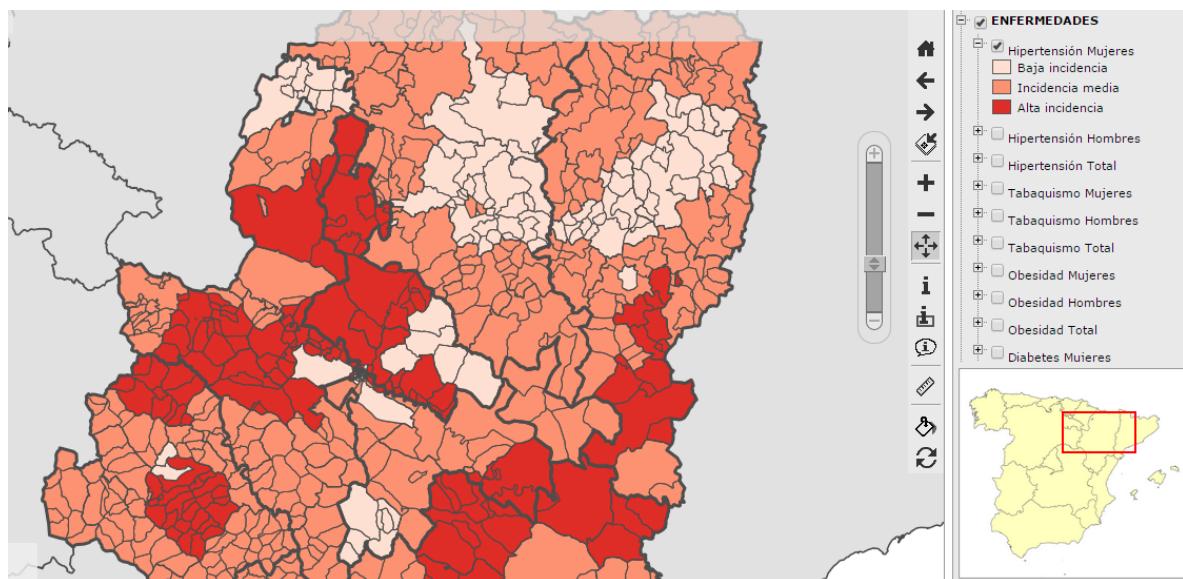


Figura 86. Modificaciones en el archivo *pmapper_demo.map* (arriba) y resultado (abajo).

Fuente: elaboración propia.

Es importante comentar que el orden en que se disponen las capas en este archivo determina la superposición de unas capas sobre otras en el visor (no en la tabla de contenidos como se verá a continuación). Por ejemplo, la capa de Comunidades Autónomas, que se quería visualizar por debajo de todas las demás, se debía colocar la primera en el *.map*. Al contrario sucedía con las capas de Sectores Sanitarios y municipios (Vid. *Figura 84*) que se querían visualizar por encima del resto; éstas se colocaron las últimas en el *.map*.

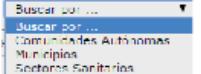
En el archivo *config_default.xml*: el orden de las capas en este archivo determina su orden en la tabla de contenidos (Vid. *Figura 87*). En él también se determina que capas serán utilizadas para realizar búsquedas y cuáles serán sus criterios. Se habilitaron búsquedas para las capas de Comunidades Autónomas, Sectores Sanitarios y municipios. De esta manera, si se quiere saber a qué ZBS pertenece

un municipio basta con escribir su nombre el buscador y el propio visor se dirige automáticamente a ese lugar.

```

<category name="ENFERMEDADES"> PRIMER GRUPO
  <group>Hipertension_Mujeres</group>
  <group>Hipertension_Hombres</group>
  <group>Hipertension_Total</group>
  <group>Tabaquismo_Mujeres</group>
  <group>Tabaquismo_Hombres</group>
  <group>Tabaquismo_Total</group>
  <group>Obesidad_Mujeres</group>
  <group>Obesidad_Hombres</group>
  <group>Obesidad_Total</group>
  <group>Diabetes_Mujeres</group>
  <group>Diabetes_Hombres</group>
  <group>Diabetes_Total</group>
  <group>Dislipemias_Mujeres</group>
  <group>Dislipemias_Hombres</group>
  <group>Dislipemias_Total</group>
  <group>Incapacidad_Mujeres</group>
  <group>Incapacidad_Hombres</group>
  <group>Incapacidad_Total</group>
</category>
<category name="VALORACIÓN TOTAL SALUD"> SEGUNDO GRUPO
  <group>Indice_Morbilidad_Mujeres</group>
  <group>Indice_Morbilidad_Hombres</group>
  <group>Indice_Morbilidad_Total</group>
</category>
<category name="LÍMITES TERRITORIALES"> TERCER GRUPO
  <group>Sectores_Sanitarios</group>
  <group>Municipios</group>
  <group>Comunidades_Autonomas_ETRS89_30N</group>

```



```

144 <searchlist version="1.0">
145   <dataroot>S</dataroot> Nombre del shape
146   <searchitem name="Comunidades_Autonomas_ETRS89_30N" description="Comunidades Autónomas">
147     <layer type="shape" name="Comunidades_Autonomas_ETRS89_30N">
148       <field type="s" name="Nombre" description="Comunidad Autónoma" wildcard="0" />
149     </layer> Campo del shape para
150     la búsqueda
151   <searchitem name="Municipios" description="Municipios">
152     <layer type="shape" name="Municipios">
153       <field type="s" name="Nombre" description="Municipio" wildcard="0" />
154     </layer>
155   </searchitem>
156   <searchitem name="Sectores_Sanitarios" description="Sectores Sanitarios">
157     <layer type="shape" name="Sectores_Sanitarios">
158       <field type="s" name="Sector" description="Sector Sanitario" wildcard="0" />
159     </layer>
160   </searchitem>
161 </searchlist>
162
163
164
165 </pmapper>

```

Figura 87. Archivo *config_default.xml*. Establecimiento del orden de las capas en la tabla de contenidos (arriba) y criterios de búsqueda (abajo). Fuente: elaboración propia.

El visor web está disponible en la siguiente dirección:

http://155.210.62.105/morbilidad/map_default.phtml

III. CONCLUSIONES

La publicación de documentos cartográficos en nuestra Comunidad Autónoma como el Atlas de Morbilidad de Aragón es siempre una buena noticia. Se pone a disposición de los ciudadanos y profesionales información sanitaria que de otra manera es probable que no se difundiera. Además, sirve de ejemplo para otros territorios y les anima a crear sus propios atlas sanitarios. En la página web del Observatorio de Salud de Asturias, por ejemplo, hay una entrada con información sobre el Atlas de Morbilidad de Aragón (<http://www.obsaludasturias.com/obsa/atlas-de-morbilidad-de-aragon/>) que lo pone de manifiesto. Sería muy interesante que el resto de Comunidades Autónomas publicasen también su atlas de morbilidad y que esta información estuviera disponible para todos los ciudadanos a través de un visor web como el que se ha creado en este TFM.

No obstante, no es suficiente con publicar la información, ésta debería cumplir siempre con dos premisas básicas:

1. Ser precisa y veraz (como así ocurría ya en el Atlas de Morbilidad de Aragón original);
2. Mostrarse de una manera lo más atractiva posible a nivel visual.

Se puede considerar que este TFM ha contribuido a aportar propuestas en esta segunda premisa. Además, se han definido los protocolos para que, a partir de toda la información recogida en este documento más los archivos compartidos en los anexos, otros profesionales puedan generar nueva cartografía siguiendo la metodología y estilos aquí propuestos. De hecho, sería muy positivo que el esfuerzo y tiempo dedicado en la elaboración de este trabajo sirviera para facilitar y agilizar el trabajo de otros profesionales. De esta manera, se podrían incluir nuevas enfermedades en el Atlas y actualizarlos año tras año convirtiéndose en una publicación de carácter anual.

IV. BIBLIOGRAFÍA

- Benach de Rovira, J.; Martínez Martínez, J.M. (2013): *Atlas de mortalidad en municipios y unidades censales de España (1984-2004)*. Fundación BBVA, Bilbao, 239 pp.
- Bertin, J. (1967): *Semiologie graphique : les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris. Mouton: Gauthier-Villars. 431 pp.
- Borrell C, Cano-Serral G, Martínez-Beneito MA, Marí-Dell'Olmo M, Maica Rodríguez-Sanz, y el grupo MEDEA (2009): *Atlas de mortalidad en ciudades de España (1996-2003)*, Barcelona, 314 pp.
- Cauvin, C., Escobar, F. y Serradj, A. (2007a): *Cartographie thématique 1. Una nouvelle démarche*. Paris. Lavoisier. 284 pp.
- Chrisman, N.R. (1998): *Rethinking Levels of Measurement for Cartography. Cartography and Geographic Information Science*, 25: 231-242.
- Flannery, J.J. (1971): *The Effectiveness of Some Common Graduated Point Symbols in the Presentation of Quantitative Data*. *Canadian Cartographer*, 8: 96-109.
- Gutiérrez Romero, M. (2009): *Geosalud, desarrollo y aplicación de sistemas de información geográfica en salud pública*. *Este País* (México), 220: 44-47.
- Ramírez, M.L. (2004): *La moderna Geografía de la Salud y las Tecnologías de la Información Geográfica*. *Revista Investigaciones y Ensayos Geográficos de la Carrera de Geografía de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Formosa*. Argentina. Año IV – Nº 4. Universidad Nacional de Forma. Facultad de Humanidades. Carrera de Geografía: 53-64.
- Rodrigues, M. (2014). Material docente de la asignatura 60418 – *Principios del diseño cartográfico*. Máster en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.
- Slocum, T.A., McMaster, R.B., Kessler, F.C. y Howard, H.H. (2005): *Thematic cartography and geovisualization*. Upper Saddle River, NJ. Pearson/Prentice Hall, 518 pp.
- Stevens, S.S. (1946). *On the theory of scales of measurement*. *Science*, 103: 677-680.
- Wright, J.K. (1942): *Map Makers are human. Comments on the subjective in maps*. *The Geographical Review*, 32, 8-25.
- Zúñiga, M. (2013). Material docente de la asignatura 60422 – *Principios del diseño cartográfico*. Máster en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.
- Zúñiga, M. (2009). *Propuesta cartográfica para la representación y análisis de la variable población mediante sistemas de información geográfica e infografía: el caso español*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza, Facultad de Geografía e Historia, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. 710 pp.

REFERENCIAS WEB

- Color Brewer 2.0. Color advice for cartography. Dirección: <http://colorbrewer2.org/>
- Observatorio de Salud en Asturias. Dirección: <http://www.obsaludasturias.com/obsa/atlas-de-morbilidad-de-aragon/>
- Visor web del TFM. Atlas de Morbilidad de Aragón. Dirección: http://155.210.62.105/morbilidad/map_default.phtml

V. GLOSARIO

- **Atlas.**- Colección de mapas geográficos, históricos, etc., en un volumen.⁴
- **Cartografía.**- Conjunto de mapas que permiten analizar un territorio.⁵
- **Código CIAP.**- Existen clasificaciones para registrar la actividad realizada en Atención Primaria, pero solamente una se ha diseñado para describirla de forma global. Es la Clasificación Internacional de la Atención Primaria (CIAP) que permite la recogida y análisis de tres importantes componentes de la consulta médico-paciente: la razón de consulta, el problema atendido y el proceso de atención.
- **Diabetes Mellitus tipo 2.**- La diabetes mellitus es una enfermedad crónica producida por un déficit absoluto o relativo de insulina, y como consecuencia de ello, el organismo es incapaz de regular de forma adecuada la cantidad de glucosa en sangre. Existen dos tipos de diabetes, tipo 1 y tipo 2. La diabetes tipo 2 a menudo no cursa con síntomas, por lo que puede pasar desapercibida durante mucho tiempo para el enfermo, pero las cifras elevadas de azúcar en sangre (glucemias), pueden estar causando lesiones en sus órganos, de modo silencioso. Si da síntomas, habitualmente aparecen como un exceso de sed (polidipsia), la necesidad de visitar el baño con frecuencia para orinar (poliuria) y la pérdida de peso. Sin embargo, a pesar de esta pérdida de peso, no existe inapetencia, al contrario, el paciente tiene tendencia a comer más (polifagia). Al contrario de la tipo 1, donde siempre se debe recurrir al tratamiento con insulina, en la diabetes tipo 2 puede llegar a controlarse con la dieta, el ejercicio o con medicación. Pero si no se controla bien, puede aumentar el riesgo de padecer una enfermedad cardiaca, ictus, daños neurológicos y ceguera.
- **Dislipemia.**- Es la alteración en los niveles de lípidos (grasas) en sangre (fundamentalmente colesterol y triglicéridos). El exceso de colesterol en sangre produce la acumulación del mismo dentro de las arterias, fenómeno que se conoce con el nombre de placa. Esto hará que las arterias disminuyan su calibre y endurezcan, comprometiendo la llegada de oxígeno y nutrientes al órgano al cual irrigan (corazón, cerebro, miembros inferiores), con la consecuente afectación del mismo. Está demostrado que la combinación de niveles elevados de colesterol con otros factores de riesgo cardiovascular (tabaquismo, hipertensión arterial, diabetes) aumenta notablemente el riesgo de daño arterial y por ende el riesgo cardiovascular global (posibilidad de sufrir un ataque cardiaco o cerebral).
- **Epidemia.**- Descripción en la salud comunitaria que ocurre cuando una enfermedad afecta a un número de individuos superior al esperado en una población durante un tiempo determinado.⁶
- **Epidemiología.**- Estudio de la distribución y los determinantes de estados o eventos (en particular de enfermedades) relacionados con la salud y la aplicación de esos estudios al control de enfermedades y otros problemas de salud.⁷
- **Hipertensión arterial.**- Es el aumento de la presión arterial de forma crónica. Es una enfermedad que no da síntomas durante mucho tiempo y, si no se trata, puede desencadenar complicaciones severas como un infarto de miocardio, una hemorragia o trombosis cerebral, lo que se puede evitar si se controla adecuadamente. Las primeras consecuencias de la hipertensión las sufren las arterias, que se endurecen a medida que soportan la presión arterial alta de forma continua, se hacen más gruesas y puede verse dificultado al paso de sangre a su través. Esto se conoce con el nombre de arterosclerosis.
- **Mapa.**- Es una representación esquemática a tamaño reducido de toda o una parte de la superficie terrestre sobre un plano (2 dimensiones) y mediante un modelo convencional.⁸
- **Mapa temático.**- Aquel que está diseñado para analizar variaciones espaciales de uno o más temas que se pueden localizar en el territorio.⁹
- **Morbilidad.**- Proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado.¹⁰

⁴ Diccionario de la Legua Española (DRAE), 22^a edición (2001).

⁵ Zúñiga, María. “Principio del Diseño Cartográfico”. Universidad de Zaragoza. Octubre 2013.

⁶ Organización Mundial de la Salud (OMS).

⁷ Organización Mundial de la Salud (OMS).

⁸ Zúñiga, María. “Principio del Diseño Cartográfico”. Universidad de Zaragoza. Octubre 2013.

⁹ Zúñiga, María. “Principio del Diseño Cartográfico”. Universidad de Zaragoza. Octubre 2013.

- Obesidad y sobrepeso.- El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2).
La definición de la OMS es la siguiente:
 - Un IMC igual o superior a 25 determina sobrepeso.
 - Un IMC igual o superior a 30 determina obesidad.
- OMI-AP.- En el sistema sanitario de Aragón, a lo largo de los últimos diez años se ha llevado a cabo la implantación de la historia clínica electrónica en Atención Primaria. En 2011 se completó el proceso alcanzando a todos los centros de salud. Esta historia clínica electrónica se recoge y gestiona mediante la aplicación OMI-AP, donde los procesos de salud son codificados según la Clasificación Internacional de Enfermedades de Atención Primaria (CIAP-1). El Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Familia, desde la Dirección General de Salud Pública, a través de las secciones de Información e Investigación Sanitaria y de Vigilancia Epidemiológica, analiza la información obtenida de OMI-AP con el objetivo de valorar de forma sistemática el estado de salud en Aragón.
- Razón Estandarizada de Morbilidad (REM)
 - $\text{REM} = (\text{Casos observados} / \text{Casos esperados}) \times 100$
- Zona Básica de Salud.- Aquella delimitación geográfica que sirve de referencia para la actuación del equipo de atención primaria. Ello es así, a pesar de conocerse la existencia excepcional de zonas básicas que albergan a más de un equipo de profesionales (equipo de atención primaria).¹¹

¹⁰ Diccionario de la Legua Española (DRAE), 22^a edición (2001).

¹¹ Según el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

VI. ANEXOS

Los anexos de este trabajo se encuentran en un pen-drive y contienen los siguientes archivos:

- MORBILIDAD_RANKING_POR_ZBS_ARAGON_ENERO_2013.xls (Excel)
- ZBS_2010_JMP_ETRS89 (shape)
- ZBS_2013_JMP_ETRS89 (shape)
- AI_PlantillaA2.ai (archivo Adobe Illustrator)
- AI_PlantillaA3.ai (archivo Adobe Illustrator)
- pmapper_demo.map (archivo visor web)
- config_default.xml (archive visor web)