

# TRABAJO FIN DE MÁSTER

## **VARIABILIDAD ESPACIAL DE LAS PREVALENCIAS DE OBESIDAD EN ARAGÓN DESDE LOS DETERMINANTES DE SALUD**

***Autor: Jorge Méndez Insua***

***Directora: Carmen Bentué Martínez***

**Máster Universitario en**

**Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección**

**Noviembre de 2023**



**Universidad**  
Zaragoza

**Departamento de Geografía  
y Ordenación del Territorio**



## Resumen

En este estudio se ha trabajado sobre las prevalencias de obesidad en hombres, mujeres y población infantil para la Comunidad Autónoma de Aragón. A través del uso de técnicas geoestadísticas se han analizado sus niveles de asociación con una serie de Determinantes de Salud relacionados con aspectos socioeconómicos para comprobar si los índices de obesidad se deben en mayor medida a los valores de estos indicadores.

El tratamiento de los datos ha sido un aspecto fundamental en este estudio para cumplir con los requisitos del modelo de regresión GWR. El primero de ellos es la normalidad de los datos, su organización en torno a una distribución normal. Para saber si cumplen esta condición se ha aplicado el test de Kolmogorov-Smirnov para las tres prevalencias con las que se está trabajando. El siguiente requisito es de la colinealidad, se ha buscado que las variables identificadas como explicativas tengan independencia lineal entre sí, de modo que la información que cada una de ellas aporte sea única. A través del test de Spearman se ha determinado el grado de correlación que muestran estas variables.

Ante la colinealidad observada, se ha aplicado el ACP con el objetivo de reducir la dimensionalidad de las variables explicativas para así sintetizar su información y eliminar aquella de carácter redundante que no aporte nada al análisis. Al llevar a cabo este proceso se ha dividido la información original en tantas dimensiones como variables explicativas iniciales había -cuatro- y se ha seleccionado el componente principal que mejor sintetiza los datos de partida. A este indicador se le ha llamado Nivel Socioeconómico y se ha incluido en el análisis GWR para ver las variaciones espaciales que condicionan el desarrollo de las prevalencias de obesidad. Finalmente, mediante la representación del indicador del  $R^2$  y de su significancia es posible determinar en qué zonas del territorio el componente socioeconómico influye con mayor intensidad en la prevalencia de obesidad.

Los resultados obtenidos han demostrado que los factores socioeconómicos explican una parte importante de la prevalencia de obesidad adulta del territorio aragonés, especialmente en zonas urbanas. Sin embargo, para la prevalencia de obesidad infantil, los factores externos tienen un peso superior. Por ello, en futuros análisis la inclusión de indicadores de otras temáticas se antoja fundamental para lograr resultados más completos y certeros.

**Palabras clave:** "GWR", "Prevalencia", "Determinantes de la Salud", "Asociación", "Análisis de Regresión"

## Abstract

*In this study the main approach has been the analysis of obesity prevalences for men, women and children living in Aragón. Geostatistical methods have been used to assess association levels between these prevalences and a group of social determinants of health related to socioeconomic topics, in order to prove that obesity rates are mainly attributed to these factors.*

*Data processing has been a fundamental part of this study so as to meet GWR method requirements. The first of them is data normality, it must follow a normal distribution. In order to prove this condition, all three prevalences have been tested by Kolmogorov-Smirnov test. The following requirement is collinearity, all explanatory variables must have linear independence as a way to assure that their data is unique and no information is redundant. Using Spearman test, their correlation coefficients have been calculated.*

*Having proved collinearity, ACP has been used to reduce dimensionality in explanatory variables so as to synthesise their data and erase redundant information. By running this process, original data has been divided into four dimensions and the most efficient synthesising principal component has been selected. It has been given the name "Socioeconomic level" and included in GWR analysis to see which spatial variations contribute to the development of obesity*

*prevalences. Finally, by representing  $R^2$  values and its statistical significance it is possible to determine in which areas socioeconomic values play a more vital role regarding spatial distribution of obesity prevalences.*

*Final results have proven that socioeconomic values explain a big part of adult obesity prevalences in Aragón, particularly in urban areas. Meanwhile, in children obesity prevalence, external factors seem to have more importance. Due to this, the inclusion of other kinds of variables regarding different topics is vital in order to obtain more complete and precise results in future studies.*

**Key words:** "GWR", "Prevalence", "Social Determinants of Health", "Association", "Regression Analysis"

## Índice

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. ÁREA DE ESTUDIO.....	9
3. VARIABLES .....	12
3.1. Variables dependientes .....	12
3.1.1. Estandarización de los datos.....	12
3.2. Variables independientes .....	12
4. MÉTODOS.....	15
5. RESULTADOS .....	17
5.1. Distribución espacial de las variables dependientes.....	17
5.2. Análisis de colinealidad entre DS .....	18
5.2.1. Test de normalidad.....	20
5.2.2. Test de colinealidad .....	20
5.3. Análisis de Componentes Principales.....	21
5.4. Asociación entre prevalencias y DS.....	24
5.5. GWR.....	25
6. DISCUSIÓN .....	27
7. CONCLUSIONES .....	31
8. BIBLIOGRAFÍA .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

**Figura 1.** Mapa de la distribución de las ZBS en Aragón

**Figura 2.** Ampliación a las ZBS del entorno de Zaragoza, Monzón y Huesca

**Figura 3.** Distribución espacial de las prevalencias de obesidad

**Figura 4.** Distribución espacial de los DS escogidos para el análisis

**Figura 5.** Matriz de correlaciones entre DS

**Figura 6.** Gráfico de barras de porcentaje de varianza explicada por dimensiones

**Figura 7.** Distribución espacial del PC Nivel Socioeconómico

**Figura 8.** Matriz de correlaciones entre prevalencias, DS y PC-Nivel Socioeconómico

**Figura 9.** Distribución espacial del  $R^2$  y de su significancia

**Tabla 1.** Resultados del Test de Kolmogorov-Smirnov

**Tabla 2.** Eigenvalores y porcentaje de varianza explicada por dimensiones

**Tabla 3.** Desviación estándar por Componente Principal

**Tabla 4.** Asociación entre Nivel Socioeconómico y los DS que lo componen

**Tabla 5.** Resultados del GWR

## 1. INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad consistente en la acumulación excesiva de grasa corporal que resulta perjudicial para la salud (Beydoun y Wang, 2007). La evolución de la obesidad ha estado sometida a distintos cambios en sus patrones y en su desarrollo en los diferentes grupos de población (Beydoun y Wang, 2007), aumentando de forma continua en las últimas décadas. Se ha convertido en un problema de salud pública de primer orden en gran parte del mundo (Ramón-Arbués et al., 2019), constituyendo una de las principales causas de muerte evitable (Jia et al., 2016). La investigación en torno a los factores que regulan el peso corporal indican que se trata de una enfermedad de carácter crónico, y cuyo índice de recaída es muy elevado (Cuevas y Ryan, 2022). El rápido crecimiento de su prevalencia, especialmente en los países más desarrollados, hace que comience a adquirir las características de una epidemia, confirmándose así como uno de los principales retos para la salud pública (Martínez et al., 2002).

Según estimaciones de la OMS, la prevalencia mundial de obesidad se ha triplicado desde el año 1975. Alrededor de 650 millones de personas padecían esta enfermedad en el año 2016, aproximadamente el 13% de la población mundial, de modo que cada vez en más países del mundo la prevalencia de obesidad es superior a la prevalencia de personas con peso inferior al normal (OMS, 2021). En el caso de España, el porcentaje es ligeramente superior, con un 17,4% de personas adultas con obesidad, según datos de la Encuesta Nacional de Salud del año 2017, siguiendo también una progresión en las últimas décadas similar a la experimentada a nivel global (Ministerio de Sanidad, 2020).

Se trata de una condición cuyo principal detimento a la salud del individuo es el nacimiento o agravación de otras muchas dolencias, es identificada como uno de los principales factores de riesgo en cuanto a la contracción o agravamiento de diversas enfermedades crónicas: hipertensión, diabetes, cáncer, artrosis o enfermedades cardiovasculares, entre otras (Kelley et al., 2016). Esta contribución de la obesidad genera de manera indirecta un aumento de la mortalidad prematura y de las situaciones de discapacidad, así como un empeoramiento de la calidad de vida (Aranceta et al., 2003). Del mismo modo, también tiene efectos negativos sobre la salud mental, derivados de la estigmatización que sufren de manera recurrente los individuos con obesidad, lo cual suele producir problemas psicológicos que pueden menoscabar el bienestar y la condición de salud de la persona (Cuevas y Ryan, 2022).

Además, se reconoce que su alcance va más allá de la mera salud del paciente, sus efectos sociales y económicos no pasan inadvertidos. El impacto económico más notorio es el sobrecoste generado sobre el sistema público de salud, que cada vez es más grande (Cuevas y Ryan, 2022). Sin embargo, la economía del propio individuo también se ve afectada, ya que puede suponer un gran condicionante en su vida laboral, desde el aspecto físico pero también desde el aspecto psicológico: reducción de la productividad, aumento del absentismo laboral, menor satisfacción... (Keramat et al., 2021). La parte mental de la obesidad no solamente se traduce en mayores obstáculos a la hora de desempeñar un trabajo, sino que también se manifiesta en la etapa formativa, en cuanto a peores resultados académicos que desembocan en menores posibilidades de acceder a determinados niveles de estudios o profesiones (Cuevas y Ryan, 2022). Existe además una relación directa entre la gravedad de la enfermedad y el coste socioeconómico asociado.

Del mismo modo que existe un gran número de efectos y consecuencias asociadas a la presencia de obesidad, hay otra importante cantidad de factores que explican y condicionan la existencia de la enfermedad. A todas estas características se las conoce como Determinantes de la Salud. La OMS define a los Determinantes de Salud (DS) como “las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, y que son producto de la distribución del capital, el poder y los recursos”. El concepto de DS nace debido a la necesidad de identificación de los mecanismos que provocan las

diferencias en salud entre distintos grupos socioeconómicos (Raphael, 2006), permitiendo así comprender por qué se producen patrones de salud desiguales a partir de condiciones originales de salud semejantes (Gumà et al., 2015). Se trata de una de las mejores formas de poder delimitar la influencia de los factores sociales y ambientales en el diagnóstico (Davidson et al., 2022), así como de medir el grado de calidad del desarrollo y bienestar social (Raphael, 2006).

La idea de que el estado de salud comprende no solamente la condición individual, sino que abarca también los factores ambientales y los estilos de vida es relativamente reciente, se introduce en 1974 con el denominado Informe Lalonde. Esta publicación explica el estado de salud de un individuo o grupo de población como producto de la interacción de un gran número de variables que se pueden agrupar en cuatro categorías principales y que interaccionan entre sí pero que no actúan de manera independiente: biología humana, medioambiente, estilos de vida y sistema de salud (Girón Daviña, 2010). A partir de esta publicación han surgido un gran número de modelos explicativos de los DS siguiendo estas pautas. La creación de modelos conceptuales que puedan representar las relaciones e interacciones de todos los procesos presentes es un aspecto fundamental en la investigación de las desigualdades en salud (Borrell y Malmusi, 2010). Entre ellos destaca el modelo de Dahlgren y Whitehead, donde se dividen los DS en función de su proximidad al individuo, de este modo los más cercanos serían los inherentes al individuo (edad, sexo) y los más lejanos aquellos de carácter local o regional (empleo, educación) (Borrell y Malmusi, 2010). Según este modelo, las condiciones de vida y de trabajo individuales se ven condicionadas por aspectos que afectan al conjunto de la sociedad como la educación, el nivel de desempleo, el sistema sanitario o la producción de alimentos (Raphael, 2006).

La relación entre los DS y la presencia de la obesidad se manifiesta especialmente en los condicionantes generales de la sociedad y los estilos de vida individuales. Los contextos políticos y socioeconómicos reflejan en gran medida la presencia de desigualdades en salud entre grupos de población (Daponte et al., 2008), asociadas estrechamente con las desigualdades socioeconómicas. Por lo general, son los grupos de población con una situación económica desfavorable y menor nivel educativo, los que sufren con más intensidad las desigualdades sociales, y por lo tanto los que presentan una mayor prevalencia de obesidad (Álvarez-Castaño et al., 2012). Tradicionalmente, la obesidad había sido una enfermedad vinculada a los grupos de población con abundancia de recursos (Coduras et al., 2019), no obstante el crecimiento de las desigualdades económicas, y consecuentemente del contraste entre clases sociales, hace que aumente de la misma manera la prevalencia de la enfermedad (Álvarez-Castaño et al., 2012).

Para conocer de primera mano el nivel de equidad en una sociedad, es preciso estudiar estas diferencias de salud existentes entre grupos sociales de distintas zonas (Ruiz-Álvarez et al., 2022). El conocimiento del impacto de los DS sobre diversas áreas geográficas a lo largo de un periodo de tiempo es esencial para conocer la vinculación que tienen las condiciones del medio con el estado de salud de las poblaciones (Santana, 2014). En esta corriente juega un papel fundamental el papel de la Geografía a través de la rama de la Geografía de la salud, cuyo principal objetivo es el análisis de las relaciones territoriales que actúan como factores causales a la hora de generar estas desigualdades en salud para poder aplicar las medidas sanitarias adecuadas (Gurrutxaga, 2019). Se fundamenta su existencia en la idea de que el territorio es un DS de la población crucial a varias escalas y que las desigualdades en salud son evitables.

Los elementos a analizar se agrupan en indicadores de salud y variables territoriales: los primeros indican las desigualdades espaciales en salud y los segundos determinan el grado en el que los patrones geográficos explican los resultados en salud (Gurrutxaga, 2019). A través de las relaciones establecidas entre estos parámetros se puede determinar qué tipo de factores resultan más

condicionantes a la hora de generar desigualdades en salud vinculadas con las condiciones sociales, económicas, ambientales, estilos de vida...

La principal aportación de la Geografía en materia de salud es analizar la variabilidad geográfica de la prevalencia de enfermedades y contextualizarla desde el punto de vista del conjunto de factores sociales y ambientales que actúan en el territorio. En este sentido destaca el reconocido papel de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramientas que permiten la captura, el almacenamiento y la representación de grandes cantidades de datos georreferenciados (Ascuntar-Tello y Jaimes, 2016). Ayudan a identificar los grupos de población y las áreas que experimentan con mayor magnitud las desigualdades en salud estableciendo su grado de vinculación con los factores sociales, económicos o ambientales (Loyola et al, 2002), así como a representar los resultados de la aplicación de métodos geoestadísticos que suponen una parte relevante del análisis de estas asociaciones (Gurrutxaga, 2019).

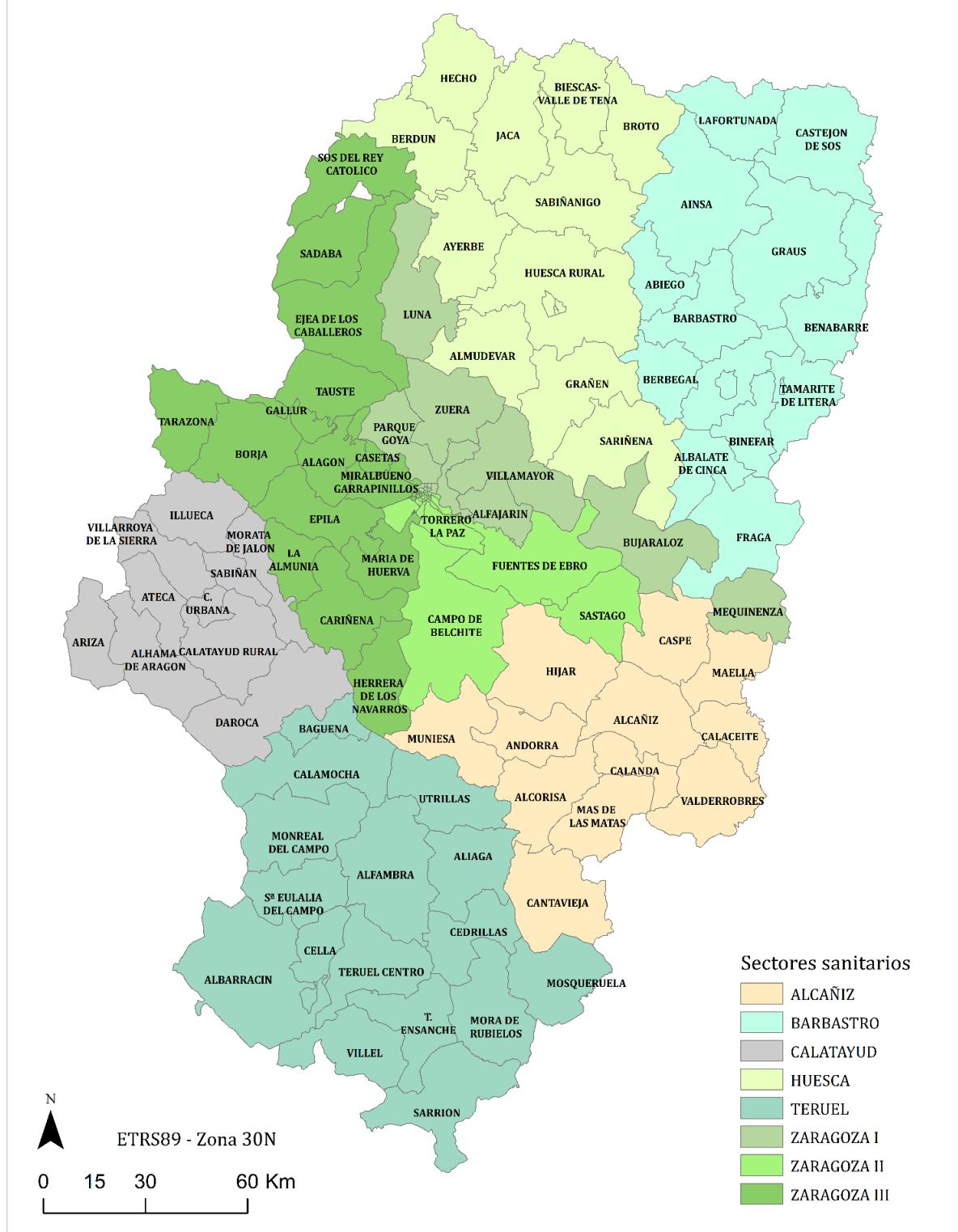
En este trabajo se tiene como principal objetivo analizar si existe variabilidad espacial en la asociación estadística entre la prevalencia de obesidad tanto en adultos como en la población infantil y una serie de DS de naturaleza socioeconómica. Para ello se han empleado técnicas geoestadísticas como la Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) y la representación cartográfica de estas asociaciones, para así poder visualizar a través de la creación de cartografía temática en qué zonas del territorio tiene mayor peso sobre dichas prevalencias la influencia de los indicadores socioeconómicos seleccionados.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

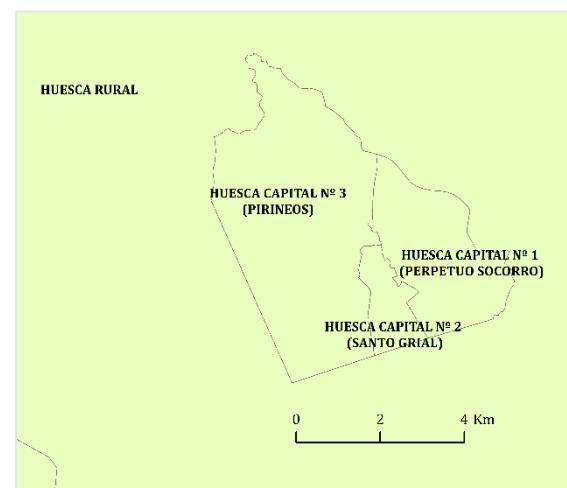
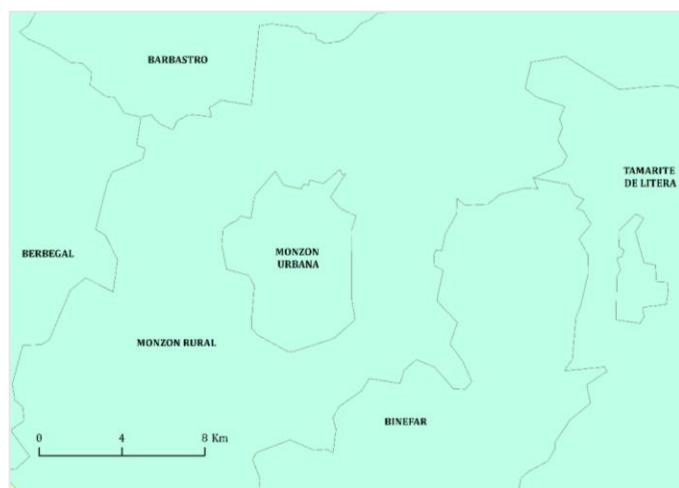
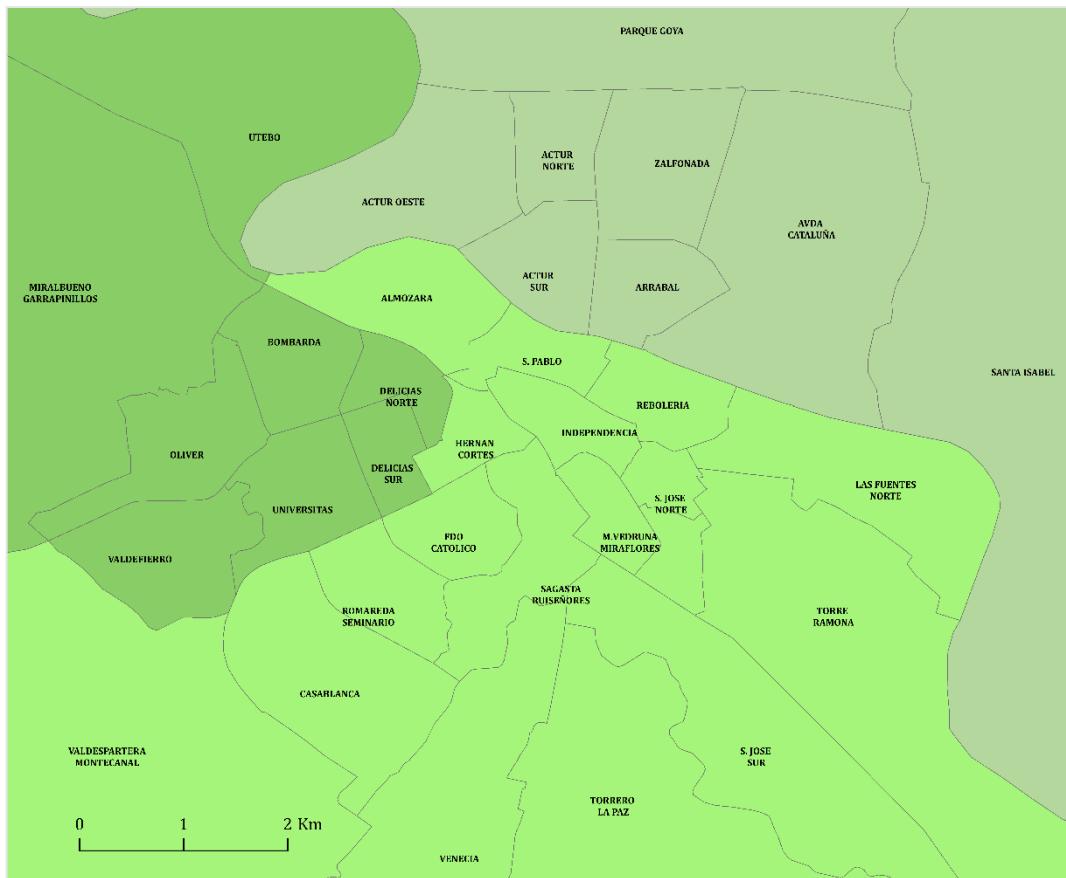
El área de estudio de este trabajo se corresponde con el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón. Situada en el noreste de la península Ibérica, es la cuarta Comunidad Autónoma española por superficie, con más de 47000 km<sup>2</sup> de extensión, y la undécima por población, con alrededor de 1,3 millones de habitantes (INE, 2021). Políticamente se divide en tres provincias (Huesca, Teruel y Zaragoza) constituidas por 713 municipios, aunque para el análisis de este trabajo se empleará otro tipo de división. El nivel de desagregación utilizado es el de la Zona Básica de Salud (ZBS), división geográfica básica del sistema sanitario de Aragón, empleada para responder de manera equitativa a las necesidades de salud de la población. El reparto del territorio en las distintas ZBS sigue un criterio dual: se emplean indistintamente en función de las características del territorio y su población los límites municipales o de secciones censales. Existen así un total de 123 ZBS que a su vez se agrupan en ocho grandes Áreas de Salud, como se observa en las figuras 1 y 2.

Las particularidades del territorio aragonés determinan la dispar configuración de la morfología de las ZBS. En las principales zonas urbanas (Teruel, Huesca o Calatayud) se encuentran ZBS de reducido tamaño debido a la mayor cantidad de población que habita en esos núcleos con el objetivo de realizar un reparto igual de usuarios. Este fenómeno se manifiesta en su máximo exponente en la ciudad de Zaragoza, urbe que se subdivide en más de 30 ZBS. De este modo, se logra compartimentar una ciudad de casi 700.000 habitantes en zonas que apenas llegan a superar los 30.000 usuarios de salud en función de sus secciones censales. Por otro lado, en las áreas que más acusan los procesos de despoblación las ZBS tienen una extensión mucho mayor y a la vez aglutinan una proporción de la población considerablemente menor, de modo que el nivel de desagregación es municipal.

## Zonas Básicas de Salud (ZBS) por Sectores Sanitarios



**Figura 1.** Mapa de la distribución de las ZBS en Aragón



**Figura 2.** Ampliación a las ZBS del entorno de Zaragoza, Monzón y Huesca

### 3. VARIABLES

Se ha trabajado con indicadores sobre prevalencia de obesidad en adultos e infantil como variables dependientes, y con indicadores sobre DS como factores explicativos.

#### 3.1. Variables dependientes

- Prevalencia de obesidad en adultos: los indicadores se han descargado del Atlas de Salud de Aragón del Instituto Geográfico de Aragón. En origen se trata de datos brutos referentes al total de pacientes adultos desagregados por sexo, con un diagnóstico de obesidad en el año 2014. El tratamiento de estos datos ha requerido un proceso de estandarización de tasas, que se explicará más adelante.
- Prevalencia de obesidad infantil: el indicador ha sido proporcionado por el Grupo de Investigación en Enfermedades Crónicos EpiChron de la Universidad de Zaragoza y expresa el porcentaje en este rango de edad. El diagnóstico se corresponde con el año 2015 y el nivel de desagregación es la ZBS.

##### 3.1.1. Estandarización de los datos

Los datos disponibles sobre prevalencia en adultos (hombres y mujeres) son absolutos, es decir, informan del número total de personas que padecen la enfermedad en cada ZBS. El problema de este tipo de información es que a la hora de establecer paralelismos o contrastes con los datos de otras áreas resulta una tarea muy complicada debido a las diferencias en las estructuras de la población. Por ello, es necesario convertir estos datos a una tasa estandarizada donde la ponderación se lleve a cabo con una referencia similar, de modo que la comparación de los datos se realice entre grupos homogéneos (Sergas, 2023).

El proceso de estandarización requiere contar con los datos de partida (número de casos de obesidad por ZBS), con la población total de cada ZBS y con la población total de la Comunidad Autónoma de Aragón, que se usará de referencia (Kitagawa, 1964). La información relativa a la población total está disponible en el Instituto Aragonés de Estadística (IAEST).

- Primero es preciso obtener la tasa bruta de obesidad, a través de la división del número de casos de obesidad por ZBS entre su población total.
- Se multiplica la tasa bruta de cada ZBS por la población de referencia para obtener la prevalencia esperada.
- Por último se divide la prevalencia esperada para cada ZBS entre la población de referencia, y el producto de esta operación se multiplicará por 100 para obtener finalmente la tasa estandarizada.

La tasa estandarizada de prevalencia de obesidad, por hombres y por mujeres, para cada ZBS será la información que se empleará en el análisis estadístico.

#### 3.2. Variables independientes

Como variables independientes se emplearán los datos relativos a los diferentes DS que pueden tener influencia sobre la prevalencia de obesidad. El proceso de obtención de los datos pertinentes se ha basado en la recogida de información de diferentes estadísticas oficiales, especialmente aquellas procedentes del Instituto Nacional de Estadística, del Instituto Geográfico de Aragón (IGEAR) y del Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). Las variables recogidas pertenecen a diferentes temáticas: demográficas, sociales, económicas... que pueden ejercer una influencia sobre los resultados de obesidad.

Para llevar a cabo el análisis estadístico se han seleccionado un total de cuatro variables que pueden contribuir a explicar la distribución de la prevalencia de obesidad:

- Población total: número total de usuarios del Sistema Aragonés de Salud (SAS). Datos obtenidos de la Estadística de Tarjetas Sanitarias del IAEST del año 2014, a escala de ZBS.
- Renta neta media anual de los hogares: ingresos netos percibidos durante el año anterior por los miembros del hogar, sean por trabajo de cuenta ajena o propia, prestaciones, rentas u otras fuentes. Datos obtenidos del Atlas de Distribución de Renta de los Hogares del año 2020, a escala municipal y de sección censal.
- Personas con estudios de Grado I: relación entre el total de personas de 16 y más años que no han finalizado los estudios de ESO, EGB o Bachillerato elemental sobre el total de población de esta edad, en tantos por cien. Datos obtenidos del Censo de Población y Viviendas de 2011, a escala municipal y de sección censal.
- Personas con estudios de Grado III: relación entre el total de personas de 16 años que están en posesión de un título de diplomatura universitaria, arquitectura técnica, ingeniería técnica o equivalente, grado universitario, licenciatura, arquitectura, máster oficial universitario, especialidades médicas o doctorado, sobre el total de población de esta edad, en tanto por cien. Datos obtenidos del Censo de Población y Viviendas de 2011, a escala municipal y de sección censal.

La selección de estas variables se justifica con los precedentes encontrados en diversos estudios sobre esta temática. Como se puede ver, los determinantes escogidos están directamente relacionados con la situación socioeconómica del individuo, en este caso con el nivel de formación y de renta. Este tipo de condicionantes han sido catalogados como factores diferenciales a la hora de definir la intensidad de las desigualdades en salud (Gumà, 2015), a pesar de que su estudio en relación con la obesidad es relativamente reciente, desde finales del siglo pasado (Benítez-Llamazares, 2016). Los contextos socioeconómicos que pueden afectar a una sociedad son determinantes estructurales de las desigualdades (Daponte et al., 2008) y se manifiestan de diversas maneras, su influencia sobre el individuo no es directa sino que actúan desde muchos puntos: calidad de la vivienda, hábitos de alimentación, actividad física... (Palomino-Moral et al., 2014) y al mismo tiempo actúa en ambas direcciones: determinan la prevalencia de la enfermedad y suponen un factor decisivo en el agravamiento de la misma (Organización Panamericana de la salud, 2000). Los DS de carácter socioeconómico han mostrado un mayor peso también a la hora de definir la distribución geográfica de las desigualdades en salud (Gumà et al., 2015).

La mayoría de las aproximaciones al concepto de los DS hacen hincapié en la desigual organización y la distribución de los recursos sociales y económicos (Raphael, 2006), ya que la prevalencia de las enfermedades experimenta una aceleración en aquellos grupos que se encuentran en situación de desventaja (Davidson et al., 2022). Dentro de estos escenarios de desigualdad se posicionan como indicadores cruciales aquellos relacionados con la renta o el nivel de formación, ya que por su naturaleza extienden su influencia por un gran número de determinantes: empleo, vivienda, hábitos alimentarios... y en mayor o menor medida contribuyen a la estratificación de los individuos de una sociedad (Temes-Cordovez, 2017). Esta creciente gradación de la población en función de la intensidad con la que padecen las desigualdades contrasta con la abundancia de recursos sanitarios de los que se puede disponer en la actualidad (Bleda-García, 2006), de ahí que los condicionantes socioeconómicos jueguen un papel tan importante. Se ha comprobado que factores como los ingresos, nivel formativo o niveles de empleo tienen vínculos estrechos con la salud de las poblaciones, de modo que cuando los indicadores relativos a estos factores aumentan, los indicadores de salud de la sociedad también lo hacen (Santana, 2014). Se trata de algunos de los DS más influyentes, son una de las principales vías de expresión de los determinantes estructurales de salud (Álvarez-Castaño et al., 2012).

La prevalencia de obesidad suele ser mayor en grupos que se encuentran en una situación de desventaja económica, educativa y social (Álvarez-Hernández et al., 2020). Las diferencias entre

clases sociales se pueden manifestar en los estilos de vida individuales o en el entorno ambiental, sin embargo uno de los aspectos donde se hacen más notables es en la distribución de los recursos económicos (Bleda-García, 2006). El aumento de las desigualdades económicas contribuye al crecimiento del gradiente social, y consecuentemente de la prevalencia de la obesidad (Álvarez-Hernández et al., 2020). Existe una fuerte tendencia a relacionar la obesidad con el salario en cuanto a sus consecuencias discriminatorias (Benítez-Llamazares, 2016), no solamente debido a la asociación con menores ingresos, sino también por la mayor probabilidad de desempleo y por el gran componente de género que acarrea. El nivel de ingresos determina en gran medida el acceso a la nutrición, los alimentos que consumen los individuos con menor poder adquisitivo suelen ser los de menor precio, que se caracterizan por tener niveles altos de energía y bajos en nutrientes (Ortiz-Moncada et al., 2010).

No obstante, no es tan importante la desigualdad en cuanto a la renta sino la inseguridad que genera la inestabilidad en los mismos (Álvarez-Castaño et al., 2012), ya que puede alterar factores como la calidad de la vivienda o la salud emocional de la población afectada (López-Ejeda et al., 2020). Del mismo modo también afecta al nivel de actividad de la población, los grupos con menor nivel de renta acostumbran a presentar índices de sedentarismo superiores, que repercuten de manera directa sobre la prevalencia de obesidad entre la población afectada (Fernández-Alvira et al., 2015). Un claro ejemplo del impacto de una enfermedad sobre grupos de diferente origen socioeconómico se encuentra con la reciente epidemia de COVID-19, cuya distribución también ha estado condicionada por los DS derivando en una mayor incidencia en los territorios con peores condiciones económicas, especialmente en ciudades con menor renta media (Antoñanzas-Serrano y Gimeno Feliu, 2021).

Las desigualdades en el nivel de formación de los individuos también suponen un factor diferencial a la hora de determinar el impacto de la obesidad en los distintos grupos de población existentes en la sociedad. El nivel educativo es un aspecto sustancial que no solamente define buena parte de los recursos a los que puede acceder un individuo, sino que también determina el juicio de las personas para determinar qué recursos son más beneficiosos. Este último caso se produce a la hora de buscar una dieta adecuada, por lo general los grupos con un nivel educativo más elevado tienden a preocuparse más por llevar una dieta sana (Martín-Almendros et al., 1999), además de tener mayor conciencia sobre la importancia de reducir el estrés, aumentar la actividad física y alejarse del consumo de sustancias nocivas. El nivel de formación es un factor explicativo de la calidad del empleo, por lo general las personas con un nivel educativo inferior ocupan puestos de trabajo de carácter manual (Ortiz-Moncada et al., 2010). La relación entre el empleo y la obesidad no es directa, sino que los factores que intervienen interaccionan entre sí: el nivel de formación es determinante de empleo de peor calidad, donde la labor manual acostumbra a ser superior y el salario inferior, de modo que no se fomenta la actividad física en el tiempo libre y el nivel de ingresos puede ser insuficiente para llevar una dieta saludable (Goday-Arnó et al, 2013).

Estas cuatro variables aparecen en dos formatos: con los datos divididos por ZBS o por sección censal. Una vez ya conocidas las variables con las que se va a trabajar, es preciso uniformizar los datos a un nivel de desagregación común, que en este caso será el de ZBS. Para ello se requiere la aplicación de herramientas SIG que permitan enlazar esta información de carácter espacial. Se asociarán los datos de los DS, tanto por sección censal como por ZBS, con sus respectivas capas vectoriales, aplicando la unión en función de los campos que contengan sus respectivos códigos de identificación, de modo que cada dato quedará ligado a una entidad de cada capa, puntual en el caso de las secciones censales y superficial en el caso de la ZBS. Con toda la información distribuida por las entidades de las capas, es necesario unir los datos pertenecientes a la capa de secciones censales con la capa de ZBS. Mediante la función de unión espacial, se vincularán los datos de todas las secciones censales a las ZBS con las que comparten espacio geográfico. Finalmente, se obtienen por un lado las variables seleccionadas para realizar el análisis estadístico unificadas a escala de ZBS, y por otro lado una base

espacial a la misma escala con la que representar cartográficamente la distribución espacial de estas variables.

#### 4. MÉTODOS

Una vez se han obtenido para cada ZBS los datos correspondientes a las variables dependientes y a las cuatro variables independientes seleccionadas, corresponde llevar a cabo el análisis estadístico. Las operaciones que se realizarán giran en torno a la aplicación de un método de regresión, que en el caso de este trabajo será la Regresión Ponderada Geográficamente (GWR, por sus siglas en inglés). Los modelos de regresión son un tipo de métodos estadísticos que tratan de definir la relación entre una o varias variables dependientes y un número determinado de variables independientes (García-Condado, 2016). Se pueden encontrar esencialmente en dos categorías: modelos globales y modelos locales. La principal diferencia entre ambos grupos es que los modelos locales tienen en cuenta el componente espacial de la información disponible, reconocen que la variabilidad espacial es un factor que afecta a la distribución de los datos y a los condicionantes que influyen en su evolución (Beltrán-Verdú, 2020).

Dado que para este trabajo las diferencias sobre el territorio son una parte central del análisis, conviene aplicar un modelo de carácter local, de ahí la elección del modelo GWR. Se trata de un modelo de regresión local de tipo lineal; este tipo de modelos tratan de definir la relación entre la variable dependiente y las variables independientes para poder establecer predicciones sobre su comportamiento (Beltrán-Verdú, 2020). Para ello, deben cumplir ciertos requisitos previos sobre sus datos. Es preciso que los datos de partida de las variables dependientes presenten normalidad, es decir, que se organicen en torno a una distribución normal (Sartika y Murniati, 2021). Se debe aplicar una prueba de bondad de ajuste para saber qué tipo de distribución presentan los datos con los que se va a trabajar, en este caso se usará el test de Kolmogorov-Smirnov ya que la muestra con la que se cuenta es de mayor tamaño -superior a la centena-(Romero-Saldaña, 2016). Esta prueba se basa en el resultado del denominado ‘valor  $p$ ’, que representa el valor de la significancia estadística, determinando que si el ‘valor  $p$ ’ de una variable dependiente supera un determinado umbral se considera que su distribución es normal (Romero-Saldaña, 2016). En caso de que las variables sometidas al test excedan este límite, se aplicará una transformación logarítmica de los datos para obtener la normalidad en su distribución (Avanza et al., 2003). Para este supuesto, el umbral empleado para el ‘valor  $p$ ’ será de 0.05, por lo que si alguna de las variables dependientes no supera este límite, se recurrirá a la transformación logarítmica.

Otro requisito a la hora de aplicar este tipo de modelos de regresión tiene que ver con la colinealidad. Los predictores del modelo (variables independientes) deben tener independencia lineal, es decir, que no existan fuertes correlaciones entre los mismos que puedan resultar en la presencia de información redundante. De este modo se asegura que cada variable explicativa aporte una información única y no se vea condicionada por los datos de las otras variables (Vilà-Baños et al., 2019). Para ello se recurrirá a la aplicación del test de Spearman. A través de esta prueba se lleva a cabo un análisis exploratorio de la relación que se establece entre las variables dependientes y las variables explicativas, además de permitir la realización de un proceso de detección de colinealidad entre las mencionadas variables explicativas (Mendivelso y Rodríguez, 2021). La asociación entre estas variables se presenta en una matriz de correlaciones donde se muestran los coeficientes de correlación existentes entre cada variable representada. La medida empleada comprende un rango que va de 1 a -1, en cuanto a la correlación más elevada posible, tanto de carácter positivo como de carácter negativo.

Si una vez aplicado este test se concluye que existe dependencia lineal entre las variables explicativas, lo ideal sería sintetizar al máximo los datos de las variables presentes manteniendo la mayor cantidad de datos de partida posibles. En este contexto se recurre al Análisis de Componentes Principales (ACP) como técnica de análisis multivariante a la que se recurre con el propósito de reducir la dimensionalidad de la información original, además de evitar la colinealidad existente entre los indicadores que componen las variables explicativas del análisis (Lozares-Colina y López-Roldán, 1991). Su funcionamiento consiste en el ajuste de combinaciones lineales entre los indicadores iniciales con el objetivo de identificar la combinación que logre sintetizar la mayor parte de la información original, recogiendo así en nuevos ejes (componentes principales) buena parte de la varianza original. El primero de los componentes principales contendría y maximizaría la mayor parte de la varianza original, el segundo explicaría buena parte de la varianza que el anterior componente principal no explique, y así consecutivamente hasta que el número de componentes sea equivalente al número de variables de partida (Mackiewicz y Ratajczak, 1993). El criterio seleccionado para escoger los componentes principales pertinentes para el análisis ha sido el de Káiser, según el cual habría que elegir el componente cuya desviación estándar supere el valor 1.

Una vez ya están seleccionados los componentes principales que se usarán en el análisis, se puede aplicar el modelo GWR, que se llevará a cabo mediante el programa GWR4. Con este modelo se realiza un tratamiento individualizado, de modo que para cada entidad que entre en el análisis se aplicará una ecuación de regresión única en función de la configuración espacial de los atributos a tratar y del tipo de parámetros escogidos (Sartika y Murniati, 2021). Esta técnica se lleva a cabo a través del uso de una ventana de carácter móvil, denominada '*kernel*', que se va desplazando por todas las entidades que comprendan el análisis y aplicando su respectiva ecuación de regresión en función de los parámetros seleccionados y de las características de vecindad que presente (García-Condado, 2016). La definición de estos criterios es una parte elemental del proceso de regresión, ya que determinará la cantidad de muestras de datos que afectarán a cada entidad en función de su localización.

Por un lado, existen dos formas de configurar el tipo de ponderación que realiza el *kernel*: la ponderación biquadrática se limita a considerar aquellos datos que se encuentran dentro de un umbral de distancia determinado, más allá de ese límite la información espacial ya no participa en el cálculo de la regresión, mientras que la ponderación de tipo gaussiano tiene en cuenta todas las entidades que formen parte del análisis, pero su peso se reduce cuanto más aumenta la distancia. Por otro lado, es preciso determinar el tamaño del *kernel*: el *kernel* fijo mantiene un tamaño invariable, de modo que se desplaza por la zona de estudio sin modificar su anchura y por lo tanto recogiendo un número cambiante de datos en función del número de vecinos de la entidad en cuestión. El *kernel* adaptativo modifica su tamaño en función de la configuración de las relaciones de vecindad de la entidad en cuestión, tiene que ver con los niveles de densidad en la distribución de las entidades y con sus diferencias en tamaño (Guo et al., 2008).

Al aplicar el modelo GWR, se ofrecerán los resultados de regresión tanto de carácter global como de la regresión local que se quiere realizar originalmente. En este sentido, es preciso comparar los valores que ambos métodos obtienen en cuanto al  $R^2$  ajustado como uno de los principales indicadores del grado de bondad de ajuste del modelo (Wei et al., 2019) para determinar si efectivamente el modelo local ofrece un mejor ajuste y por lo tanto el componente espacial juega un papel importante en la distribución de las variables en el área de estudio.

El modelo GWR también permite analizar los valores de la significancia estadística de las variables. A través de este indicador se puede conocer en qué entidades de la zona de estudio tiene una influencia real el componente espacial de las variables explicativas, en este caso del componente principal seleccionado para el análisis (Matthews y Yang, 2012). Las entidades que no superen un determinado

umbral de confianza se descartarán en la representación final al considerarse de este modo que los resultados de la variable dependiente están influenciados por otros factores. Esta representación se llevará a cabo tomando como referencia el valor del  $R^2$  local, otro parámetro derivado de la aplicación del método de regresión GWR. Con este parámetro se indica, para la variable explicativa elegida, cuál es la proporción de la varianza original de la variable dependiente que ésta justifica. Así se puede conocer la medida de ajuste del modelo y ver dónde las variables explicativas son más importantes para explicar la variable dependiente.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Distribución espacial de las variables dependientes

El punto central de este análisis trata de explicar la relación que mantienen una serie de variables explicativas con unas determinadas variables dependientes. Uno de los aspectos claves es la comprensión de la distribución de cada una de estas variables dependientes, en este caso las prevalencias de obesidad para hombres, mujeres y la población infantil, y cómo las modificaciones en las variables explicativas -los DS- condicionan el modo en el que se configuran sobre el territorio.

En primer lugar, conviene poner en comparación las prevalencias de población adulta, tanto masculina como femenina, ya que sobre el papel los DS les deberían afectar de maneras similares, no así en el caso de la población infantil. De esta forma, se pueden observar paralelismos o diferencias en la forma en la que se distribuyen por el territorio estas prevalencias.

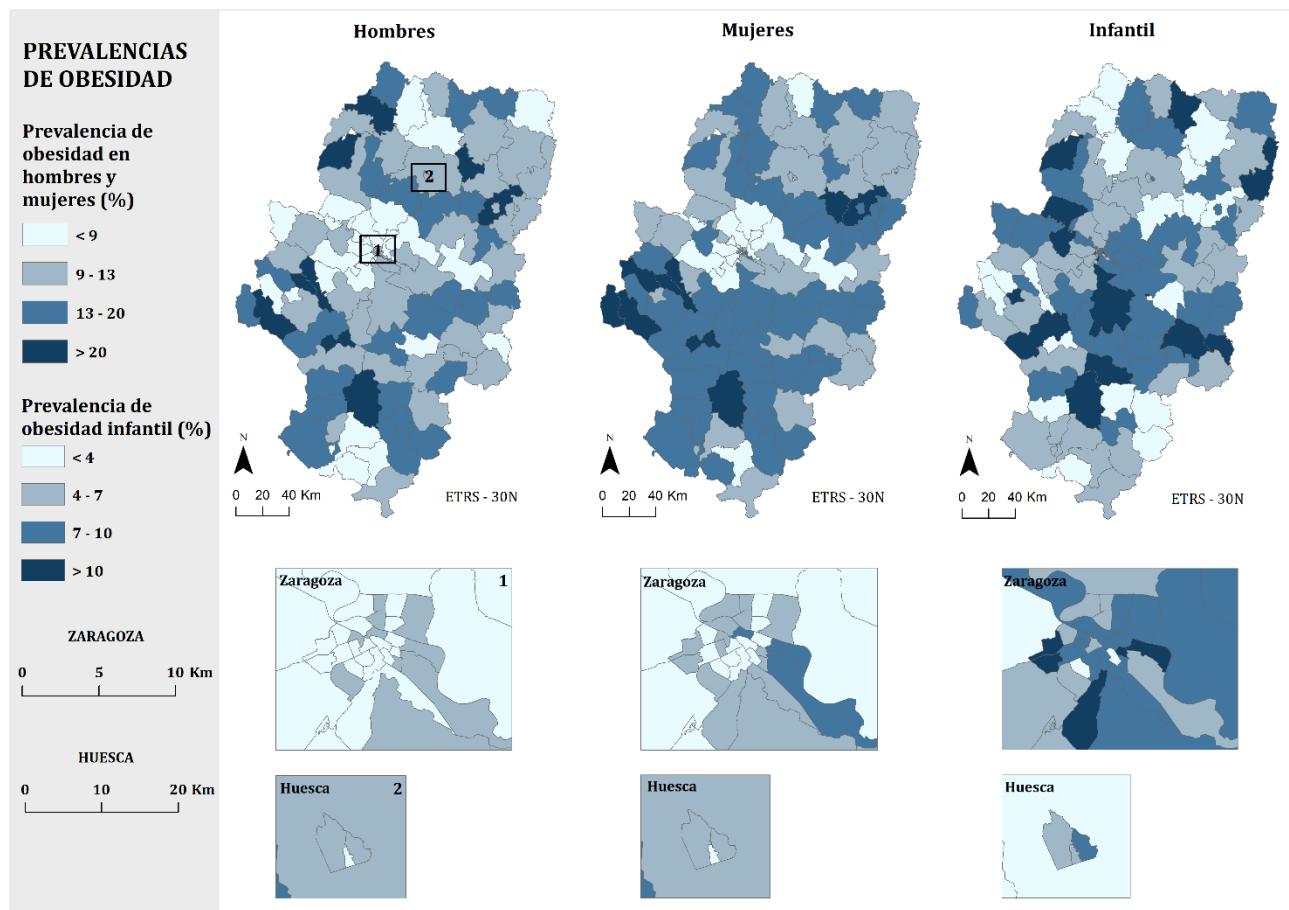


Figura 3. Distribución espacial de las prevalencias de obesidad

De manera general, se observa que la distribución de la prevalencia de obesidad es similar en ambos casos en términos de magnitud, de manera aproximada las zonas que muestran índices más elevados y las zonas de índices más bajos son las mismas. Sin embargo, se aprecia que, en el caso de las mujeres, los niveles de obesidad son algo superiores: hay un mayor número de ZBS que se concentran en los valores medios y altos de la prevalencia, mientras que en el caso de los hombres los valores bajos y medios son más frecuentes.

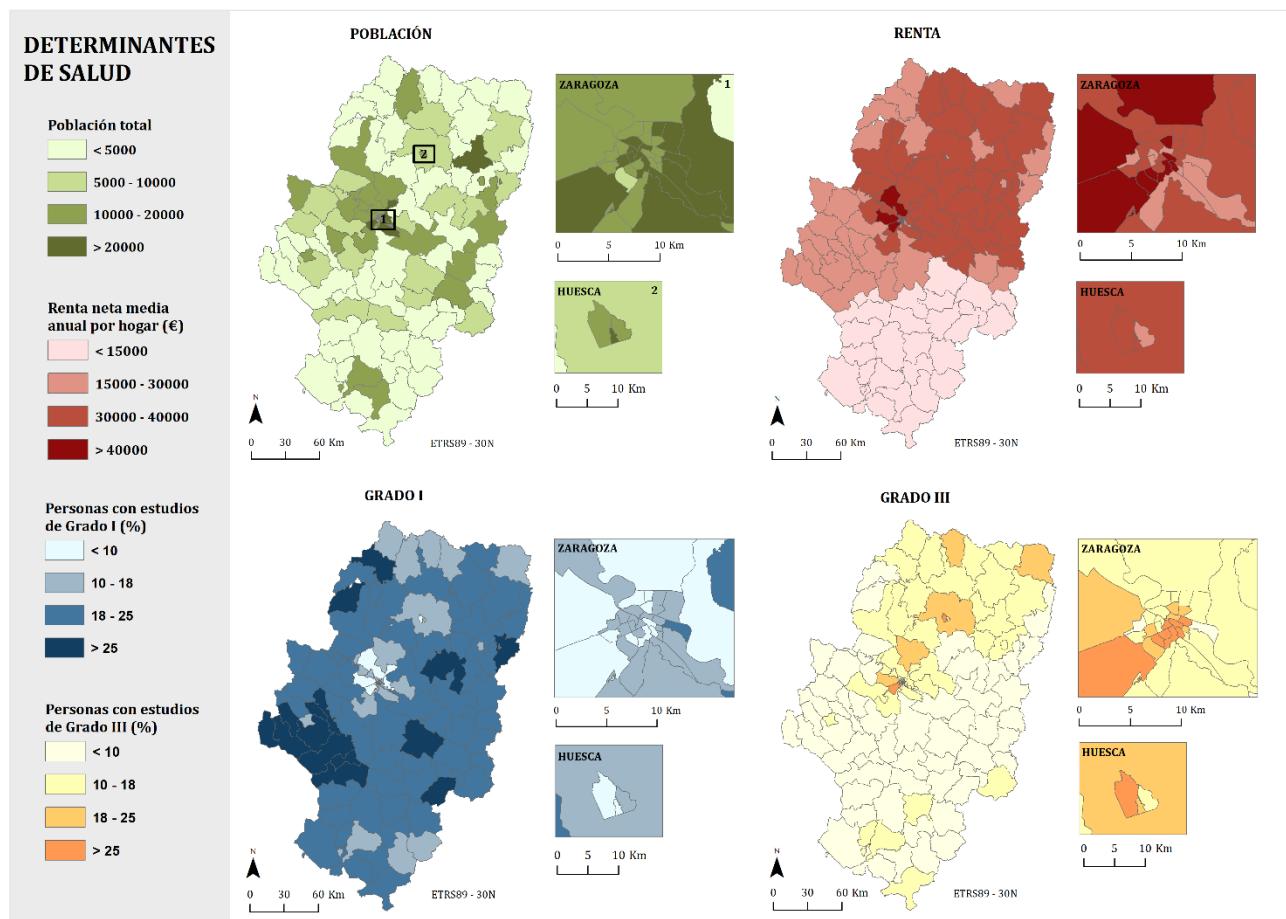
Las zonas de la región que presentan los valores más altos lo hacen tanto para hombres como para mujeres: es el caso de ZBS de los sectores sanitarios de Calatayud -Alhama de Aragón, Sabiñán o Morata de Jalón-, de Teruel -Alfambra o Báguena- y de Barbastro -Monzón o Berbegal-. Del mismo modo, se observa que los valores de prevalencia de obesidad más bajos se encuentran de forma mayoritaria en el entorno de las principales ciudades de la región: en Zaragoza y por el curso del río Ebro, en la zona de Teruel y en la zona de Huesca, así como en algunas ZBS del entorno de los Pirineos. El principal contraste se encuentra en la mitad sur de la Comunidad Autónoma, donde se multiplican los valores medios-altos para las mujeres con respecto a la distribución en la prevalencia masculina. También se presencian cambios, aunque de menor magnitud, en el sector norte del territorio, donde ZBS como Sádaba, Berdún o Abiego se encuentran en el rango de obesidad más elevado en la prevalencia masculina mientras que en la femenina no lo hacen, del mismo modo que ZBS que en el caso de los hombres se sitúan en los valores más bajos, como Jaca, Sabiñánigo o Castejón de Sos, presentan valores más elevados en la prevalencia de obesidad femenina.

En el caso de la obesidad infantil los datos son notablemente diferentes. El principal contraste encontrado se halla en el entorno de la ciudad de Zaragoza. Si bien para las prevalencias de obesidad adultas las principales ciudades presentaban por lo general los valores más bajos, en el caso de la obesidad infantil la situación cambia. Con la excepción del entorno de la ciudad de Teruel, donde se mantienen los valores bajos, en la zona de Huesca los valores son más elevados que en las prevalencias adultas. El mayor exponente de esta observación se da en la ciudad de Zaragoza: mientras que en el caso de los hombres y de las mujeres sus ZBS presentaban algunos de los valores más bajos de la Comunidad Autónoma, para la prevalencia infantil los índices de obesidad han aumentado considerablemente, situándose buena parte de dichas ZBS en valores medios y altos, y teniendo la ZBS con el valor más elevado de todas -Las Fuentes Norte, con 15.09-.

Las zonas con índices de obesidad más elevados también han cambiado, en la prevalencia infantil se encuentran repartidas por todos los sectores sanitarios -excepto Zaragoza I-, en algunos casos con cambios muy notorios, como puede ser el caso de las ZBS de Calatayud Urbana, Benabarre o Tauste. En el extremo contrario, las ZBS con los valores de obesidad más bajos también se dispersan por buena parte del territorio, aunque parece haber una mayor densidad de las mismas en el sector norte de la Comunidad Autónoma. Algunas ZBS que en este sentido también presentan un gran contraste entre su prevalencia infantil y adulta son Berdún, Abiego, Monzón Rural o Morata de Jalón.

## 5.2. Análisis de colinealidad entre DS

Una vez conocida la situación actual y la distribución sobre el territorio de las variables dependientes -las prevalencias de obesidad-, es preciso conocer también la configuración de los DS que se van a emplear para el análisis como variables explicativas. Estos indicadores abordan varias temáticas: demografía (Población total), nivel económico (Renta) y formación (Grado I y Grado III), y se consideran de gran relevancia como condicionantes de las prevalencias de obesidad. Por ello, resulta de interés conocer su distribución espacial en el área de estudio.



**Figura 4.** Distribución espacial de los DS escogidos para el análisis

El primero de ellos es el de Población, en el que se puede detectar en qué áreas la densidad de población es mayor. La ciudad de Zaragoza concentra a una buena parte de la población total de Aragón, razón por la cual se dividió la ciudad en un número considerable de ZBS con el objetivo de repartir la población de manera equitativa. Por este motivo, las ZBS del entorno de Zaragoza son las de menor tamaño, y al mismo tiempo las que presentan un mayor número de usuarios. Como representación de estas características se puede mostrar la lista de ZBS que ocupan el rango de población más alto, de las cuales solamente dos -Barbastro y Huesca II- no pertenecen al entorno de la capital. Otras ZBS que presentan valores de población medios o altos están asociadas a ciudades o localidades de mayor tamaño, como puede ser el caso de Teruel, Calatayud, Fraga, Alcañiz o Ejea de los Caballeros. La mayoría de estas ZBS se concentran en el tramo central de la Comunidad Autónoma, mientras que las ZBS de los sectores norte y sur acusan con mayor intensidad los fenómenos de despoblación. En el entorno de los Pirineos, con la excepción de Jaca, los niveles de población son considerablemente bajos, del mismo modo que en la parte sur de Aragón, fuera de las ZBS que componen la ciudad de Teruel, también se encuentran ZBS con valores muy bajos.

El DS de Renta indica en qué zonas es mejor el nivel económico de la población. En este indicador los patrones observados son mucho más homogéneos que en el caso anterior. Nuevamente en la ciudad de Zaragoza se observan las ZBS con los valores más elevados, situadas sobre todo en la parte norte y suroeste, aunque también existen contrastes importantes, especialmente en algunas ZBS del sureste de la ciudad. La provincia de Huesca concentra una buena parte de las ZBS que se sitúan en el rango justamente inferior, con valores medios-altos de renta, mientras que el resto se encuentran en el área de Zaragoza y en otras ZBS próximas como Ejea de los Caballeros o Zuera. Destaca particularmente que en tres de los ocho sectores sanitarios (Teruel, Calatayud y Alcañiz) ninguna de sus ZBS se sitúa en alguno de estos dos últimos rangos. Especialmente sangrante es el caso del sector

sanitario de Teruel, donde todas sus ZBS se encuentran en el rango inferior de renta, mientras que en el sector de Alcañiz solamente superan esta categoría Caspe y Maella.

El DS de Formación de Grado III representa a las ZBS donde el nivel de formación general es superior indicando una mayor proporción de población con algún título de carácter universitario. En este indicador también se concentran los valores del rango superior en la ciudad de Zaragoza, con la excepción de la ZBS de Huesca III, aunque en este caso la diversidad es considerable, ya que lo largo de su entorno urbano se pueden observar grandes contrastes, con la presencia de todas las categorías existentes. Con valores notablemente altos también se encuentran ZBS de la mitad norte de la Comunidad Autónoma, como Biescas, Castejón de Sos o Zuera, mientras que en el resto de esta área las ZBS muestran por lo general valores medios-bajos. En la mitad sur de Aragón se observan los valores más bajos, más numerosos a lo largo de todo el territorio, pero que en esta parte son mayoritarios. Solamente superan este umbral determinadas ZBS como Teruel Centro, Calatayud Urbana o Valderrobles, mientras que ninguna ZBS del entorno llega a valores medios-altos.

Por el contrario, el DS de Formación de Grado I destaca a las ZBS en las cuales el nivel de formación es inferior, al representar la proporción de población que no ha superado los niveles de formación obligatorios. En este caso, son los valores más bajos los que se concentran en la ciudad de Zaragoza, en el centro de la ciudad y en zonas de su periferia, además de en las ZBS de Huesca II y Huesca III. También se encuentran valores relativamente bajos, además de en el entorno de estas dos ciudades, en el entorno de Teruel, en Calatayud Urbana y en ZBS de la zona de los Pirineos como Jaca, Broto o Hecho. Los valores más elevados en este indicador se sitúan sobre todo en las ZBS del sector sanitario de Calatayud, aunque también se encuentran repartidas por la parte este de la comunidad en ZBS como Tamarite de Litera o Híjar. A nivel general, se observa que un alto porcentaje del territorio presenta valores elevados en este indicador.

### 5.2.1. Test de normalidad

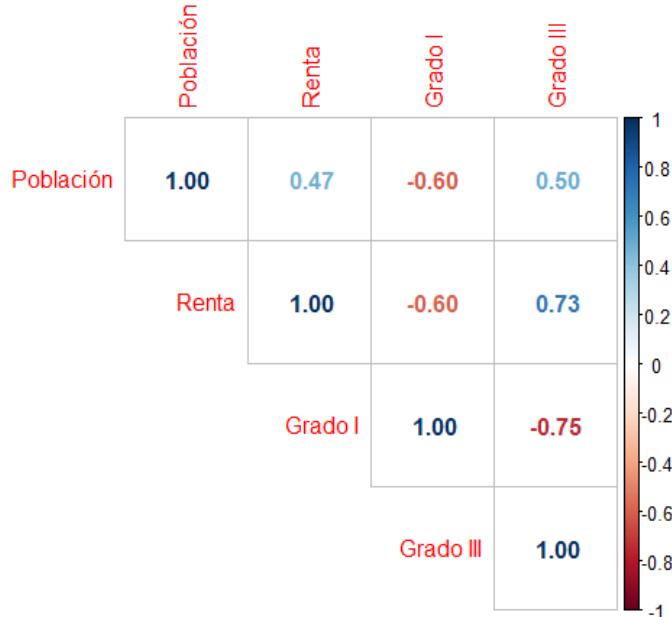
Los resultados del test de Kolmogorov-Smirnov se presentan en la tabla 1. En ella se refleja que los valores para las prevalencias de hombres y de mujeres no superan el umbral establecido de 0.05, por lo que ajustan a la distribución normal de los datos requerida. Estos resultados confirman que se deberá aplicar una transformación logarítmica.

**Tabla 1.** Resultados del Test de Kolmogorov-Smirnov

Tipo de prevalencia	Valor <i>p</i>
Masculina	0.0000004337
Femenina	0.009404
Infantil	0.5377

### 5.2.2. Test de colinealidad

Como se puede observar en la figura 5, los coeficientes de correlación son elevados por lo general. De manera habitual, se suele considerar una correlación entre variables como alta a partir del valor de 0.6, tanto en su forma negativa como positiva. Por ello, se ha utilizado este umbral para determinar si la asociación entre cada variable muestra dependencia y por lo tanto si existe información redundante que realmente no aporte valor para el análisis.



**Figura 5.** Matriz de correlaciones entre DS

Se observa en primera instancia que la variable de Población es la que menor correlación general muestra con el resto de las variables incluidas en el análisis. Pese a ello, presenta coeficientes de correlación con valores medios en sus relaciones con las variables de Renta y de Grado III, situándose en torno al 0.5 positivo, valor moderado pero que no sobrepasa el umbral establecido. Sin embargo, su asociación con la variable Grado I alcanza ese 0.6, en este caso negativo, por lo que se puede ver ahí una colinealidad notable.

Las asociaciones entre el resto de las variables son más claras, en todos los casos superan dicho umbral, llegando a niveles de correlación bastante altos, como el 0.73 existente entre la variable de Renta y la variable de Grado III, o el -0.75 entre la variable de Grado I y la variable de Grado III. Esto quiere decir que cuando aumenta la prevalencia de la variable Grado III sobre el territorio, lo hace casi con la misma intensidad la variable Renta, mientras que la variable Grado I decrece casi con la misma intensidad. Con estos datos se puede aseverar que existe colinealidad entre las variables explicativas, por lo que para resolver esta situación de dependencia lineal se procederá a aplicar la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP).

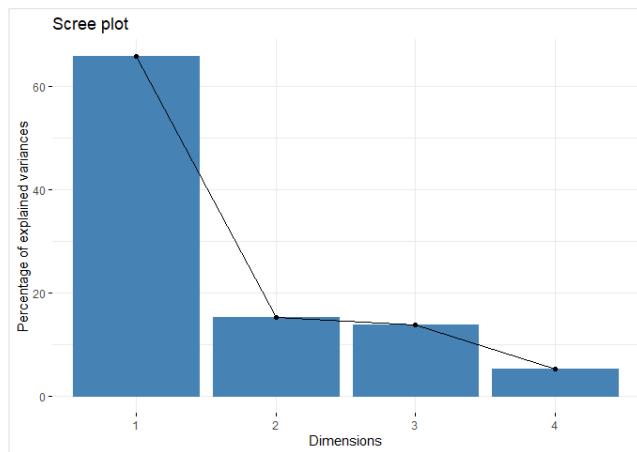
### 5.3. Análisis de Componentes Principales

En la tabla 2 se muestra cuánta proporción recoge cada nueva dimensión (componente principal) de la información original contenida en las variables explicativas. Los eigenvalores indican la cantidad de información recogida en cada nueva dimensión, en este caso el 2.63 que tiene la primera dimensión indica que recoge casi dos tercios de la información de partida. Otra forma de verlo es a través del porcentaje de varianza explicada, donde se observa que la primera dimensión ocupa más del 65% de la misma, porcentaje que se va reduciendo a medida que se pasa al resto de nuevas dimensiones hasta completar la varianza total.

**Tabla 2.** Eigenvalores y porcentaje de varianza explicada por dimensiones

	Eigenvalores	% varianza explicada	% varianza acumulada
Dimensión 1	2.63	65.70	65.70
Dimensión 2	0.61	15.23	80.93
Dimensión 3	0.55	13.74	94.67
Dimensión 4	0.21	5.33	100

En la figura 6 se puede comprobar la magnitud de la primera dimensión con respecto a las otras tres, la cual contiene casi el doble de la información original que el resto de las dimensiones juntas. De este modo, se puede comprobar que hay una dimensión que destaca con respecto al resto y se sitúa como la que mayor cantidad de información de partida recoge.



**Figura 6.** Gráfico de barras de porcentaje de varianza explicada por dimensiones

El método empleado para determinar qué Componentes Principales (PC) -dimensiones- se usarán en el análisis es el de Káiser, según el cual el criterio de elección viene dado por la desviación estándar. El umbral seleccionado para la selección de los Componentes Principales es la cifra de 1 en la misma, por lo que se utilizarán en el análisis aquellos PC que superen dicho límite. Como se observa en la tabla 3, el primer PC es el único de los cuatro que supera este umbral, con una desviación estándar de 1.62, por lo que será finalmente el PC que se usará para el análisis. Este PC comprende indicadores relativos a la población, la renta y la formación. Por ello, a partir de ahora se le denominará como “Nivel Socioeconómico”.

**Tabla 3.** Desviación estándar por Componente Principal

	PC1	PC2	PC3	PC4
Desviación estándar	1.62	0.78	0.74	0.46

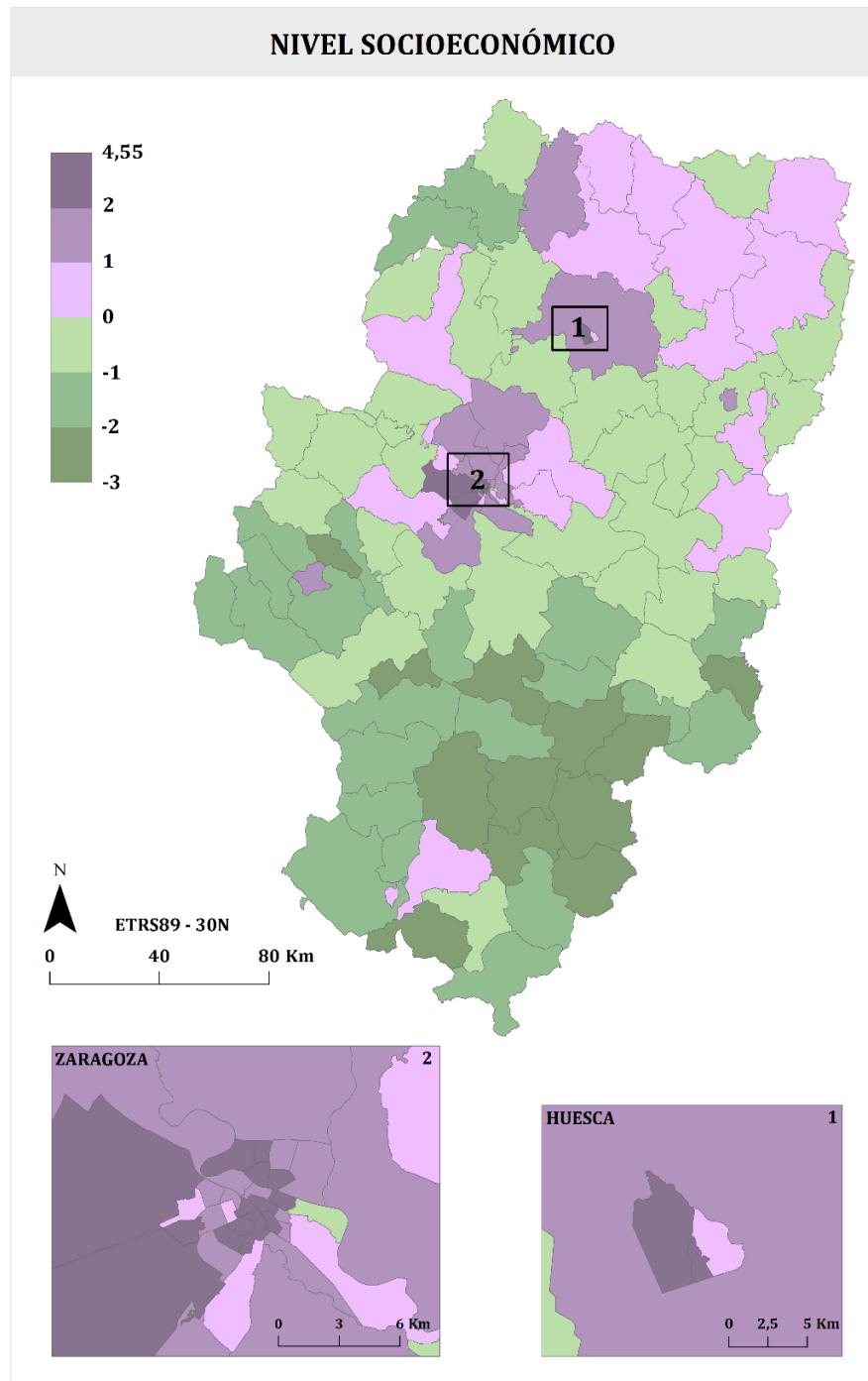
En la tabla 4 se muestran los valores de las asociaciones que se establecen entre el componente principal seleccionado y las variables seleccionadas inicialmente. Para las cuatro variables estos valores son bastante elevados, por encima de la cifra de 0.7, siendo mayores para los indicadores de Formación Grado I y Grado III. Solamente con la Formación Grado III el signo de su asociación es negativo, de modo que cuando aumentan los índices de este indicador, los valores del Nivel Socioeconómico descienden. Por el contrario, con el resto de los indicadores mantiene una asociación de carácter lineal y directo, de manera que cuando éstos incrementan sus cifras, también lo hace el Nivel Socioeconómico.

**Tabla 4.** Asociación entre Nivel Socioeconómico y los DS que lo componen

PC1 – NIVEL SOCIOECONÓMICO	Eigenvalores	Signo de asociación
Población	0.76	+
Renta	0.73	+
Formación Grado I	0.87	-
Formación Grado III	0.88	+

Ya que este nuevo componente funciona como agente sintetizador de los cuatro DS empleados para el análisis anteriormente, es ineludible representar su distribución sobre el territorio. En la figura 7 se

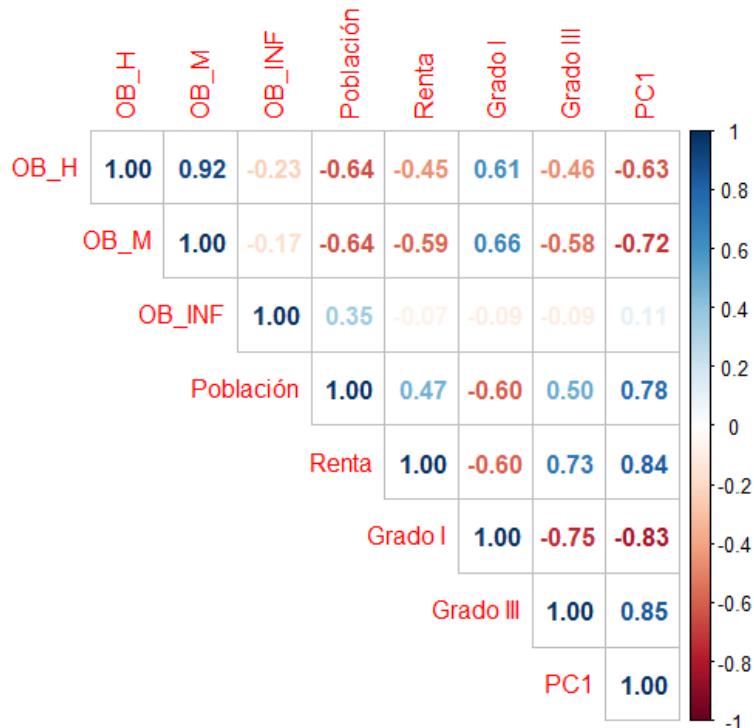
visualiza cómo se relaciona con cada ZBS, de modo que los valores más positivos implicarían que en los indicadores sintetizados los valores eran superiores o más positivos por lo general, mientras que los valores más negativos implicarían la situación contraria. Igual que con anterioridad se ha comentado que la ciudad de Zaragoza presentaba los valores más positivos en los cuatro indicadores, en el caso del componente principal del Nivel Socioeconómico también aglutina casi la totalidad de ZBS en el rango superior, con la excepción de Huesca II y Huesca III. El resto de los valores positivos se concentran en la provincia de Huesca, donde destacan Huesca, Monzón Urbana y Huesca Rural, así como las ZBS del noreste de la misma. Fuera de estas zonas, solamente se encuentran asociaciones positivas en la ZBS de Calatayud Urbana y en la de Teruel Centro. En el resto del territorio aragonés la asociación es de carácter negativo, de manera leve en la mayoría de la mitad norte de la comunidad, sin embargo, y al igual que en los DS, la mitad sur de la región muestra los niveles más negativos, especialmente acuciantes en la provincia de Teruel o en el sector sanitario de Calatayud.



**Figura 7.** Distribución espacial del PC Nivel Socioeconómico

#### 5.4. Asociación entre prevalencias y DS

Con la aplicación de la técnica de ACP se consigue obtener un nuevo indicador que sintetiza al máximo la información de las variables explicativas originales. Al recoger buena parte de la varianza original de las mismas, también incluye las relaciones y las asociaciones que cada una de ellas establece con las variables dependientes. Un coeficiente de correlación elevado supondría que cuando se produjese una variación en alguno de estos indicadores, la prevalencia de obesidad también vería modificados sus valores, mientras que un coeficiente de correlación muy bajo implicaría que sus alteraciones apenas afectarían a las prevalencias de obesidad. En la figura 8 se pueden visualizar los coeficientes de correlación mantenidos entre cada prevalencia de obesidad estudiada y cada DS empleado en el análisis, así como el coeficiente que mantiene el Nivel Socioeconómico con las prevalencias y con los DS por los que está compuesto.



**Figura 8.** Matriz de correlaciones entre prevalencias, DS y PC-Nivel Socioeconómico

En primer lugar, sobresalen los coeficientes de correlación de los DS con la prevalencia de obesidad infantil, con valores muy próximos al cero, lo cual indica que apenas existe asociación estadística entre estos indicadores y la variable dependiente. Por el contrario, para los casos de las prevalencias de obesidad tanto masculina como femenina, los coeficientes de correlación para los DS son muy superiores, situándose su relación en valores medios y altos. Entre ellos, destacan los DS de Población y de Grado I, cuyos coeficientes de correlación con ambas prevalencias superan la cifra de 0.6, de carácter negativo en el primer caso y de carácter negativo en el segundo. Esto implica que cuando aumenta el indicador de Población, se reducen los niveles de prevalencia de obesidad, mientras que cuando aumenta el indicador de Grado I, los niveles de obesidad también aumentan. Los otros DS, el de Renta y el de Grado III, presentan, al igual que el de Población, coeficiente de correlación negativos con respecto a las prevalencias adultas, ligeramente superiores para la prevalencia femenina que para la prevalencia masculina.

Con los coeficientes de correlación relativos al PC1 se puede observar la relación que éste tiene con los DS, en su totalidad con valores muy elevados. Todos ellos mantienen una relación directa con este, de modo que cuando se incrementa la prevalencia también lo hace el PC1. En cambio, el DS de Grado I muestra la tendencia contraria, solamente crece el PC1 cuando éste desciende. Por su parte,

su asociación con las prevalencias de obesidad está marcada por la alta correlación negativa existente con las prevalencias de obesidad adultas, ligeramente superior con la femenina, así como por la prácticamente nula correlación con la prevalencia infantil, con apenas un 0.11.

## 5.5. GWR

Con la aplicación del modelo de regresión GWR se busca conocer las variaciones espaciales en la relación entre los DS y las prevalencias de obesidad. En este caso, se analizarán los contrastes geográficos existentes en la asociación con el PC del Nivel Socioeconómico, obtenido a partir de la técnica de ACP. Una de las principales ventajas de la utilización del programa GWR4 es que permite establecer una comparación entre el uso de un modelo de regresión global y el modelo GWR, pudiendo así determinar si la variabilidad espacial es un factor a tener en cuenta a la hora de identificar los condicionantes de las prevalencias de obesidad.

Este tipo de análisis ofrece diversos indicadores para reconocer qué tipo de método ofrece un resultado mejor y más fiable. En la tabla 5 se reflejan los principales resultados obtenidos en este proceso, comparando el método global y el método GWR y ofreciendo más detalles sobre el procedimiento. Los datos relativos a la significancia indican el tipo de relación que mantienen ambas partes: las prevalencias de hombres y de mujeres presentan una asociación negativa, mientras que para la prevalencia de obesidad infantil la asociación es de carácter positivo.

**Tabla 5.** Resultados del GWR

	GLOBAL			GWR		
	R <sup>2</sup> ajustado	Estimate	Significancia (t)	Tamaño <i>kernel</i>	R <sup>2</sup> ajustado	Media PC1
Hombres	0.38	-0.06	-8.79	31561.58	0.52	-0.07
Mujeres	0.51	-0.07	-11.5	45315.57	0.56	-0.08
Infantil	0.04	0.04	2.77	21309.95	0.29	0.04

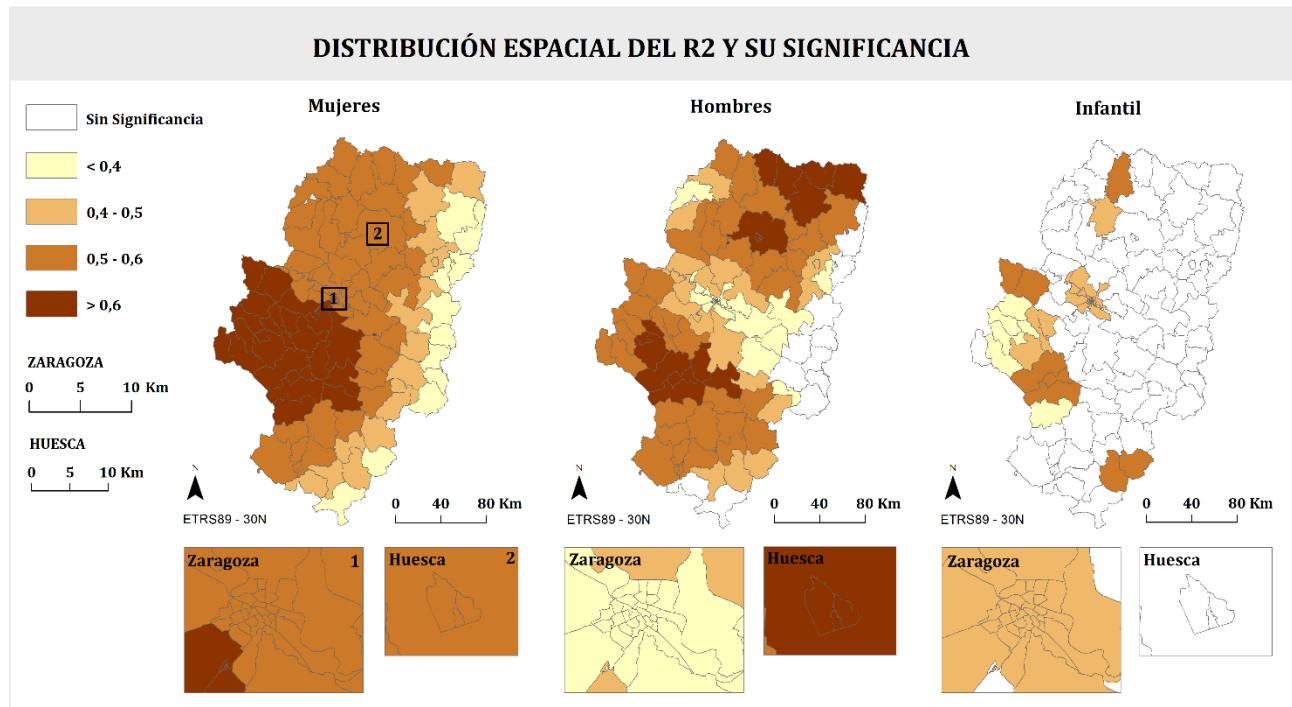
La estadística de *estimate* refleja la tasa de cambio existente cuando se producen cambios en los datos de las variables. Esto significa que por cada unidad que aumente una prevalencia, el valor del PC de Nivel Socioeconómico lo hará según el valor indicado: es decir, en el caso de la prevalencia de obesidad infantil, por cada unidad que aumente la prevalencia, el valor del PC aumentará en 0.04, mientras que para las prevalencias de hombres y de mujeres, disminuirá en 0.06 y 0.07, respectivamente. Otra estadística que se presenta es el valor medio del PC1 para cada entidad del análisis, donde las cifras para las tres prevalencias están próximas al cero, negativas para el caso de las prevalencias adultas y positiva en el caso de la prevalencia infantil.

También se muestra el tamaño del *kernel* utilizado para cada tipo de prevalencia. Para este estudio se aplicará un *kernel* de tipo fijo y con ponderación gaussiana, a partir de diferentes pruebas se ha considerado que es la combinación que mejor ajuste del modelo final permite obtener (Rengifo-Gallego et al., 2017). Al haber empleado un *kernel* de tipo fijo, la anchura de la ventana escogida es invariable para todas las entidades del análisis. La ventana más ancha es la de la prevalencia de obesidad en mujeres, de un tamaño de más de cuarenta y cinco kilómetros, mientras que la de la prevalencia masculina es algo más de treinta y un kilómetros y la infantil, la más estrecha, supera los veintiún kilómetros. Cuanto más pequeño es el tamaño del *kernel*, mayor es el carácter local que presenta la asociación.

Por último, se reseña el valor del R<sup>2</sup> ajustado tanto para el modelo global como para el modelo local para poder comparar la cantidad de varianza de cada variable dependiente que explica. De este modo, se observa que los valores para el modelo GWR son superiores a los del modelo global, ligeramente en el caso de la prevalencia de mujeres, y algo superior para las otras prevalencias. En el caso de la prevalencia infantil, el valor ofrecido es sensiblemente bajo, por lo que su capacidad explicativa no

será muy elevada. En el caso de las prevalencias adultas, es ligeramente superior la cifra para la prevalencia de mujeres, aunque en ambos casos se sitúan en valores moderados, por encima de la cifra de 0.5 (Ozili, 2023).

En la figura 9 se observa la distribución espacial de los valores del  $R^2$  y su significancia estadística. Mediante la representación de este indicador se puede determinar el porcentaje de varianza explicada para cada entidad de la zona de estudio, es decir, la proporción de la prevalencia de obesidad original que explicaría el componente principal de Nivel Socioeconómico. La significancia estadística se ha utilizado a modo de umbral de confianza por el cual se han seleccionado aquellas entidades de la zona de estudio que sobrepasan este límite, que actúa como un indicador de la certeza de la asociación. En este caso el umbral establecido ha sido el de 0.05, es decir, un intervalo de confianza del 95%.



**Figura 9.** Distribución espacial del  $R^2$  y de su significancia

El resultado que más destaca a primera impresión es el de la prevalencia de obesidad infantil, donde buena parte del territorio no presenta significancia estadística. Esto deja solamente unas pocas zonas donde el valor del  $R^2$  se representa, eminentemente concentradas en las ZBS de la ciudad de Zaragoza y por el sector sanitario de Calatayud. Sobresale también el hecho de que en ninguna de las ZBS se sobrepasa el valor de 0.6, que corresponde al rango superior de valores representados. Los valores más elevados se encuentran en ZBS del sector sanitario de Teruel, como Báguena o Mosqueruela, y en otras zonas como Jaca o Tarazona. Por el contrario, las ZBS con peores registros se sitúan en el entorno del sector sanitario de Calatayud, mientras que en Zaragoza los valores generales no alcanzan la cifra de 0.5.

En las prevalencias de obesidad adultas la significancia estadística es mucho mayor, donde solamente en la prevalencia para hombres once ZBS no alcanzan la significancia requerida. De manera global, se observa una tendencia hacia el oeste del territorio de Aragón, los valores del  $R^2$  aumentan en su parte más occidental. Este fenómeno se acentúa en mayor medida en la prevalencia femenina. Aunque se cumple esta premisa, se encuentran variaciones en los valores de  $R^2$  a lo largo de la zona de estudio. Las ZBS que se sitúan en el rango superior, que superan la cifra de 0.6, muestran una distribución desigual: en el caso de los hombres se encuentran repartidas entre la ciudad de Huesca y su entorno, la parte oriental de la zona de los Pirineos y un área al suroeste de la ciudad de Zaragoza que incluye las ZBS de Calatayud, Calamocha o Muniesa; en el caso de las mujeres se concentra en un área de

mayor tamaño que comprende desde la ZBS de Tarazona hasta las zonas de Monreal del Campo, Utrillas o Campo de Belchite, ocupando también la periferia suroeste de la ciudad de Zaragoza. En la prevalencia femenina se produce un gradiente donde las ZBS del extremo oriental son las que presentan los valores de  $R^2$  más bajos, y a medida que avanzan hacia el oeste aumentan sus cifras hasta llegar al grupo de ZBS de valores más elevados que se han descrito anteriormente. En cambio, la prevalencia de obesidad en hombres desarrolla sus valores de  $R^2$  más bajos en las ZBS de la ciudad de Zaragoza, extendiéndose hacia el este de la misma, mientras que el gradiente experimentado con anterioridad se produce de manera septentrional y meridional, donde las ZBS situadas en las periferias norte y sur de la ciudad no alcanzan la cifra de 0.5 y a medida que avanzan hacia el norte y hacia el sur aumentan sus valores por encima de esta cifra.

## 6. DISCUSIÓN

En este trabajo se ha llevado a cabo un estudio sobre la prevalencia de obesidad tanto adulta como infantil en el territorio de Aragón en relación con determinantes de salud asociados al nivel socioeconómico de la población. El objetivo final es determinar el grado de influencia que tienen estos indicadores sobre las prevalencias de obesidad a través de una serie de técnicas estadísticas y la aplicación de un modelo de regresión GWR que permite analizar las variaciones espaciales que se producen sobre el área de estudio. Las ventajas de analizar dicha variabilidad se traducen en poder priorizar actuaciones de prevención y mejora de la enfermedad en determinadas zonas, ajustando la escala del problema a la de la toma de decisión.

Los resultados obtenidos en este estudio están en la línea de estudios que reseñan la capacidad explicativa de variables relacionadas con el nivel socioeconómico con la distribución espacial de la prevalencia de obesidad. A través del análisis GWR se ha podido matizar la significancia de estas relaciones ya que no son homogéneas en toda el área de estudio, sino que en algunas zonas del territorio aragonés estas asociaciones son estadísticamente superiores. La existencia de esta variabilidad espacial en las asociaciones implica que los DS escogidos afectan de manera desigual a las distintas zonas de Aragón en cuanto a su influencia sobre la prevalencia de obesidad. Además, esta variabilidad también sufre alteraciones en función de si se trata de la prevalencia de obesidad masculina, femenina o infantil.

En el caso de las mujeres se ha observado que la variabilidad tiene un componente gradual relevante, ya que la significancia crece avanzando hacia el oeste del territorio. En la zona donde el valor explicativo es mayor se encuentra parte de la periferia suroeste de la ciudad de Zaragoza, así como la localidad de Calatayud y sus alrededores. En esta área donde el Nivel Socioeconómico tiene tanta relevancia, los resultados en obesidad tienen un claro sesgo urbano: en estas zonas señaladas previamente los niveles de obesidad son inferiores, mientras que las ZBS fuera de estos ámbitos muestran unas prevalencias notablemente superiores. Ante esta característica, se podría ver un efecto de concentración urbana, donde el nivel de desarrollo de las áreas urbanas actúa en detrimento del desenvolvimiento de otras zonas próximas, lo cual repercute en el incremento de la obesidad (Santana, 2014). En otras zonas urbanas donde los niveles de significancia son sensiblemente inferiores los valores de obesidad también son bajos, es el caso de áreas como Barbastro, Fraga o Caspe. En estos casos, los niveles en cuanto a obesidad deben ser atribuidos a otro tipo de causas. De forma paralela, las ZBS de carácter no urbano con niveles de significancia también inferiores presentan una serie de resultados en prevalencia de obesidad muy diversos, por lo que para explicar de manera eficiente los resultados de obesidad habría que incluir otro tipo de variables en el análisis.

En cuanto a la prevalencia para hombres la distribución es un tanto diferente. En primer lugar, destaca que los niveles de significancia para las ZBS de carácter urbano son muy cambiantes. Si en el caso

de las mujeres la significancia era baja en la parte este del territorio y se necesitaba ampliar la tipología de las variables empleadas en el análisis, en el caso de los hombres la mayoría ni siquiera alcanza los valores de significancia mínimos, por lo que el Nivel Socioeconómico no es influyente y la inclusión de otras variables en el análisis se antoja esencial para su comprensión. En las ZBS de la ciudad de Zaragoza los niveles de significancia son sorprendentemente bajos, considerando que en el caso de las mujeres la capacidad explicativa mostrada era superior. Esto denota que la ciudad posee unas características propias que tienen una gran influencia a la hora de determinar los niveles de obesidad masculina (López-Ejeda et al., 2020), lo cual podría impulsar la ampliación a un estudio específico a escala urbana. En el resto del territorio la significancia es considerablemente alta, por lo que para buena parte de la Comunidad Autónoma el Nivel Socioeconómico es un factor de gran importancia y capacidad explicativa para la prevalencia de obesidad en hombres.

La distribución de la significancia para la prevalencia de obesidad infantil es considerablemente diferente a la vista para las prevalencias adultas. Se ha visto que solamente algunas ZBS situadas en el oeste de territorio y las ZBS de la ciudad de Zaragoza presentan significancia estadística, muchas de ellas con valores moderados y bajos. Al contrario que en el caso de las prevalencias adultas, en estas ZBS de carácter urbano la prevalencia de obesidad es elevada. Se encuentra también mayor diversidad en cuanto a los valores de obesidad de las ZBS que alcanzan ese nivel de significancia, comprenden rangos que van desde los índices más bajos hasta los más altos. La ausencia de significancia estadística en buena parte del territorio se traduce en que el Nivel Socioeconómico no logra explicar de manera general la prevalencia de obesidad infantil en el territorio aragonés, sino que son otro tipo de factores los que influyen en mayor medida en su distribución. Una posibilidad sería que a la hora de tratar la obesidad infantil se empleasen diferentes indicadores con respecto a la obesidad adulta, desde otros estudios se apunta hacia ámbitos como las situaciones familiares o el entorno geográfico en cuanto a la presencia de zonas verdes o instalaciones de carácter deportivo (Aráoz, 2020). Del mismo modo, en la ciudad de Zaragoza, donde sí que hay significancia, existen contrastes según determinadas partes de la ciudad, por lo que se puede argumentar que la presencia del Nivel Socioeconómico ejerce un papel segregativo (Borrell y Malmusi, 2010).

Al poner en relación los DS que componen el Nivel Socioeconómico con los resultados de significancia para la prevalencia de obesidad en mujeres, se observa que en el área donde los índices son más elevados, la dualidad entre las ZBS urbanas y las no urbanas se mantiene en cuanto a los valores de los DS: las cifras para Población, Renta y Formación de Grado III son superiores en el contexto urbano, mientras que en la Formación de Grado I los valores en las ZBS no urbanas se acrecientan. Sin embargo, hay algunas ZBS no urbanas que siguen este patrón en cuanto a indicadores, como Borja o Épila, y que presentan una prevalencia de obesidad baja, por lo que se deduce que el porcentaje que no explica el Nivel Socioeconómico está formado por factores que tienen un gran peso.

En la asociación con la prevalencia de obesidad en hombres, la ciudad de Zaragoza y sus ZBS más próximas, especialmente en su expansión hacia el este, son las que muestran los niveles de prevalencia de obesidad más bajos. A pesar de que en estas ZBS es donde el Nivel Socioeconómico desarrolla sus niveles más favorables, con grandes cifras de población y altos valores en Renta y Formación de Grado III, sus niveles de significancia son los más bajos. Aunque la asociación entre DS y prevalencia de obesidad es coherente, se entiende que existen otros factores que también contribuyen en el mismo sentido hacia la baja incidencia de la enfermedad. En las zonas donde los niveles de significancia son elevados, se produce un contraste entre las ZBS de Huesca y el área de los Pirineos, cuyos valores para el Nivel Socioeconómico son positivos, sobre todo en cuanto al indicador de Renta, mientras que las ZBS del área situada al sur muestran valores en sus DS generalmente bajos para los indicadores de Población, Renta y Formación de Grado III, y particularmente altos para la Formación de Grado I.

Habiendo obtenido estos resultados, cabe reflexionar sobre el transcurso y el desarrollo del estudio. En este trabajo, el tratamiento de los datos ha sido un aspecto fundamental para llevar a cabo los procesos estadísticos. Uno de los principales inconvenientes encontrados se ha hallado en la obtención y recogida de los datos sobre determinantes de salud. Previo a la selección de las cuatro variables originales, se recopiló información sobre un gran número de variables relacionadas con las características socioeconómicas del territorio y de la población. En este contexto se han encontrado dos principales limitaciones.

La primera tiene que ver con la disponibilidad de fuentes de información, ya que la mayoría de los datos relativos a esta temática proceden de organismos oficiales pertenecientes a algún tipo de sistema de salud. En muchas ocasiones los indicadores que ofrecen son insuficientes o no se pueden aplicar por completo al tema a tratar, por lo que con frecuencia se debe recurrir a fuentes de carácter complementario que cuenten con datos sobre el ambiente físico y social de la población (Espelt et al, 2016). En este sentido, acostumbran a ser más precisos aquellos estudios hechos sobre áreas geográficas de pequeño tamaño, inframunicipal sobre todo, donde las variables pueden ser más homogéneas (Gurrutxaga, 2019). Un problema que ha surgido de manera específica para este trabajo es el componente temporal, ya que los datos de algunas variables difieren en cuanto al año de referencia. Muchos datos procedentes de organismos públicos no siguen una periodicidad concreta, sino que se toman de manera esporádica o cuando se requieren para algún tipo de estadística o aplicación de política pública. Por ello, en este trabajo se han usado variables cuyos datos pertenecen a años distintos, aunque próximos, mientras que lo ideal sería que el marco temporal fuese común a lo largo de todo el estudio (Santana, 2014).

La segunda tiene que ver con el nivel de desagregación de los datos. En este estudio se ha trabajado a escala de ZBS, ya que es el nivel de desagregación mínimo del que se dispone de indicadores de salud, en este caso de obesidad. El problema radica en que pocas variables de carácter socioeconómico están disponibles a esta escala, la gran mayoría se pueden encontrar a nivel municipal o a nivel de sección censal. Ya que es preciso homogeneizar el nivel de desagregación de todas las variables para tener un marco común que aplicar sobre las entidades del territorio (Santana, 2014), el uso de SIG se antoja como indispensable para agregar la información de DS a la unidad espacial de trabajo.

En cuanto al proceso estadístico, como principal contratiempo se podría señalar a la cantidad de información que se ha perdido con la aplicación del ACP. En el proceso de sintetizar la información de los DS, eliminar la información redundante y seleccionar el componente principal que guardase una mayor proporción de información original se ha perdido cierta parte de capacidad explicativa, aunque haya sido necesario para el tratamiento de los datos.

Los DS seleccionados para el análisis han sido escogidos por el papel protagonista que tiene el ámbito socioeconómico. Los factores socioeconómicos actúan como condicionantes de otros muchos elementos muy influyentes para la prevalencia de obesidad (Gurrutxaga, 2019), y de manera general les acompaña un componente estratificador muy importante (Álvarez-Castaño et al., 2012), en cuanto a que son las clases sociales más desventajadas las que padecen sus índices negativos con mayor intensidad (Ortiz-Moncada et al., 2010). Estos factores que están directamente vinculados al nivel de formación y de renta tienen un gran peso a la hora de modelar la distribución espacial de la prevalencia de obesidad. El tipo de nutrición es un factor fundamental en el desarrollo de la enfermedad, se ve altamente influenciado por los índices de renta, en cuanto a la posibilidad de comprar alimentos más beneficiosos para la salud -tradicionalmente de precio más elevado-, y por los niveles de formación, a la hora de tener los conocimientos sobre los beneficios personales de seguir una dieta más o menos saludable (López-Ejeda et al., 2020).

Otra variable que subyace bajo el nivel socioeconómico es el nivel de actividad física, este ámbito tiene muchos tipos de interpretaciones. Por un lado, se atribuye la práctica de algún tipo de ejercicio físico al tipo de empleo ejercido: los trabajadores no manuales acostumbran a practicar más deporte en su tiempo libre, mientras que los trabajadores manuales suelen tener una jornada laboral más demandante que limita la voluntad de ejercitarse (Goday-Arnó et al., 2013). Por lo general, los puestos de carácter manual suelen estar ocupados por empleados con niveles de formación más bajos. Por otro lado, la renta puede condicionar de varias maneras la actividad física de las personas: el contexto geográfico de la vivienda está claramente determinado por la capacidad económica, en cuanto a que las residencias de menor precio acostumbran a localizarse en barrios más desfavorecidos que pueden resultar poco atractivos para la práctica de deporte, por temas de seguridad o por ausencia de espacios libres. Además, también se puede ver desde la insuficiencia económica para costearse el acceso a algunos centros de carácter privado o para transportarse a determinados lugares (Ortiz-Moncada et al., 2010)

Otra cuestión que se intuye como de gran relevancia en este contexto es el ámbito de los hábitos y los estilos de vida. Se trata de un componente más subjetivo, que quizás no responde a cuestiones lógicas como puede suceder en los indicadores socioeconómicos, pero que arroja una perspectiva diferente sin la cual no se pueden entender las prevalencias de obesidad. Fuera del aspecto económico y formativo que se ha visto anteriormente, el poder de decisión y las características personales de los individuos juega un papel fundamental (Aranceta et al., 2005). Pueden existir contextos familiares - situaciones de dependencia o crianza de hijos- que limiten o impidan la actividad física, así como limitaciones físicas, como algunas enfermedades de tipo respiratorio o psicomotriz. También hay que tomar en consideración la elección personal, hay personas que tienen otro tipo de aficiones que les ocupan la mayoría de su tiempo libre o que simplemente eligen no ejercitarse.

Todos estos indicadores alternativos, tanto los de carácter socioeconómico como los de carácter diverso, pueden ser factores explicativos de las prevalencias de obesidad cuando los niveles de formación y renta no sean suficiente. En este sentido, existe la posibilidad de que alguna de estas variables tenga un alto componente explicativo en las ZBS que han mostrado un bajo valor de significancia en el Nivel Socioeconómico, por lo que podría ser revelador la inclusión de este tipo de variables en análisis futuros.

Por último, cabe reseñar algunas propuestas y líneas a seguir de cara a futuros análisis sobre esta temática. Este estudio tiene un claro carácter descriptivo, donde se trata de dar a entender en qué zonas ejercen mayor influencia los componentes socioeconómicos sobre las prevalencias de obesidad. El conocimiento de cómo afecta esta enfermedad a las distintas partes del territorio y de los factores que con mayor intensidad determinan su distribución puede ayudar a comprender los patrones de su desarrollo y a conocer cómo se desenvuelve. Por ello, el principal beneficio que se puede extraer es la creación de políticas y actuaciones con un carácter más personalizado y eficiente que les otorgaría el conocimiento de estas situaciones, con el objetivo de reducir al máximo posible la incidencia de la obesidad. Los recursos relativos a esta materia podrían así ser destinados a las zonas del territorio donde los niveles de obesidad y de la capacidad explicativa del componente socioeconómico sean superiores, en forma de medidas de creación de empleo, becas educativas, ayudas para la vivienda o infraestructuras de carácter público.

Una característica de este trabajo ha sido la uniformidad temporal y espacial, en cuanto a que el análisis realizado se ha restringido a una misma escala espacial y temporal: a nivel de ZBS en un año determinado. En futuros estudios, aprovechando las ventajas que ofrecen las herramientas SIG, se podrían llevar a cabo análisis más completos incluyendo distintos niveles de desagregación con sus particularidades y características, así como datos sobre distintas épocas que permitan establecer evoluciones a lo largo del tiempo en las diferentes prevalencias. Para este propósito se podrían

emplear herramientas como la Geographical and Temporal Weighted Regression (GTWR) (Fotheringham et al., 2015) o la Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR) (Fotheringham et al., 2017), con las que no solamente se podría estudiar la variabilidad espacial, sino que se podrían establecer predicciones de comportamiento para la incidencia de la enfermedad y proponer actuaciones de prevención con mayor precisión.

Dentro de la problemática de la escala de trabajo, se ha demostrado que el componente urbano es un elemento altamente diferenciador y que encierra sus propias condicionantes y relaciones internas. Por ello, sería conveniente la realización de un estudio independiente cuando se presente un contexto urbano con un peso importante, como se ha dado en este trabajo con la presencia de la ciudad de Zaragoza.

## 7. CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo se ha tratado de explicar la asociación existente entre las prevalencias de obesidad para hombres, mujeres y población infantil y unos determinados DS relacionados con el nivel socioeconómico de la población para las ZBS que componen el sistema sanitario aragonés. El modelo de regresión GWR ha permitido, para una versión de los DS sintetizada mediante la aplicación del ACP, estudiar la variabilidad espacial de esta asociación para determinar en qué zonas de la Comunidad Autónoma el nivel socioeconómico tiene un mayor peso en la configuración de los índices de obesidad.

Para las prevalencias de obesidad adultas se ha encontrado un componente urbano que condiciona en gran medida la incidencia de la enfermedad y que explica los contrastes con zonas periféricas. Al mismo tiempo, el carácter urbano de las ZBS pertenecientes a entornos urbanos de gran tamaño puede dar lugar a una multiplicidad de factores que intervienen en la prevalencia de obesidad y que no estén relacionados con el aspecto socioeconómico. La inclusión de otros factores que complementen la explicación de los resultados de obesidad se plantea como fundamental para la obtención de un análisis más completo. Mientras que en las prevalencias adultas el nivel socioeconómico alcanza unos buenos niveles de capacidad explicativa, en el caso de obesidad infantil la significancia estadística es sensiblemente inferior, por lo que cabría aplicar una metodología distinta en estos casos.

Finalmente, los resultados de este estudio determinan que el nivel socioeconómico tiene una capacidad explicativa alta para las prevalencias de obesidad adultas, pero que requiere ser complementado con factores de otras temáticas. Además, ampliar la escala espacial y temporal resultaría en una mejor comprensión del territorio para el objetivo principal del conocimiento de la incidencia de esta enfermedad, que debería ser la aplicación de políticas y medidas de corrección sobre las regiones más afectadas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Castaño, L. S.; Gómez-Rueda, J. D. y Carreño-Aguirre, C. (2012): Factores sociales y económicos asociados a la obesidad: los efectos de la inequidad y de la pobreza. *Revista Gerencia y Política de Salud*.
- Álvarez Hernández, A.; Carrillo de la Rosa, C. y Yanes Jorge, P. (2020): *Ánalisis de los factores socioeconómicos determinantes de la obesidad infantil en España*. Universidad de La Laguna, Facultad de Economía, Empresa y Turismo.
- Antoñanzas Serrano, A. y Gimeno Feliu, L. A. (2021): Los determinantes sociales de la salud y su influencia en la incidencia de la COVID-19. Una revisión narrativa. *Revista Clínica de Medicina de Familia*.
- Ascuntar-Tello, J. y Jaimes, F. (2016): Ronda clínica y epidemiológica: sistemas de información geográfica (SIG) en salud. *Iatreia*, 29(1), 97–103.
- Aranceta, J. et al. (2003): Prevalencia de la obesidad en España: resultados del estudio SEEDO 2000. *Medicina Clínica*, 120(16), 608–612.
- Aranceta, J. et al. (2005): Prevalencia de obesidad en España. *Medicina Clínica*, 125(12), 460–466.
- Aráoz, M. A. (2020). *Prevención de la obesidad en población preescolar en situación de vulnerabilidad: diseño de una intervención innovadora de Educación para la salud en base al análisis de los determinantes socioeconómicos y de las oportunidades de acción*. Universitat de Lleida, Facultat d’Infermeria i Fisioteràpia.
- Avanza, M.; Giménez, L.; Mazza, S. y Martínez, G. (2003): Aplicación de transformaciones para el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, a concentraciones foliares de N, P y K en mandarino. *Agrotecnia*, 11, 18–23.
- Beltrán-Verdú, A. (2020): *Ánalisis del precio de los alojamientos Airbnb de Valencia aplicando métodos de regresión espacial*. Universidad de Alicante, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Benítez Llamazares, N. (2016): *Obesidad y mercado de trabajo: factores determinantes e implicaciones*. Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Bleda García, J. M. (2006): Determinantes sociales de la salud y de la enfermedad. *Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, 149–160.
- Borrell, C. y Malmusi, D. (2010): La investigación sobre los determinantes sociales y las desigualdades en salud: evidencias para la salud en todas las políticas. Informe SESPAS 2010. *Gaceta Sanitaria*, 101–108.
- Coduras Martínez, A.; del Llano Señarís, J. y Gol-Montserrat, J. (2019): *La obesidad en España y sus consecuencias*. Fundación Gaspar Casal.
- Cuevas, A. y Ryan, D. (2022): *Obesidad: la otra pandemia del siglo XXI* (A. Cuevas & D. Ryan, Eds.). World Obesity Federation.
- Daponte Codina, A.; Bolívar Muñoz, J. y García Calvente, M. del M. (2008): *Las desigualdades sociales en salud* (L. A. López Fernández & A. Delgado Sánchez, Eds.). Escuela Andaluza de Salud Pública.

Davidson, J., Vashisht, R., & Butte, A. J. (2022): From genes to geography, from cells to community, from biomolecules to behaviors: the importance of social determinants of health. *Biomolecules*, 12(1449).

Espelt, A. et al. (2016): La vigilancia de los determinantes sociales de la salud. *Gaceta Sanitaria*, 38–44.

Fernández-Alvira, J. M. et al. (2015): Prospective associations between socio-economic and dietary patterns in European children: the identification and prevention of dietary- and lifestyle-induced health effects in children and infants (IDEFICS) study. *British Journal of Nutrition*, 113, 517–525.

Fotheringham, S.; Crespo, R. y Yao, J. (2015): Geographical and Temporal Weighted Regression (GTWR). *Geographical Analysis*, 1–22.

Fotheringham, S.; Yang, W. y Kang, W. (2017): Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR). *Annals of the American Association of Geographers*, 107(6), 1247–1265.

García-Condado, S. (2016). *Generalización de variables medioambientales mediante interpolación GIS*. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.

Girón Daviña,, P. (2010): *Los determinantes de la salud percibida en España*. Universidad Complutense de Madrid; Escuela Universitaria de Enfermería, Fisioterapia y Podología.

Goday-Arnó, A. et al. (2013). Alta prevalencia de obesidad en una población laboral en España. *Endocrinología y Nutrición*, 60(4), 173–178.

Gumà, J., Treviño, R., & Cámara, A. D: (2015). Posición en el hogar y género. Desigualdades en la calidad de vida relacionada con la salud entre la población adulta en España relacionada con la salud entre 1 p. *Revista Internacional de Sociología*.

Guo, L.; Ma, Z. y Zhang, L. (2008): Comparison of bandwidth selection in application of geographically weighted regression: a case of study. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 2526–2534.

Gurrutxaga, M. (2019): Geografía de la salud: aplicaciones en la planificación territorial y urbana. *Estudios Geográficos*, 80(286).

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2021): Censos de población y viviendas. Últimos datos. Disponible en: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176992&menu=ultiDatos&idp=1254735572981#:~:text=En%20Espa%C3%B1a%20hab%C3%ADa%20en%202018.539.223,2.514.511%20de%20uso%20espor%C3%A1dico.](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176992&menu=ultiDatos&idp=1254735572981#:~:text=En%20Espa%C3%B1a%20hab%C3%ADa%20en%202018.539.223,2.514.511%20de%20uso%20espor%C3%A1dico.)

Jia, P. et al. (2016): Applications of geographic information systems (GIS) data and methods in obesity-related research. *Obesity Reviews*, 18, 400–411.

Kelley, E. A. et al. (2016): Geography, race/ethnicity and obesity among men in the United States. *American Journal of Men's Health*, 10(3), 228–236.

Keramat, S. A. et al. (2021): Trends in the prevalence of adult overweight and obesity in Australia, and its association with geographic remoteness. *Scientific Reports*, 11320(11).

Kitagawa, E. M. (1964): Standardized Comparisons in Population Research. *Demography*, 1(1), 296–315.

López-Ejeda, N.; Vargas, A. y Marrodán, M. D. (2020). Desempleo, Precariedad, Nutrición y Salud en una España en crisis. *Revista Diecisiete: Investigación Interdisciplinar Para Los Objetivos de Desarrollo Sostenible*, 3, 55–71.

Loyola, E. et al. (2002): Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 415–428.

Lozares-Colina, C. y López-Roldán, P. (1991). El análisis de componentes principales: aplicación al análisis de datos secundarios. “Papers”: *Revista de Sociología*, 37, 31–63.

Mackiewicz, A., & Ratajczak, W. (1993). Principal Components Analysis (PCA). *Computers & Geosciences*, 19(3), 303–342.

Martín-Almendros et al. (1999): Percepciones de la población adulta española sobre factores determinantes de la salud. *Atención Primaria*, 24(9), 514–522.

Martínez, J. A.; Martínez-González, M. A. y Varo, J. J. (2002): Prevalencia de obesidad en Europa. *Analés - Sistema Sanitario de Navarra*, 25(1), 103–108.

Matthews, S. A. y Yang, T. (2012): Mapping the results of local statistics: Using geographically weighted regression. *Demographic Research*, 26(6), 151–166.

Mendivelso, F., & Rodríguez, M. (2021). Prueba no paramétrica de correlación de Spearman. *Revista Médica Sanitas*, 24(1), 42–45.

Ministerio de Sanidad. (2020): Porcentaje de personas con obesidad, por sexo según comunidad autónoma. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/sanidadDatos/tablas/tabla10.htm>

Organización Mundial de la Salud. (2021): Obesidad y sobrepeso. Datos y cifras. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Organización Panamericana de la Salud. (2000): *La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para la salud pública* (M. Peña & J. Bacallao, Eds.). Organización Mundial de la Salud.

Ortiz-Moncada, R. et al. (2010). *Determinantes sociales de sobrepeso y obesidad en España 2006*.

Ozili, P. K. (2023): The acceptable R-square in empirical modelling for social science research. *Munich Personal RePEc Archive*.

Palomino Moral, P. A.; Grande Gascón, M. L. y Linares Abad, M. (2014): La salud y sus determinantes sociales. Desigualdades y exclusión en la sociedad del siglo XXI. *Revista Internacional de Sociología*, 72, 45–70.

Ramón-Arbués, E. et al. (2019): Prevalencia de sobrepeso/obesidad y su asociación con diabetes, hipertensión, dislipemia y síndrome metabólico: estudio transversal de una muestra de trabajadores en Aragón, España. *Nutrición Hospitalaria*, 51–59.

Raphael, D. (2006): Social determinants of health: present status, unanswered questions and future directions. *International Journal of Health Services*, 36(4), 651–677.

Rengifo-Gallego, J. I.; Sánchez-Martín, J. M. y Sánchez-Rivero, M. (2017): Análisis del equilibrio entre el potencial turístico y la oferta de alojamientos en turismo rural mediante técnicas estadísticas espacial. Una aplicación a la provincia de Cáceres (España). *Cuadernos de Turismo*, 39, 547–576.

Romero-Saldaña, M. (2016): Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería Del Trabajo*, 6(3), 105–114.

Ruiz Álvarez, M.; Aginagalde Llorente, A. H. y del Llano Señarís, J. E. (2022): Los determinantes sociales de la salud en España (2010-2021): una revisión exploratoria de la literatura. *Revista Española de Salud Pública*.

Santana, P. (2014): *Introducción a la Geografía de la salud: territorio, salud y bienestar*. Universidade de Coimbra.

Sartika, E. y Murniati, S. (2021): Application of the Geographically Weighted Regression (GWR) with the Bi-Square Weighting Function on the poverty model in the city/regency of West Java. *Advances in Engineering Research*, 207, 201–207.

Servizo Galego de Saúde (Sergas). (2023): *Ajuste de tasas*. Disponible en: <https://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1923/1-Ayuda%20Ajuste%20de%20tasas.pdf>

Temes Cordovez, R. R. (2017): Determinantes sociales y geografía de la salud. Una aproximación para el caso de la ciudad de Madrid. *Clivatge*, 104–133.

Vilà-Baños, R.; Torrado-Fonseca, M. y Reguant-Álvarez, M. (2019): Análisis de regresión lineal múltiple con SPSS: un ejemplo práctico. *Revista D'Innovació i Recerca En Educació*, 12(2), 1–10.

Wang, Y. y Beydoun, M. A. (2007): The obesity epidemic in the United States - Gender, age, socioeconomic, racial/ethnic and geographic characteristics: a systematic review and meta-regression analysis. *Epidemiologic Reviews*, 29(1), 6–28.

Wei, Q. et al. (2019): Global and geographically and temporally weighted regression models for modeling PM 2.5 in Heilongjiang, China from 2015 to 2018. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16.