



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**LOCALIZACIÓN IDÓNEA DE UNA
RESIDENCIA PARA ADULTOS
MAYORES EN ESPAÑA.**

Alumno: Quirola Morales, Bryan Saúl

Tutores: Prof. D. Manuel Antonio Ureña
Cámara

Dpto: Ingeniería Cartográfica, Geodésica y
Fotogramétrica.

MARZO, 2024

En memoria de mi padre

RESUMEN

En la actualidad, la elección de la ubicación más adecuada, para la apertura de un nuevo negocio, resulta ser una de las decisiones más importantes que definirán el éxito o fracaso del mismo. Escoger una buena ubicación, contribuye a la creación de ventajas competitivas y además maximiza las posibilidades de rentabilidad del negocio. Tomando en cuenta estas consideraciones, el presente Trabajo Fin de Máster pretende llevar a cabo un análisis espacial con el objetivo de localizar el sitio idóneo para montar una residencia privada de adultos mayores en España, utilizando los Sistemas de Información Geográfica como principal herramienta para la gestión de la información y la toma de decisiones. Para ello, se ha definido y analizado un conjunto de factores en función de la Mínima Unidad Cartográfica. A través de este análisis, se determinó que la mejor ubicación para albergar la residencia de adultos mayores se encuentra en la calle Andrés Pérez del centro histórico de Málaga Capital.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de Información Geográfica, Localización óptima, Geodemanda, Geocompetencia, Evaluación Multicriterio, Proceso Analítico Jerárquico.

ABSTRACT

Currently, choosing the most appropriate location for opening a new business turns out to be one of the most important decisions that will define its success or failure. Choosing a good location contributes to the creation of competitive advantages and also maximizes the profitability possibilities of the business. Taking these considerations into account, this Master's Thesis aims to carry out a spatial analysis with the aim of locating the ideal site to set up a private residence for seniors in Spain, using Geographic Information Systems as the main tool for management of information and decision making. To this end, a set of factors has been defined and analyzed based on the Minimum Cartographic Unit. This analysis showed that the best location to house the residence for seniors is in Andrés Pérez Street in the Historic Center of Málaga Capital.

KEYWORDS: Geographic Information Systems, Optimal Location, Geodemand, Geocompetition, Multicriteria Evaluation, Hierarchical Analytical Process.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE MAPAS	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	ix
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
2. CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	4
2.1. Introducción	4
2.2. La importancia geográfica en el marketing actual	5
2.3. Geomarketing	6
2.4. Sistemas de Información Geográfica (SIG)	7
2.4.1. Elementos que componen los SIG.....	8
2.4.2. Características principales de los SIG	9
2.4.3. Aplicaciones de los SIG	10
2.5. Los SIG y el Geomarketing.....	11
2.6. Localización óptima	13
2.6.1. Teorías de la localización	13
2.7. Proceso de toma de decisiones	17
2.7.1. Criterios básicos para elegir un lugar	18
2.8. Densidad de Kernel	20
2.9. Evaluación Multicriterio (EMC)	21
2.9.1. Métodos de Evaluación Multicriterio Compensatorios	22
2.9.2. Proceso Analítico Jerárquico (AHP)	23
2.10. Análisis de Componentes Principales	24
3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Materiales.....	25
3.2. Métodos.....	26
4. CAPÍTULO IV: CASO DE ESTUDIO - LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA RESIDENCIA PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD EN ESPAÑA.....	33
4.1. Zona de estudio	33
4.2. Características del modelo de negocio	33
4.3. Perfil de los clientes	35
4.4. Perfil de la residencia	35
4.5. Análisis oferta plazas en residencias por provincias a nivel nacional.....	36
4.6. Málaga Capital	37

4.7.	Análisis geodemanda y geocompetencia en Málaga Capital	39
4.7.1.	Geodemanda.....	39
4.7.2.	Geocompetencia.....	40
4.7.3.	Análisis intersección geodemanda y geocompetencia	42
4.8.	Análisis estimación densidad de Kernel.....	43
4.8.1.	Intersección entre la densidad de Kernel y la (MUC)	44
4.8.2.	Delimitación de la (MUC) en función de la densidad de Kernel	45
4.9.	Definición de posibles factores para la aplicación de la EMC	46
4.9.1.	Búsqueda, tratamiento y organización de la información	48
4.10.	Delimitación de factores en base al (ACP) (CASO 1)	51
4.10.1.	Definición de criterios de los factores delimitados por (ACP).....	54
4.10.2.	Normalización de criterios de los factores delimitados por (ACP).....	54
4.11.	Delimitación de factores en base al criterio del decisor (CASO 2).....	56
4.11.1.	Normalización de criterios de los factores delimitados por el criterio del decisor 57	
4.12.	Análisis multicriterio por jerarquía analítica	59
4.12.1.	Proceso Analítico Jerárquico (AHP) con factores del (ACP) (CASO 1)	59
4.12.2.	Proceso Analítico Jerárquico (AHP) con factores del criterio del decisor (CASO 2) 63	
4.12.3.	Intersección de los resultados del caso 1 y el caso 2.....	67
4.13.	Determinación de la ubicación exacta.....	68
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES		72
BIBLIOGRAFÍA.....		74
ANEXOS		80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Elementos de los SIG	8
Gráfico 2 Triángulo de localización industrial según el modelo de Weber	15
Gráfico 3 Pasos para la solución de un problema.....	17
Gráfico 4 Fases de toma de decisión.	18
Gráfico 5 Las cinco fuerzas a considerar antes del emplazamiento de un negocio.....	19
Gráfico 6 Clasificación técnicas EMC	22
Gráfico 7 Diagrama explicativo de la metodología empleada.....	27
Gráfico 8 Matriz de relaciones nxn para asignación de pesos.....	30
Gráfico 9 Proyección esperanza de vida España (2023 - 2067)	34
Gráfico 10 Evolución número de plazas en residencias para mayores en España (2004-2020).....	35
Gráfico 11 Pirámide poblacional Málaga Capital	38
Gráfico 12 Proceso para organizar la información	48
Gráfico 13 Proceso de adaptación de la información del factor "Renta media por familia".	49
Gráfico 14 Proceso de asociación del factor "Renta media por familia" a la MUC.....	50
Gráfico 15 Herramienta de análisis: Contar puntos por polígonos.....	50
Gráfico 16 Ejemplo expresión para normalizar los criterios (CASO 1).....	55
Gráfico 17 Resultados de la normalización criterios (CASO 1).....	55
Gráfico 18 Proceso para generar información a partir del área de influencia	57
Gráfico 19 Ejemplo expresión para normalizar los criterios (CASO 2).....	58
Gráfico 20 Resultados de la normalización criterios (CASO 2).....	58
Gráfico 21 Expresión cálculo final de la EMC (CASO1)	62
Gráfico 22 Expresión cálculo final de la EMC (CASO 2)	66
Gráfico 23 Búsqueda de edificaciones adecuadas para la localización de la residencia	69
Gráfico 24 Edificación adecuada dentro de una "Zona totalmente óptima"	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Aplicaciones de los SIG en los distintos sectores de actividad	10
Tabla 2 Capas base	26
Tabla 3 Índice Aleatorio (IA) de una matriz de comparación a pares.....	31
Tabla 4 Posibles factores para la aplicación de EMC	47
Tabla 5 Matriz de relaciones de los factores definidos.....	51
Tabla 6 Pruebas de consistencia de los datos	52
Tabla 7 Varianza total explicada de los factores definidos	52
Tabla 8 Valores de comunalidad de los factores definidos	53
Tabla 9 Definición de criterios (CASO 1).....	54
Tabla 10 Definición de criterios (CASO 2).....	56
Tabla 11 Estructuración jerárquica de criterios (CASO 1).....	59
Tabla 12 Matriz de relaciones (CASO 1)	59
Tabla 13 Normalización de la matriz de relaciones (CASO 1)	60
Tabla 14 Vectores de Suma Ponderada de los criterios (CASO 1)	60
Tabla 15 Vectores de consistencia de los criterios (CASO 1).....	60
Tabla 16 Vectores de significancia de los criterios (CASO 1).....	61
Tabla 17 Estructuración jerárquica de criterios (CASO 2).....	63
Tabla 18 Matriz de relaciones (CASO 2)	64
Tabla 19 Normalización de la matriz de relaciones (CASO 2)	64
Tabla 20 Vectores de Suma Ponderada de los criterios (CASO 2)	64
Tabla 21 Vectores de consistencia de los criterios (CASO 2).....	65
Tabla 22 Vectores de significancia de los criterios (CASO 2).....	66

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Plazas en residencias por provincias por cada 100 habitantes mayores de 64 años.....	37
Mapa 2 Ubicación zona de estudio Málaga Capital	38
Mapa 3 Densidad poblacional habitantes mayores de 64 años por hectárea en Málaga Capital.....	40
Mapa 4 Distribución de residencias para adultos mayores en Málaga Capital	41
Mapa 5 Zonas de influencia de las residencias para adultos mayores en Málaga Capital	42
Mapa 6 Intersección entre los mapas de geodemanda y geocompetencia.....	43
Mapa 7 Zonas potenciales con la estimación de la densidad de Kernel.....	44
Mapa 8 Intersección densidad de Kernel y la Malla estadística de Málaga Capital.....	45
Mapa 9 Delimitación malla estadística con las zonas potenciales de Kernel.....	46
Mapa 10 Categorización zonas según resultados del modelo (AHP) (CASO1)	63
Mapa 11 Categorización zonas según resultados del modelo (AHP) (CASO 2)	67
Mapa 12 Intersección "Zonas totalmente óptimas" entre mapas del CASO 1 y CASO 2	68
Mapa 13 Localización puntual de la residencia.....	70

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACP:	Análisis de Componentes Principales
AHP:	Proceso de Jerarquía Analítica
DERA:	Datos Espaciales de Referencia de Andalucía
EMC:	Evaluación Multicriterio
IA:	Índice Aleatorio
IC:	Índice de Consistencia
IECA:	Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
INE:	Instituto Nacional de Estadística (España)
KMO:	Kaiser-Meyer-Olkin
MCU:	Mínima Unidad Cartográfica
RC:	Relación de Consistencia
SIG:	Sistemas de Información Geográfica
VC:	Vector de Consistencia
VSP:	Vector de Suma Ponderada

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La apertura de un nuevo negocio, ya sea que ofrezca un producto o servicio, conlleva a una serie de riesgos monetarios que pueden terminar en la quiebra técnica de la empresa al no poder hacerse cargo de sus obligaciones financieras, y como consecuencia termine cerrando sus puertas (Alarcón, 2011). Para evitar lo mencionado, es imprescindible realizar una planificación estratégica que asegure, en la medida de lo posible, la viabilidad y rentabilidad del nuevo comercio. Según Ghosh y McLfferty (1987) la localización idónea de un establecimiento comercial constituye uno de los elementos principales a tomar en cuenta, dentro de la planificación, para asegurar el éxito del mismo debido a que supone un factor clave para la creación de ventajas competitivas. Asimismo, Hernández & Bennison (2000) mencionan que, es crucial llevar a cabo un análisis de posibles ubicaciones para la apertura de nuevos establecimientos comerciales. Sin embargo, el entorno cambiante de una sociedad, tanto en su demografía, como también en sus nuevas demandas y necesidades, ha ocasionado que encontrar la localización ideal para un nuevo negocio sea cada vez más complicado, debido a que se necesita analizar un mayor número de variables geográficas y por consecuencia tratar un volumen de datos más grande.

Por lo mencionado, los datos geográficos están recibiendo mayor atención al ser considerados como un elemento potencial que contribuye a determinar la localización idónea de nuevos comercios. Sin embargo, la importancia que reciben los datos geográficos en cuanto al análisis espacial es, en mayor medida, de índole académico y se ve reflejado con más fuerza en la literatura, mientras que en la práctica no ocurre con el mismo ímpetu (Wood & Reynolds, 2012 citado por Roig, 2013). Por su parte, Alcaide y col. (2012) menciona que, en gran medida, el éxito empresarial es el resultado de tomar en cuenta el papel clave que juega el factor geográfico para la localización de nuevos mercados.

Así, trabajar con datos geoespaciales tiene una serie de implicaciones que se deben tomar en cuenta, antes de llevar a cabo cualquier tipo de análisis. Para desarrollar con éxito los procesos de un análisis geoespacial, la información tiene que estar georreferenciada y debe cumplir con ciertas características que reflejen la calidad de la misma. Estas características pueden ser; la accesibilidad, integridad, precisión, consistencia y fiabilidad de las fuentes (López, 2017). En esta línea, el análisis espacial demanda de herramientas que faciliten el tratamiento de los datos geográficos.

De forma específica, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son utilizados como la principal herramienta para recopilar datos, realizar análisis espaciales, combinar y gestionar datos y atributos (Widaningrum, 2015). Chasco (2003) menciona que los SIG trabajan con bases de datos y con información cartográfica, y que, además poseen herramientas que les permite realizar análisis estadísticos. En este sentido, el uso de los SIG resulta substancialmente oportuno para llevar a cabo investigaciones aplicadas en el campo empresarial debido a que son capaces de tratar grandes cantidades de información y vincular mapas digitales con las bases de datos. Para Berry (2007) los campos del análisis y aplicación de los SIG, ya experimentaban un gran avance. Es así que Church (2002) ya afirmaba que muchas de las aplicaciones futuras dedicadas a la localización de nuevos emplazamientos comerciales estarían estrechamente relacionadas a los Sistemas de Información Geográfica, debido a que son sistemas que se utilizan cuando se trabaja con información espacial.

En la actualidad, los SIG han ganado terreno en el ámbito de los negocios, siendo utilizados como herramienta que contribuyen al diseño de estrategias de geomarketing y gestión en las empresas. Dentro de las estrategias de geomarketing, los SIG permiten ajustar las estrategias del marketing con las características regionales o locales de un sitio, y en función de aquello delimitar la superficie que brinde las mayores posibilidades de éxito del nuevo emplazamiento. Desde esta perspectiva, el éxito de los SIG, se debe a su capacidad de generar la visualización de datos de forma gráfica e intuitiva, lo que ayuda enormemente en el proceso de toma de decisiones dentro del campo empresarial para la localización de un nuevo emplazamiento comercial (Hernandez, 2007). Por esta razón, debido a la importancia que conlleva hoy en día el uso de los Sistemas de Información Geográfica dentro del sector empresarial, específicamente en el ámbito del geomarketing, el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) tiene como objetivo principal localizar el sitio idóneo para montar una residencia privada de adultos mayores en España, utilizando los SIG como principal herramienta para la gestión de la información y la toma de decisiones. Para cumplir con el objetivo general, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un análisis general de la oferta de plazas existentes en residencias para adultos mayores por provincias en España, y escoger la ciudad capital de alguna de las provincias que presente una oferta escasa.
- Realizar un análisis de Kernel, en la ciudad capital de la provincia previamente seleccionada, para determinar a breves rasgos las zonas más óptimas para el

emplazamiento de una residencia para adultos mayores, en función de la geodemanda y geocompetencia.

- Realizar una Evaluación Multicriterio (EMC) a través del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), en la ciudad capital de la provincia previamente seleccionada, para determinar zonas puntuales para el emplazamiento de una residencia para adultos mayores, en función de la Mínima Unidad Cartográfica (MUC).
- Encontrar por medio de portales inmobiliarios un lugar disponible que se ajuste a las necesidades de espacio de una residencia para adultos mayores, en función de las zonas óptimas establecidas con el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP).

Es importante mencionar que, se seleccionó este modelo de negocio, ya que, según la revista Savills Research (2021), las residencias para adultos mayores se están posicionando como uno de los mercados inmobiliarios más atractivos debido al proceso de envejecimiento que aqueja en mayor medida a los países desarrollados, y España no es la excepción. El incremento en la esperanza de vida de los españoles se traduce en el éxito de un estado de bienestar, sin embargo, este éxito trae consigo un desafío social en cuanto al cuidado especializado de nuestros mayores en sus últimos años de vida. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS en adelante), en España hace falta crear aproximadamente 80.000 plazas en las residencias para ancianos. Si se tiene en cuenta que las residencias para mayores en promedio disponen de 80 plazas, entonces en España harían falta alrededor de 1.000 residencias adicionales. De manera que, este modelo de negocio podría llegar a ser potencialmente viable, y mucho más, si se considera un análisis espacial para encontrar la localización óptima.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

2.1. Introducción

Desde aproximadamente las últimas tres décadas, los aspectos de la geografía y el territorio se han ido transformando en referentes esenciales dentro de los procesos socioeconómicos de las poblaciones. Es así que, la competitividad y el desarrollo económico tienen, en mayor grado, un carácter de tipo localizado. El conocimiento geográfico se consolida cada vez más como un componente estratégico elemental, facilitando así, que las organizaciones se ajusten o se reorganicen en función de los cambios que se producen en el entorno (Alcaide y col., 2012)

La evolución con rapidez en el entorno, al cual están sujetas las organizaciones, ha obligado a sus gestores a pasar de la planificación estratégica hacia un pensamiento estratégico. De manera que, su prioridad es gestionar un continuo procesamiento de la información interna y externa con la finalidad de anticiparse a dichos cambios en el entorno y generar de manera flexible las respuestas más oportunas. Para esto, resulta imprescindible que los gestores tomen conciencia de esta realidad y desarrollen sus habilidades en cuanto al pensamiento estratégico a través del conocimiento geográfico, de manera que les permita reaccionar con rapidez a las nuevas situaciones y aportar nuevas alternativas para la solución de problemas.

Debido a la responsabilidad que acarrearán los gestores en las organizaciones, éstos han encontrado la manera de anticiparse a los entornos cambiantes a través del uso de las tecnologías de la información geográfica. Estas tecnologías permiten recolectar, almacenar y analizar datos en favor de la provisión de bienes y servicios para la sociedad. Desde esta perspectiva, el presente capítulo tiene como objetivo, abordar la base teórica que cubra, en el mayor grado de lo posible, conceptos relacionados a nuestro tema: “Localización idónea de una residencia para adultos mayores en España, utilizando los Sistemas de Información Geográfica como principal herramienta para la gestión de la información y la toma de decisiones.” Es así que, abordaremos conceptos relacionados al marketing, geomarketing, Sistemas de Información Geográfica, localización óptima; y, además, conceptos puntuales sobre herramientas de apoyo utilizadas para desarrollar nuestra metodología de trabajo como son: la Densidad de Kernel, el Análisis de Componentes Principales (ACP) y la Evaluación Multicriterio, específicamente el modelo AHP.

2.2. La importancia geográfica en el marketing actual

Después de finalizar la Segunda Guerra Mundial, los hogares de los países desarrollados comenzaron a percibir un incremento en su renta media año tras año. Si bien es cierto, antes de que haya este incremento, los ingresos económicos eran muy bajos, de manera que las familias adquirían productos en base a su funcionalidad y duración, es decir, el motivo de la compra era la necesidad y estaba condicionada por el poder adquisitivo.

El vicepresidente de la empresa First Data, Ernst Verbeek, menciona que, hoy en día la funcionalidad y duración de un producto tiene menos importancia que la connotación emocional. Ahora, la compra de un producto es la confirmación de nosotros mismos, intentando reflejar nuestras aspiraciones, valoraciones y expresión de nuestro estilo de vida. Con el aumento de la renta, generalmente, lo que determina los hábitos de compra son los deseos y no la necesidad. De manera que, los consumidores se deciden, por un producto u otro, basando su criterio de decisión en el valor añadido que el producto les ofrece y no en la funcionalidad del mismo.

Así mismo, las “necesidades” de los consumidores han ido cambiando, de manera que la oferta de productos y servicios también. Es así que, la orientación de las empresas ha pasado de; “Tengo un producto a quién se lo vendo” a “tengo un cliente que producto le ofrezco”. Este cambio es el reflejo de las nuevas estructuras de las organizaciones. Antes las organizaciones mantenían una estructura tradicional por funciones, generalmente contenían departamentos de ventas, contabilidad, marketing, facturación y operaciones. Eso ha cambiado, ahora las empresas se estructuran orientadas al cliente, por unidades de negocio. Es decir, cada unidad de negocios cuenta con su propio grupo especializado en marketing y operaciones.

También es preciso mencionar que, no solo las organizaciones han cambiado sus estructuras enfocadas en el negocio, sino que, además, han hecho el esfuerzo por conocer a mayor detalle al cliente. Esto incluye el saber en dónde se encuentra éste en el espacio. Como resultado de este esfuerzo, el micromarketing, en conjunto con las bases de datos, se han convertido en la principal herramienta para segmentar los mercados.

En los últimos años, muchas empresas han elaborado todo tipo de segmentación y mapas de los clientes con la finalidad de conocer sus hábitos de consumo y sus características sociodemográficas para poder llegar a personalizar el producto o servicio ofertado. La segmentación de clientes precisa identificar las variables de mayor

relevancia del negocio y, a partir de éstas, agrupar a clientes en los diferentes grupos encontrados. Cabe mencionar que, en la actualidad, generalmente, ya no se hacen segmentaciones únicamente por clase social, edad, nivel de formación o renta. Dos personas pueden tener la misma renta, edad y formación, sin embargo, pueden tener patrones de consumo radicalmente distintos. Es así que, en la actualidad, definir el mercado es cuestión de identificar consumidores con similares necesidades. Para esto, las organizaciones generan los perfiles del cliente incluyendo la siguiente información:

- Datos geográficos: En donde vive; descripción del lugar
- Datos demográficos: estado civil, edad, ocupación, nivel de formación y hasta nacionalidad.
- Datos socio-psicológicos: valores de consumo, estilo de vida y clase social.
- Datos de comportamiento de consumo: frecuencia de compra, antigüedad.

La variable geográfica toma un papel esencial para las transacciones de bienes y servicios en el mercado. Para las organizaciones es fundamental conocer donde se encuentran sus clientes y potenciales clientes, y en función de aquello desplegar la mejor oferta a través del diseño de estudios de mercado. Para esto, las empresas han hecho uso de una rama del marketing, esta rama es conocida como GEOMARKETING.

2.3. Geomarketing

A principios de 1960, se mencionaba que la geografía del marketing se había consolidado, sin embargo, no fue hasta la década de los años 90 que se adopta el concepto de geomarketing y se lo introduce como un nuevo componente teórico (Alcaide y col., 2012).

Sin duda alguna, el geomarketing es el resultado de la globalización, convirtiéndose en una disciplina que tiene como finalidad generar diferentes estrategias competitivas en base a las distintas características de la sociedad y su relación geográfica (Fontalvo & Tejeida, 2013). El comportamiento de los individuos de una misma comunidad, en cuanto a patrones de consumo, suele estar estrechamente relacionado. Según Sleight (2005), es preciso realizar un análisis del lugar donde vive una población para concluir cuáles son sus patrones de consumo, expresando una especie de analogía que reza “dime dónde vives y te diré quién eres”.

Hasta ahora se tiene claro que la clave del geomarketing es considerar la variable geográfica, pero desde un punto más específico, ¿Qué abarca el geomarketing? Para Latour y Floc'h (2001), el Geomarketing es el resultado de un sistema integrado por una

serie de datos, programas informáticos para el tratamiento de datos, métodos estadísticos y representaciones gráficas para la toma de decisiones. Es decir, se combina cartografía digital, tablas y gráficos. Para Chasco (2003) el Geomarketing consiste en el uso de un conjunto de técnicas que permiten realizar un análisis de las realidades económicas desde una perspectiva geográfica, utilizando instrumentos cartográficos y herramientas para la estadística espacial.

En la actualidad, el geomarketing está sometido a un incesante bombardeo de información para analizar, por lo que está obligado a hacer uso de bases de datos y programas informáticos que permitan el procesamiento de enormes cantidades de datos en tiempos más cortos. Los sistemas basados en programas informáticos y bases de datos son conocidos como Sistemas de Información Geográfica.

2.4. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Tradicionalmente los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido utilizados para facilitar el ordenamiento del territorio (José Barredo, 1996). Sin embargo, el uso y el componente teórico de los SIG ha ido evolucionando. Dependiendo de la perspectiva del autor, éste definirá de una u otra manera a los SIG. No obstante, cuando se compara estas definiciones, se aprecia algunos elementos en común, considerados como la base esencial de los SIG.

En un principio, los SIG eran entendidos únicamente como base de datos georreferenciados o base de datos espaciales (Bosque y col., 1998). En la actualidad, las definiciones de los SIG resaltan la operatividad de éstos, como lo menciona Cebrián y col. (1988). Según él, los SIG representan una base de datos computarizada la cual contiene información espacial, mientras que para Burrough (1986) es un conjunto de herramientas que sirven para reunir, almacenar, transformar, recuperar y representar datos espaciales que representan al mundo real, y que son gestionados bajo objetivos particulares. Aronoff (1989) menciona que los SIG son un sistema computarizado que proporciona cuatro conjuntos para operar datos georreferenciados, los cuales son: Entrada de datos, uso de los datos, manipulación y análisis de datos, y salida de los datos.

Otra definición interesante, es la que propone el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) (1990) citado por Ali (2020), el cual menciona que los SIG son un sistema de software, hardware y procedimientos bien elaborados para obtener, gestionar, manipular, analizar, modelar y representar datos espaciales georreferenciados con la finalidad de resolver problemas complejos de gestión y

planificación. Por su parte, Rodríguez (1993) a través de su crítica a las actuales definiciones de los SIG, concluye que éstos constituyen un modelo informatizado de la realidad del planeta, apoyándose en un sistema de referencia ligado a la tierra, y que tiene como finalidad satisfacer las necesidades de información específicas en cuanto a un conjunto de preguntas en concreto.

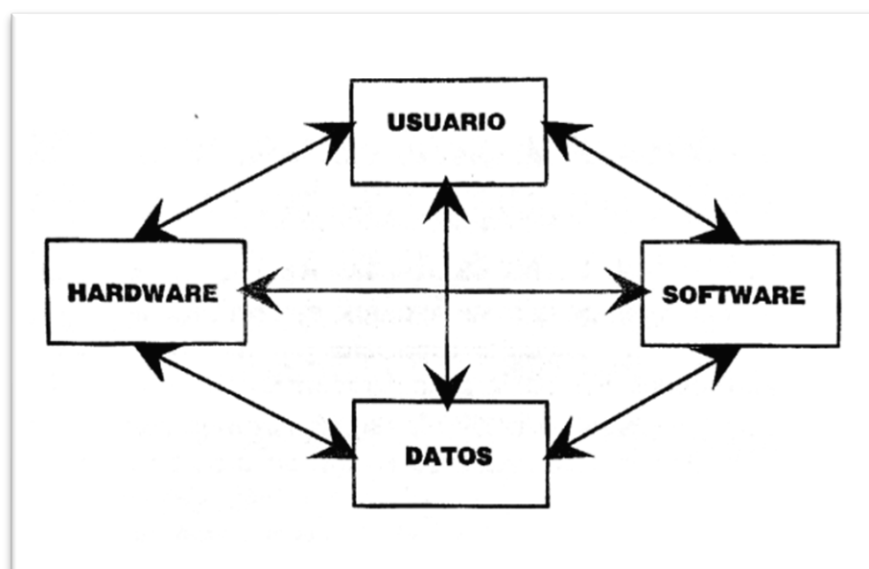
Sin duda alguna, en las definiciones descritas, el elemento fundamental de los SIG está expresado bajo diferentes nombres que tienen una misma connotación, como: datos espaciales, información espacial, datos georreferenciados. Este elemento espacial es el común denominador en las nuevas descripciones teóricas. Así mismo, este elemento espacial es aquel que diferencia a los SIG de las diferentes bases de datos especializadas.

Hasta ahora se ha definido lo que son los SIG, y, además, conocido cual es el término en común que contemplan las diferentes definiciones. Sin embargo, es importante mencionar la estructura de la que se componen los SIG, sus principales características y sus principales aplicaciones en los diferentes sectores de actividad.

2.4.1. Elementos que componen los SIG

Los SIG se estructuran fundamentalmente por cuatro elementos, los cuales, en su conjunto, permiten realizar diferentes operaciones, tomando en cuenta la complejidad en el tratamiento de los datos espaciales. Según Maguire (1991) los elementos que componen los SIG son el hardware, el software, los datos y el usuario (véase Gráfico 1).

Gráfico 1 Elementos de los SIG



Fuente: (Maguirre, 1991)

El hardware es el componente físico del sistema. Los SIG pueden ser ejecutados en una amplia gama de equipos, desde ordenadores centralizados hasta aquellos con configuraciones individuales o en red. Cabe mencionar que, las organizaciones requieren de un hardware lo suficiente específico para cubrir las necesidades de la aplicación.

El software es el encargado de realizar la manipulación y operación de los datos. Los programas SIG proporcionan las funcionalidades y herramientas que se necesitan para el almacenamiento, análisis y la visualización de la información geográfica.

Los datos geográficos forman la base de todo el sistema, sin éstos no tienen sentido el software, hardware y los usuarios. Por lo general, la dificultad para recoger los datos y mantenerlos actualizados representa el costo más elevado de los cuatro elementos que componen un SIG. Según Barredo (1996) la recolección de datos constituye alrededor del 70% de todo el presupuesto de un proyecto SIG.

Los usuarios tienen un rol sustancial en la configuración de la estructura de un SIG. El montaje de la estructura de un SIG tiene que estar pensada para que pueda ser utilizada por los diferentes usuarios, de manera que puedan hacer uso y aplicar las herramientas de una forma correcta.

2.4.2. Características principales de los SIG

Es importante mencionar cuales son las principales características de los SIG, ya que, de esta manera, se pueden añadir ciertos matices que refuercen las definiciones que se han propuesto. Para comenzar, una característica muy importante es que los SIG cuentan con la capacidad de visualización de la información geográfica tratada a través de mapas digitales. Otra funcionalidad característica de los SIG, es el de poder generar una base de datos sofisticada que mantenga y relacione información espacial y temática. Estas bases de datos, a diferencia de las convencionales, se caracterizan porque permiten estar ligadas a unidades geográficamente localizadas. Por esta razón, dentro de un SIG, la posición de las entidades conforma el eje del almacenamiento, recuperación y el análisis de los datos (Alcaide y col., 2012).

Además, los SIG constituyen una tecnología de integración de la información como resultado del trabajo en conjunto de las ciencias geográficas y otras ciencias (cartografía, fotogrametría, etcétera). Así también, el trabajo en conjunto de estas ciencias ha permitido el desarrollo e innovación de nuevas tecnologías SIG, más sofisticadas, que permitan constituir un sistema único y más potente que el de la suma de todas sus partes.

De manera que, la unificación de información sea de manera coherente, y a su vez, pueda ser sometida a una panoplia de distintas funciones, tales como: análisis, edición, visualización, entre otras (Alcaide y col., 2012).

El carácter abierto e integrador de los SIG, hace que puedan conectar con otras aplicaciones y programas informáticos destinados al manejo y tratamiento de la información, como por ejemplo, gestores de bases de datos, hojas de cálculo, procesadores de texto, programas estadísticos, etc.

2.4.3. Aplicaciones de los SIG

Se ha apreciado que los SIG, son una herramienta muy versátil en cuanto al tratamiento de información geográfica. Al tener una connotación multipropósito, diferentes sectores, tanto público como privado, como del sector de bienes o servicios, han hecho uso de su funcionalidad para sacarle el mayor provecho en beneficio propio (Rodríguez & Olivella, 2009). La Tabla 1 presenta algunos de los sectores que hacen uso de los SIG con sus respectivas aplicaciones principales. Sin embargo, en el próximo apartado se destacará el uso de los SIG en el Geomarketing.

Tabla 1 Aplicaciones de los SIG en los distintos sectores de actividad

Sector	Aplicación
Medio ambiente, agricultura y recursos forestales	Gestión del territorio a través de coberturas digitales de parcelas rústicas Conservación y explotación de bosques Prevención, control y análisis de incendios forestales Cambios e inventarios en el uso de suelo Recuperación ambiental: medición de la degradación del suelo Catastros de bienes inmuebles urbanos y rústicos
Protección civil	Prevención y toma de decisiones ante desastres y catástrofes naturales
Planificación urbana	Gestión y cobro de impuestos municipales Control para el cumplimiento de la normativa urbanística Localización de nuevos equipamientos
Desarrollo económico	Estudio y análisis demográfico y censales, renta.
Industria:	Análisis para el mantenimiento y conservación de las

Transporte Salud Comunicación Etc.		infraestructuras Trazados de infraestructuras lineales como carreteras Análisis del impacto territorial de nuevas infraestructuras Análisis y mantenimientos de redes de infraestructuras básicas, como: tendido eléctrico, alcantarillado, agua potable, gas, etc. Análisis para determinar áreas de explotación de recursos naturales Estudios epidemiológicos
GEOMARKETING	MARKETING	Aplicación estratégica: Análisis geodemanda y geocompetencia Aplicación operativa: Logística para la venta y distribución, y simulación de resultados.
	GEOMARKETING EN EL SECTOR PÚBLICO	Fuerzas de seguridad: Observar el patrón de comportamiento de las bandas criminales. Educación: Prevención de riesgos en la población estudiantil, identificación de zonas marginales. Sanidad: Campañas de prevención de enfermedades de diferente índole. Optimización de recursos
	GEOMARKETING POLÍTICO	Identificación de las necesidades de los ciudadanos.

Fuente: Elaboración propia obtenida de Alcaide y col. (2012)

2.5. Los SIG y el Geomarketing

Los SIG comenzaron siendo utilizados, generalmente, por el sector público. A medida que fueron popularizando comenzaron a ser aprovechados por parte de empresas privadas, quienes vieron una oportunidad para cruzar la información interna que tenían disponible con información geodemográfica del entorno (Alcaide y col., 2012).

Así, los SIG se han convertido en una herramienta para integrar el sistema de información de marketing de las empresas. Desde este planteamiento, los SIG han sido utilizados tanto para el marketing operativo, como también, para el marketing estratégico con el objetivo de realizar un mejor análisis, planificación y toma de decisiones comerciales por parte de la empresa.

Una de las aplicaciones del marketing operativo puede ser el uso de funcionalidades SIG para la supervisión de la provisión de productos de una red de distribución. De tal manera, los SIG van a servir de apoyo en actividades diarias rutinarias. Estas aplicaciones tácticas van a proporcionar la información requerida para la toma de decisiones, generalmente, por la gerencia media. El proceso de toma de decisiones requerirá la combinación de todo tipo de dato con los datos espaciales, a través de los SIG, para obtener información sobre los mercados potenciales y la localización de competidores. Finalmente, en base al análisis de esta información, decidir sobre la posible ubicación de un nuevo canal de distribución, y, además, hacia donde dirigir una campaña publicitaria dentro de un target específico.

Por otro lado, las aplicaciones del marketing estratégico, por lo general, están dirigidas hacia la alta gerencia. Desde esta perspectiva, una de las aplicaciones específicas de los SIG, es el de proporcionar información “ad hoc” para la toma de decisiones estratégicas, como, por ejemplo, qué nuevo producto sacar al mercado o dónde invertir.

Lo descrito anteriormente, refleja la capacidad de los SIG para integrar información gráfica del territorio e información descriptiva (alfanumérica), permitiendo un análisis más profundo de la realidad, en cuanto a la demanda, competencia, red de establecimientos, entre otros.

En fin, la importancia del factor geográfico para el marketing es, sin duda alguna, muy importante debido a que el espacio geográfico es heterogéneo desde el punto de vista físico y demográfico. Esto da lugar a que las empresas intenten adaptar sus políticas en función de la logística o la gestión de stocks, fijando sus objetivos de venta al compás de las características del territorio. Así mismo, empresas que operan en distintos mercados, con la ayuda de lo SIG, logren adaptarse (a nivel micro - en los territorios) a las características de los potenciales clientes. Como se ha venido mencionando, para las empresas (constituidas o por constituirse) es muy importante conocer el territorio y analizar a profundidad sus características para conocer la viabilidad y rentabilidad del target a ser explotado. Sin embargo, es una realidad que la gran mayoría de empresas necesitan un lugar físico en donde establecerse, por lo que deberán determinar la

localización óptima para ofrecer sus bienes o servicios.

2.6. Localización óptima

En la sociedad, día a día, se refleja una necesidad, por parte de la población, de desplazarse sobre su entorno geográfico para poder acceder y hacer uso de los distintos productos y servicios que se ofertan (Bosque y col., 2014). Estos desplazamientos suponen un gasto de tiempo y dinero. Por esta razón, la organización de la sociedad y su forma de plasmarse en el territorio involucra la posibilidad de analizar estos desplazamientos, que son muchos y que afectan desde cientos hasta millones de personas de forma habitual, con la finalidad de reducir y simplificar de alguna manera estos gastos y esfuerzos.

Es así que, la localización más “óptima” de las empresas sobre el territorio cumplen un rol de gran importancia en cuanto a la mejora de la calidad de vida de la población. Para Chuch y Murray (2009) algunos de los principios básicos para una localización óptima (a lo que ellos llaman “Leyes de la ciencia de la localización”) tienen que ver con evidencias generalmente constatadas, tales como:

- Existen algunas localizaciones que son mejores que otras para un determinado fin.
- El contexto espacial puede modificar la eficiencia de un lugar.

Sin embargo, la ciencia de la localización se sustenta de manera más profunda y va más allá de las evidencias propuestas. Por esta razón, en el siguiente apartado se plasmará Teorías de la Localización que sustentan con diversos criterios la ubicación de las actividades productivas y económicas en relación con los centros urbanos.

2.6.1. Teorías de la localización

Las teorías de localización intentan explicar la localización de las actividades productivas y económicas. Para esto, una serie de trabajos de investigación se han desarrollado con el objetivo de clarificar cuales son las relaciones entre las localizaciones urbanas, en cuanto a la distribución de la población y las actividades económicas. Generalmente, la localización, distribución y la función de las ciudades van a depender de la vinculación que tengan los núcleos urbanos dentro y fuera de sus límites, de forma que éstas se construirán de manera funcional, es decir, las relaciones económicas, sociales y culturales estarán vinculadas entre sí (Vinueza, 1991).

Generalmente, a lo largo de los años el estudio de la localización dentro del

aspecto económico se ha analizado desde diferentes perspectivas, sin embargo, a continuación, se abordarán las teorías propuestas por Johann Heinrich Von Thünen, Alfred Weber y Walter Isard, tomando en cuenta que son los autores más relevantes en esta temática a partir del siglo XIX.

2.6.1.1. Teoría de la localización de Johann Heinrich Von Thünen

El análisis económico espacial tiene sus orígenes en el siglo XIX. El investigador Johann Heinrich Von Thünen se abre camino en el desarrollo de investigaciones sobre economía espacial. Heinrich Von Thünen fue el primero en realizar un modelo básico de la relación que existe entre la producción, la distancia y los mercados. Es por esto que se lo considera como el padre de la teoría de la localización. Pottage y col., citado por Vispo, 2020, p.11-12, menciona lo siguiente:

“Johann Heinrich Von Thünen fue un economista y granjero que desarrolló un modelo para el uso de la tierra que mostraba cómo los procesos de mercado podían determinar cómo se usaría la tierra en diferentes lugares. Investigó el paisaje agrícola y cómo los costes de transportar diferentes productos agrícolas al mercado determinaban el uso de la tierra alrededor de la ciudad. Así, se explica como las actividades más productivas compiten por las tierras más cercanas al mercado y las actividades no suficientemente productivas se localizan más lejos. El modelo tiene un conjunto de supuestos básicos que reflejan las condiciones agrícolas de principios del siglo XIX. Sin entrar mucho en detalles, la teoría de Von Thünen puede ser representada, por cuatro anillos concéntricos que rodean el mercado central, cada anillo corresponde a un tipo específico de agricultura. La zona 1 es tierra utilizada para productos lácteos y cultivo intensivo de productos perecederos; la zona 2 se utilizaba para madera y leña; la zona 3 se utilizaba para la agricultura de cultivos extensivos como granos para el pan, y finalmente la zona 4 contenía la cría y reproducción de animales. En el modelo, el precio de mercado y los costos de transporte no son las únicas variables que afectan a la renta de la tierra y a las pautas de uso de la tierra resultantes. El rendimiento y los costos de producción también afectan al valor de la tierra”.

En la actualidad, el modelo de Von Thünen continúa teniendo relevancia especialmente por aquellos aspectos teóricos que conforman un vínculo directo entre la rentabilidad del producto y la distancia del mercado.

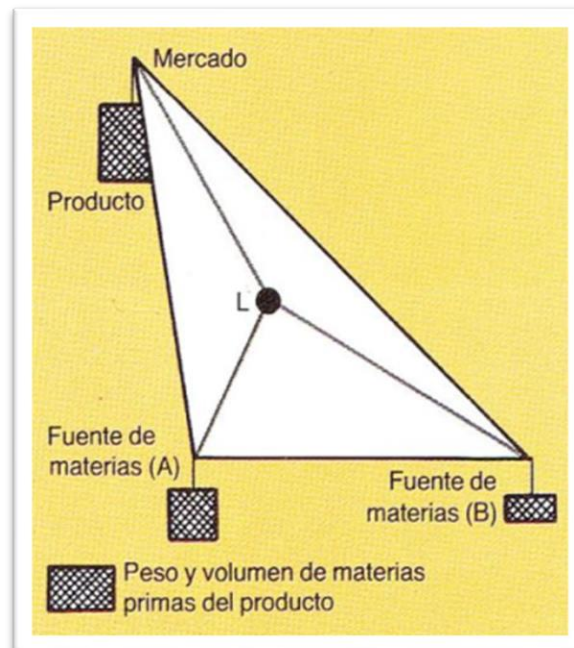
De esta manera, este modelo expresa la idea de que el ser humano busca satisfacer sus necesidades de la manera más inmediata y reduciendo, en el mayor grado de lo posible, sus desplazamientos para lograrlo. Es así que, Von Thünen, a través de su modelo, supone para las Teorías de la Localización un gran aporte al explicar la manera en que se distribuyen las diferentes actividades económicas en un espacio geográfico determinado.

2.6.1.2. Teoría de la localización industrial de Alfred Weber

La teoría de la localización industrial surge de la mano de Alfred Weber en 1909, la cual marca un antes y un después dentro de las teorías de la localización. Esta obra plantea un modelo sobre la localización industrial, misma que concluye que “la mejor localización para una industria, dentro de un espacio concreto, es aquella que reduce al máximo los costes” (Hernandez, 2009, p.14).

Según Segrelles (2010), Weber se encargó de estudiar el problema de localización de una empresa la cual utilizó dos materias primas diferentes para la creación de un producto. Lo complejo que se planteó recae en qué; tanto las materias primas, como la ubicación de la tienda en donde se vende el producto, se ubicaron en diferentes puntos geográficos. Esta teoría se representa con un triángulo (véase Gráfico 2) en donde dos de los vértices representan a los recursos disponibles y el restante al mercado.

Gráfico 2 Triángulo de localización industrial según el modelo de Weber



Fuente: Barredo, 1996, p.4

Con la ayuda de la ubicación de los puntos dentro del triángulo, Weber introduce diversos planteamientos a través de distintas aportaciones. Hernandez (2009) citado por Vispo (2020, p.14) explica que:

“En primer lugar, elabora un índice de los costes de traslado de esas materias primas hacia la industria en cuestión y, un índice de factores, donde se trata la importancia que reside en la fabricación del producto. En segundo lugar, construye un índice del coste laboral, para poder analizar a dependencia de que presenta la industria ante ese factor concreto. En tercer y último lugar, esta teoría analiza los efectos de las economías de aglomeración. “

Según Hernández (2009) una de las principales aportaciones del modelo de Weber a las teorías de localización es que la industria debe ser ubicada en un lugar donde los ahorros producidos por las economías de aglomeración y aquellos costes derivados de la mano de obra, superen aquellos costes generados del transporte de las materias primas en los que incurre la empresa.

2.6.1.3. Teoría del desarrollo regional de Walter Isard

La teoría de Walter Isard es otra de las obras que ha contribuido substancialmente a las teorías de la localización. Este autor menciona que, el beneficio que una empresa logra obtener se determina por una sucesión de inputs y outputs, mismos que incluyen los costes necesarios de transporte. Para Suarez (1973, p.206) “la maximización de esta función nos permitirá obtener la cantidad a producir de cada output, la cantidad a utilizar de cada input y la localización óptima”.

Para Isard su propio planteamiento le resultaba algo general, por lo que se centró en rellenar aquellos huecos de su obra que, según él, aún faltaban resolver en cuanto a la Teoría de la Localización. Es por ello que su obra se centra en hallar respuestas a casos muy particulares y específicos, y, además, replantear la teoría que fue propuesta por, el ya mencionado, Alfred Weber.

Isard abrió un importante frente en cuanto a la Teoría de la Localización. Según Suárez (1973, p.206) “es a partir de este momento, en 1956, cuando se abre la veda en la realización de estudios basados en una investigación más operativa y menos teórica, lo que ha ido, con el tiempo, generando un mayor interés dentro de este campo”. Actualmente se puede comprobar que cada vez surgen más escritos académicos

operativos, los cuales pretenden explicar cuál es la localización más óptima para una estructura comercial.

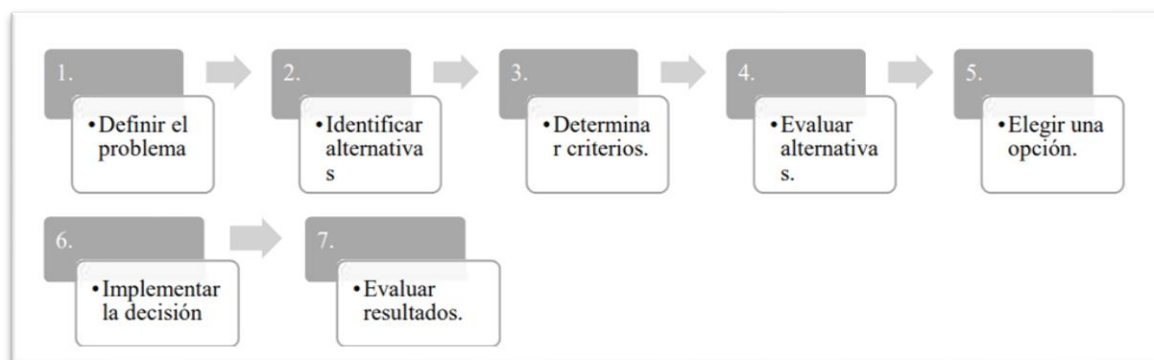
Desde estos puntos de vista abordados, se puede entender que las teorías de localización son un conjunto de obras que pretenden estudiar los efectos espaciales sobre las diversas actividades económicas. Por lo que, el objetivo primordial de estas teorías es averiguar y sustentar cuales son los posibles métodos para encontrar un espacio geográfico ideal para emplazar una actividad económica, tomando en consideración la existencia de muchos factores que inciden en el proceso de toma de decisiones, incluyendo otras actividades económicas que puedan condicionar e interferir en el mismo (Vispo, 2020).

2.7. Proceso de toma de decisiones

La toma de decisiones acertadas es parte de la inteligencia del ser humano. La especie humana, de forma cotidiana, resuelve problemas, desde aquellos que son sencillos hasta aquellos que representan mayor complejidad. Para resolverlos, se valoran las condiciones del entorno, y en base a éstas se determinan cuales con las diferentes alternativas que dan solución al problema, para finalmente tomar una decisión y hacerse con la alternativa que supone la solución más acertada. Para Salinas y Rodríguez (2011) se trata de llegar a entender la complejidad de los diferentes escenarios presentados, mismos que requieren un alto nivel de compromiso y una sensatez bien estructurada.

Para Romero (1996) el proceso de toma de decisiones se sustenta en la elección por parte de un individuo o un grupo de individuos, quienes se encargarían de resolver un problema y elegir la mejor alternativa en función de los diferentes criterios que han sido analizados previamente. Por otro lado, según Toskano (2005) para alcanzar la solución óptima de un problema, este debe ser abordado en siete pasos (véase Gráfico 3).

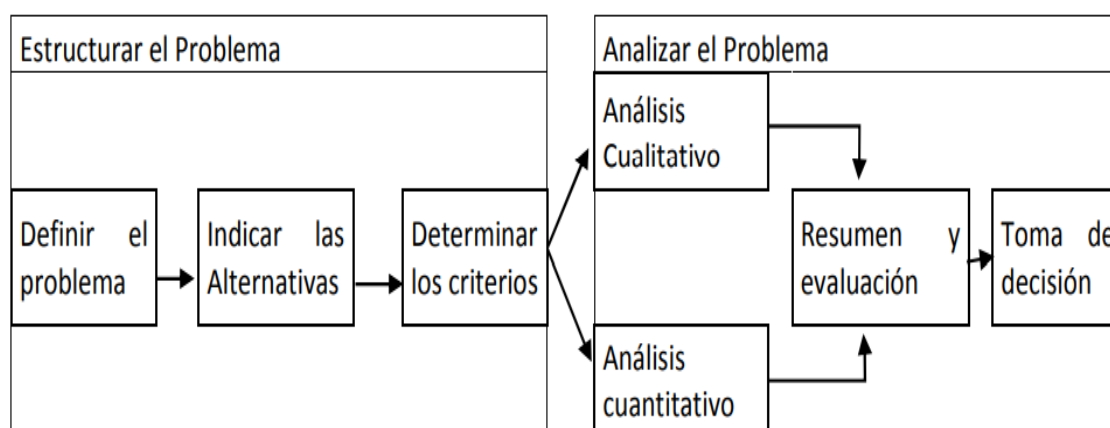
Gráfico 3 Pasos para la solución de un problema.



Fuente: (Toskano, 2005)

Los cinco primeros pasos son analizados en dos fases. En la primera fase es necesario contar con información no preferencial, la cual constituye la estructura del problema, es decir, consiste en definir el problema, identificar las alternativas y determinar los criterios. En la segunda fase, se realiza un análisis básico de manera cuantitativa y cualitativa. La forma cuantitativa se llega a expresar matemáticamente para describir los objetivos, y la forma cualitativa se expresa a partir de las experiencias y del razonamiento del problema. Finalmente, se resume, evalúa y se toma decisiones (véase Gráfico 4).

Gráfico 4 Fases de toma de decisión.



Fuente: (Toskano, 2005)

Puntualmente, desde el enfoque para el emplazamiento de un nuevo comercio, la selección y ubicación del mismo, es el resultado de relacionar y evaluar factores. Localizar un negocio, como puede ser el caso de las residencias para adultos mayores, se convierte en un gran desafío que contiene una amplia gama de factores y alternativas de solución. A su vez, estos factores y alternativas de solución requieren ser profundizadas, indagadas, interrogadas y ponderadas, para que de esta manera se llegue a seleccionar la ubicación más óptima (Mercado & Palmerín, 2007). Pese a que se necesita analizar una gama amplia de factores para encontrar el lugar ideal para emplazar un nuevo negocio, existen criterios básicos que deben ser considerados en cualquier sector comercial. Estos criterios se abordarán en el siguiente apartado.

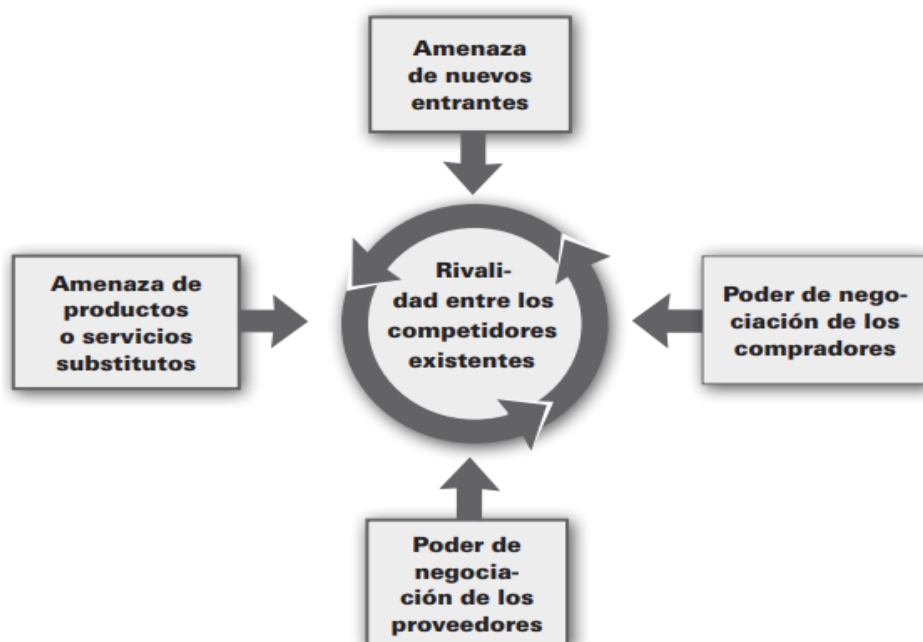
2.7.1. Criterios básicos para elegir un lugar

Porter (2008) plantea cinco fuerzas que tienen como objetivo predecir y justificar la rentabilidad de algún sector económico (véase Gráfico 5). Estas fuerzas varían según el tipo de empresa y su entorno competitivo.

Un análisis de estas fuerzas, permitirá comprender de manera más sencilla el

sector en donde competirá la empresa, y, además, mantenerse en una posición en donde pueda llegar a ser más rentable y menos vulnerable frente a la competencia (Porter, 2008). En concreto, una de las fuerzas de Porter, relacionadas a la localización que se toman en cuenta en este estudio, tienen que ver con los clientes y la competencia.

Gráfico 5 Las cinco fuerzas a considerar antes del emplazamiento de un negocio.



Fuente: (Porter, 2008)

2.7.1.1. Clientes

Se considera a los clientes (demanda) como un criterio básico relacionado a la localización, ya que son estos los que condicionan la rentabilidad del negocio y obligan a mantener la calidad del producto o servicio. Todas las empresas, sin importar su línea comercial, deben estar aptas para desarrollar cuestiones relacionadas a la compra, venta, mantener relaciones duraderas con sus clientes, adaptarse a los cambios, entre otras. Esto conlleva a que las empresas se preocupen y presten mucha atención a la hora de establecerse para vender un producto o prestar un servicio. Es así que, para mantenerse en el mercado es preciso que los negocios sean establecidos con proximidad y contacto con los clientes (Mercado & Palmerín, 2007). En la misma línea, para Betancourt (2002) el criterio denominado “clientes” cumple un rol imprescindible al momento de encontrar alternativas para elegir la mejor ubicación, de manera que la empresa se beneficie y tenga una participación aceptable en el mercado como requisito para el incremento de la competitividad y cumplimiento de sus planes.

2.7.1.2. Competencia

La competencia entre empresas es una amenaza que despierta el interés de éstas. Actualmente, la competencia ya no es solo de empresas que se dedican a ofrecer los mismos o similares servicios, sino también de empresas que ofrecen servicios diferentes y que satisfacen la misma necesidad (Rodríguez , 2014). Tanto es así que, al considerar a la competencia (oferta) como un criterio para establecer una nueva empresa en el sector, lo que se hace es relacionar la posible nueva ubicación del negocio con la cercanía, tamaño, infraestructura y nivel de los competidores.

Para Davis (2006) estos criterios básicos describen la dispersión espacial entre vendedores y consumidores, ya que influye en las cuotas de mercado. De manera que, esta dispersión espacial resulta clave para determinar la ubicación de nuevos comercios. Sin embargo, para calcular la disposición de demanda y oferta, dentro de un determinado espacio geográfico, es necesario recurrir a modelos establecidos que permiten determinar densidad poblacional (posibles consumidores) y una escasa o nula oferta comercial (competidores). Por esta razón, en el siguiente apartado se describirá un modelo de estimación de la densidad conocido como densidad de Kernel, que será utilizado dentro de nuestra metodología para nuestro caso de estudio.

2.8. Densidad de Kernel

La densidad de Kernel o también conocida como densidad de núcleos, es una estimación no paramétrica de la función densidad de alguna variable aleatoria (Rosenblatt, 1956). Es un concepto de densidad espacial que se refiere a la relación que existe entre el nivel de presencia de la variable estudiada en una determinada zona y el área de la zona. Teóricamente, la función de la densidad de Kernel tiene como objetivo calcular la densidad de puntos de una determinada zona en función de la distancia entre los puntos, siempre que estos puntos tengan un mismo peso. Sin embargo, es posible que, según nuestras necesidades, se asignen pesos diferentes a cada punto, con la finalidad de atribuir menor o mayor importancia relativamente.

Moreno (1991) menciona que hay diversos tipos de modelos cuando se utilizan estimadores para Kernel, sin embargo, Härdle (1991) afirma que la elección de uno u otro modelo Kernel no tiene mayor importancia para obtener calidad en la estimación y en el resultado final. Por lo general, el estimador Kernel integrado en los SIG presenta la función Kernel cuadrática, descrita en 1986 por Silverman.

2.9. Evaluación Multicriterio (EMC)

La evaluación multicriterio se puede definir como un conjunto de técnicas encaminadas a ayudar en el proceso de toma de decisiones. El principal objetivo de las técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) es indagar en un abanico de alternativas bajo el análisis de múltiples criterios y objetivos en conflicto (Voogd, 1983). Según esta perspectiva, es posible generar soluciones a partir de la jerarquización de las alternativas conforme a su nivel de atracción (Janssen & Rietveld, 1990). Dicho de otra manera, la EMC puede llegar a entenderse como un espacio de conceptos, modelos, métodos y aproximaciones, para ayudar a los centros de decisión a evaluar, describir, jerarquizar, ordenar, seleccionar o rechazar objetos en función a una evaluación, misma que puede ser expresada por puntuaciones, intensidades de preferencia o valores, respecto a diferentes criterios. Estos criterios pueden representar; objetivos, valores de referencia, metas, niveles de utilidad o aspiración (Colson & DeBruyn, 1989). Es importante definir los criterios y alternativas, y, además, agregar las puntuaciones a los distintos criterios en función de las preferencias, a través del diseño de una matriz, ya que ésta permitirá comparar las diferentes alternativas de acuerdo a los pesos que han sido asignados, facilitando así el trabajo al centro decisor (Ramirez, 2007).

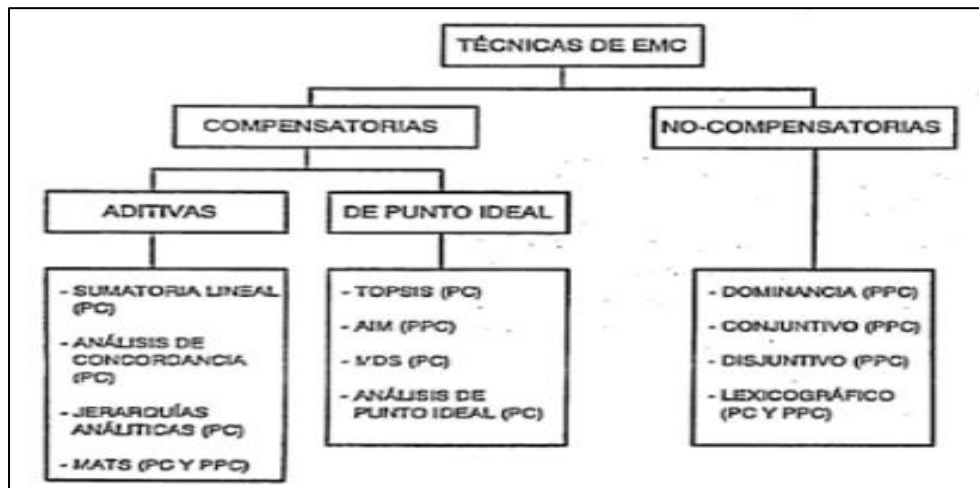
En el proceso de llevar a cabo la EMC, esta toma personalidad propia que muestra enfoques con mucha potencialidad de forma sistémica. En el transcurso de este proceso, el que hace uso de esta herramienta tiene que tener claros conceptos que le permitirán aterrizar de mejor manera la realidad (Toskano, 2005), por lo que a continuación se define algunos conceptos considerados importantes dentro de la EMC, tales como:

- Atributos: Son características diferenciadoras, utilizadas para describir las alternativas, mismas que pueden llegar a ser cualitativas y cuantitativas.
- Alternativas: Son soluciones elegidas como mejor opción, de forma independiente a los deseos del decisor.
- Metas: Son aspiraciones que muestran, de forma específica, el nivel de deseos mencionados.
- Criterios: Son directrices, parámetros y puntos de partida que permiten evaluar alternativas que han sido consideradas dentro del proceso de decisión.
- Objetivos: Son aspiraciones que conducen al perfeccionamiento de los atributos que se han seleccionado, en función a las preferencias planteadas.

Asimismo, es importante mencionar que la EMC presenta distintos métodos o

técnicas que se diferencian en los procedimientos aritméticos-estadísticos con los que trabajan las matrices evaluadoras de las cuales se obtiene el resultado final. Jankowski (1995) clasifica los métodos EMC desde la perspectiva del tipo de procedimientos que desarrollan. En esta clasificación, las técnicas de EMC se dividen según el nivel del proceso de demanda cognitiva que es requerida por el centro decisor y el método de agregación de criterios, prioridades y puntuaciones establecidas (véase Gráfico 6).

Gráfico 6 Clasificación técnicas EMC



Fuente: (Jankowski, 1995)

En relación a esta clasificación, se puede apreciar que existen dos grandes grupos que se desprenden de la EMC: Compensatorios y No Compensatorios. Para Hwang y Yoon (1981) las técnicas compensatorias son aquellas que demandan un mayor proceso cognitivo, debido a que se requiere que el propio centro decisor proporcione los pesos de los diferentes criterios como valores cardinales, mientras que para los métodos no compensatorios se demanda de un menor proceso cognitivo por parte del centro decisor, ya que generalmente requieren una jerarquización ordinal de los criterios. En el próximo apartado se explicará a mayor detalle la EMC de tipo compensatoria, ya que, es ésta la que se implementará en la metodología del TFM.

2.9.1. Métodos de Evaluación Multicriterio Compensatorios

Los métodos de EMC compensatorios o conocidos también como métodos discretos, son utilizados para la evaluación y toma de decisiones de problemas que tienen un número finito de alternativas. Se puede mencionar que los métodos compensatorios son utilizados para buscar soluciones en un contexto de problemas que se ajustan, en mayor medida, a la realidad, puesto que los criterios de evaluación compuestos por objetivos y atributos permiten la evaluación de alternativas dependiendo de las ponderaciones hechas por el decisor (Toskano, 2005).

Los procedimientos que se enmarcan en los métodos compensatorios se dividen en dos subclases: Técnicas Aditivas y Técnicas basadas en la aproximación del punto ideal. Para ambas técnicas, las puntuaciones de los criterios (valores que se establecen a cada alternativa) se normalizan, de tal manera que se pueda llevar a cabo operaciones entre criterios, y a su vez, se pueda hacer comparaciones entre diferentes criterios de una misma alternativa (Barredo, 1996).

Sin embargo, en las técnicas aditivas, el valor obtenido por cada alternativa es el resultado del peso del criterio y de las puntuaciones de estos. De manera que, la alternativa que presente el valor más alto será la más adecuada. Por su parte, en las técnicas basadas en la aproximación del punto ideal, el centro decisor se encargará de ubicar en un espacio n-dimensional una alternativa que sea considerada la mejor, aquí se procederá a especificar sus coordenadas como el valor más alto en cada criterio que ha sido establecido, de manera que, posteriormente se pueda calcular la distancia (euclidiana u otra no lineal) entre las alternativas del conjunto de selección y el punto ideal, siendo las distancias más cercanas las más aptas para la actividad que ha sido estudiada.

Volviendo a las técnicas aditivas, cabe mencionar que, una de las técnicas que más destaca por su uso, es el método de jerarquía analítica, que será utilizado en la metodología del TFM como herramienta de apoyo para la ubicación ideal de la residencia para adultos mayores. Es así que, en el siguiente apartado se teorizará el Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

2.9.2. Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

Como se ha mencionado, dentro de la EMC, existen distintas técnicas. Dentro de estas técnicas, el método más utilizado corresponde al Proceso Analítico Jerárquico desarrollado por Saaty (1990). Este método destaca por la facilidad con la que se divide una solución compleja en un conjunto de soluciones más simples, de tal manera que facilita la comprensión para determinar una solución al problema que se ha propuesto (Alvarez y col., 2010).

El método AHP analiza aquellos factores que intervienen en el proceso para la toma de decisiones sin que requiera que estos manifiesten una escala en común. De esta manera, el AHP es una de las técnicas de decisión más utilizadas para la resolución de problemas socioeconómicos, y también de índole no económica con la finalidad de tomar decisiones (Celemín, 2014). Para Gómez y Gómez (2013) el método AHP se basa en descomponer la problemática en criterios múltiples, desarrollando una comparación de

alternativas a partir de un juicio de un grupo de evaluadores, para posteriormente desarrollar una síntesis jerárquica de prioridades para la toma de decisiones por medio de una matriz recíproca cuadrada.

En la matriz recíproca cuadrada, se define el número de filas y columnas en función de los criterios considerados para la toma de decisiones. Hervás y col. (2002:170) explica que:

“A cada elemento de la matriz se le asigna un valor comprendido entre 9 ("mucho más importante que"), 1 ("igual de importante que") y $1/9$ ("mucho menos importante que"). El autovector principal de la matriz, que representa el orden de prioridad de los factores, determina entonces los pesos de éstos, mientras que a partir del autovalor máximo se puede obtener una medida cuantitativa de la fiabilidad de los valores asignados en la comparación entre pares de factores, como es la relación de consistencia (Consistency ratio o CR). “

Cabe mencionar que, para evitar excesivas comparaciones al momento de aplicar el modelo (AHP), el número de criterios no debe ser mayor a 7 (Yepes, 2018). En caso de que se exceda con el número de criterios recomendable, es necesario aplicar algún análisis que permita delimitarlos. Por lo mencionado, en el siguiente apartado se teorizará a rasgos generales la función que cumple el Análisis de Componentes Principales (ACP) como herramienta para delimitar información que será utilizada en el modelo (AHP).

2.10. Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales (ACP), fue desarrollado inicialmente por Pearson a finales del siglo XIX, y posteriormente continuó siendo estudiado en los años 30 del siglo XX por Hotelling. Sin embargo, no fue hasta la aparición de los computadores que el ACP se comenzó a popularizar.

Específicamente, el ACP es conocido como un método que se caracteriza por describir un conjunto de datos en términos de nuevos componentes (variables) no correlacionados. Según De la Fuente (2018), cuando se recopila información de una muestra de datos, lo que generalmente se hace es considerar el mayor número de variables posibles. Sin embargo, un excesivo número de variables pueden terminar complicando la comprensión de los datos. Así mismo, según Sánchez (2012), cuando existe un gran número de variables, es probable que entre algunas de ellas presenten gran correlación, de manera que podrían medir lo mismo bajo distintos puntos de vista.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se plasmará cuáles han sido los materiales y los métodos utilizados para poder desarrollar la parte práctica del TFM. Comenzando por los materiales, se describirán las características del ordenador utilizado para el desarrollo del análisis espacial a través de los SIG, los programas utilizados para el análisis de la información y las fuentes de información utilizadas para la adquisición de datos geográficos. Posteriormente, se detallará paso a paso la metodología seguida para obtener la localización ideal para el emplazamiento de la residencia para adultos mayores.

3.1. Materiales

- **Características del hardware utilizado**

LAPTOP-4I69PP95 HP OMEN, Intel Core i7-10870H, con las siguientes características:

- ✓ RAM: 16 GB DDR4.
- ✓ Edición: Windows 11 Home de 64 bits, procesador basado en x64.
- ✓ Disco duro: SSD de 256 GB HDD de 1 Tb.
- ✓ Tarjeta Gráfica: NVIDIA GEFORCE GTX DE 4 Gb.
- ✓ Pantalla: 16.1 pulgadas.
- ✓ Velocidad de memoria: 5200MHz

- **Características del software utilizado**

Para el desarrollo de la parte práctica del TFM se utilizaron los siguientes programas:

- ✓ **Excel** versión 2312: Se encuentra incluido dentro del paquete de Microsoft 365 y Office 2016. Este programa ha sido crucial para la metodología del TFM, debido que, a través de éste, se pudo agregar valiosa información a las bases de datos de nuestro Sistema de Información Geográfica.
- ✓ **QGIS 3.30.3** (Hertogenbosch): Dentro de nuestra metodología, el software más importante ha sido QGIS, ya que conforma la base para el tratamiento y análisis de la información geográfica. Además, es un software de uso libre.
- ✓ **IBM SPSS STATISTICS**: Este programa estadístico ha sido imprescindible para la reducción del número de variables que se analizarán para la localización de la residencia.

- **Fuentes de Información**

Para poder realizar cualquier análisis, en donde se utilicen datos, es necesario cerciorarse que la información con la que se va a trabajar sea veraz y de organismos confiables, ya sean públicos o privados. En concreto, para el desarrollo de la parte práctica del TFM, se hizo uso de datos abiertos proporcionados por las siguientes instituciones públicas, a través de sus portales:

- ✓ Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)
- ✓ Instituto Nacional de Estadística (INE)
- ✓ Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA)
- ✓ Ayuntamiento de Málaga

El INE proporcionó información de carácter demográfico y económico en formato Excel. Mientras que el IECA y el Ayuntamiento de Málaga proporcionaron información geográfica puntual en formato shapefile. Toda esta información obtenida es de gran relevancia debido a que, a través de esta, se definen las variables (factores) y criterios que afectan directamente la localización idónea de la residencia para adultos mayores. Cabe mencionar que, a lo largo del desarrollo del caso práctico se detallará la información de la que se hace uso, sus fuentes, y del por qué, esta información ha sido elegida como parte del engranaje de todo el proceso de localización del negocio en cuestión. Sin embargo, la tabla 2 muestra las capas base sobre las que se realizarán los análisis descritos en el apartado de “Métodos”.

Tabla 2 Capas base

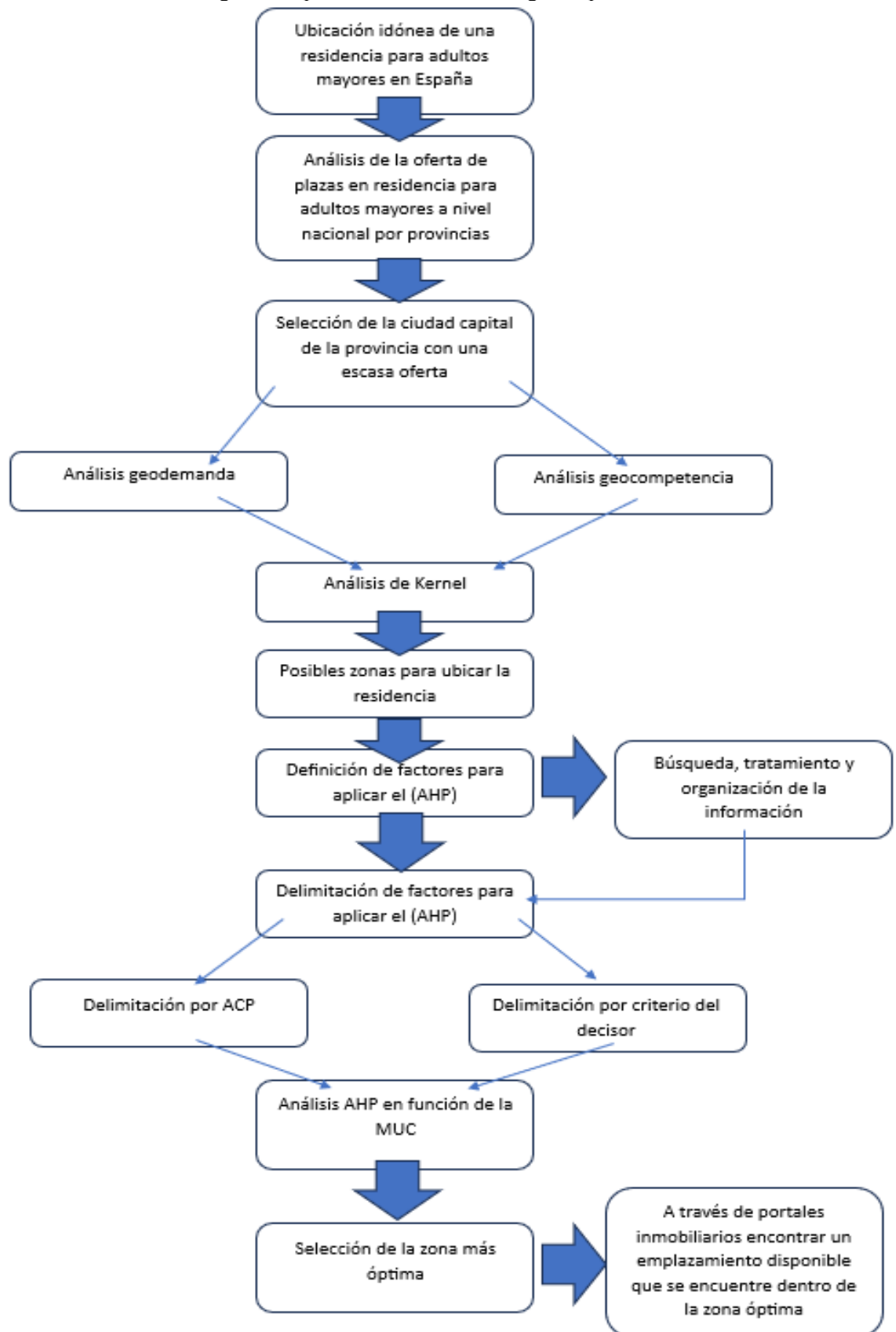
Información capas base	Fuente de información	Formato
Provincias de España	CNIG	SHP
Secciones censales en Málaga Capital	IECA	SHP
Malla estadística de 250X250 metros de Málaga Capital	Ayuntamiento de Málaga	SHP

Fuente: Elaboración propia

3.2. Métodos

La metodología comenzará por abordar características relacionadas al modelo de negocio en cuestión, seguido de la delimitación de la zona de estudio, el perfil de los potenciales clientes y el perfil en el que se enmarcará la localización de la residencia de adultos mayores. Finalmente, se detallará, paso a paso, el proceso para determinar la localización del negocio en cuestión, en función del Gráfico 7.

Gráfico 7 Diagrama explicativo de la metodología empleada



Fuente: Elaboración propia

- **Análisis oferta plazas en residencias por provincias a nivel nacional**

En primer lugar, se realizará un análisis general de la oferta de plazas en residencias para adultos mayores por provincias a nivel nacional, con el objetivo de seleccionar la ciudad capital de la provincia que ofrezca una potencial opción en cuanto a la viabilidad del negocio.

- **Análisis geodemanda y geocompetencia**

Una vez localizada la ciudad capital de la provincia seleccionada, se procederá a realizar un análisis de la geodemanda que servirá para ubicar, dentro de la ciudad, los potenciales clientes que podrían hacer uso del servicio. Posteriormente se realizará un análisis de la geocompetencia que servirá para ubicar las empresas competidoras que se encuentran en el mercado. A través de este análisis se obtendrán dos mapas; geodemanda y geocompetencia. El primer mapa reflejará la densidad poblacional, por secciones censales, de personas con una edad igual o mayor a los 65 años. Mientras que el segundo mapa mostrará las ubicaciones de las residencias que existen (competencia) para adultos mayores.

- **Análisis del área de influencia de la competencia**

Posteriormente, a partir del mapa de la geocompetencia se realizará un análisis del área de influencia que abarca cada punto de la competencia, de manera que, se pueda visualizar las zonas en el que la población no cuenta con oferta de esta clase de negocios, o que a su vez la oferta es escasa.

- **Análisis densidad de Kernel**

Ahora, se procederá a realizar un análisis por el método de densidad de Kernel con los mapas, previamente obtenidos, de la geodemanda y la geocompetencia. Este método, conocido también como densidad de núcleos, permitirá identificar, dentro de la ciudad, las zonas con mayor concentración de clientes potenciales en concordancia con la oferta de residencias. De esta manera, se obtendrá un mapa que refleje las posibles zonas potenciales que podrían ser elegidas para el emplazamiento de la residencia privada. Sin embargo, estas zonas obtenidas mediante el método de Kernel, siguen siendo áreas relativamente grandes, por lo que se realizará un análisis multicriterio a través del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), con el objetivo de profundizar en la localización de nuestra residencia y aterrizar el análisis hasta la Mínima Unidad Cartográfica a partir de la malla estadística de 250x250 metros.

Pero antes, previo al método (AHP), es necesario definir un conjunto de datos (Factores) que se consideran, en principio, apropiadas para el emplazamiento del negocio en cuestión. Considerando que, estos factores serán la base para definir aquellos criterios que serán utilizados por el modelo (AHP).

- **Selección y organización de la información**

En este apartado se definirá y organizará, a través de los SIG, un conjunto de datos que se consideran apropiados para la localización óptima de la residencia para ancianos. Para definir y organizar la información se seguirá el siguiente proceso:

- ✓ Definir los factores que se consideran, en principio, importantes para el proceso de localización.
- ✓ Búsqueda, tratamiento y organizar toda la información de los factores definidos, utilizando QGIS, en función de Mínima Unidad Cartográfica.
- ✓ Consolidación de la información en una misma tabla de atributos.

Considerando que los factores definidos superan el número recomendado para el análisis (AHP), se procederá a delimitar esta cantidad a través de dos procesos diferentes. En el primero, se hará uso de un Análisis de Componentes Principales. En el segundo, se escogerán siete factores, de entre todos los que han sido definidos previamente, en función de su importancia. Posterior a la delimitación de factores, se procederá a:

- ✓ Definir los criterios de los factores delimitados, previamente, por el (ACP) y por el de selección basada en su importancia.
- ✓ Normalizar los criterios, con ayuda de QGIS, de los factores delimitados por el (ACP) y por la selección basada en su importancia.

- **Análisis Multicriterio por Jerarquía Analítica**

Una vez lista la información, el siguiente paso será utilizar el modelo (AHP), como herramienta de apoyo, para analizar y cuantificar los vectores de significancia de los criterios definidos a partir de los factores relevantes obtenidos mediante el (ACP) y del proceso de elección de los siete factores más importantes. De manera que, se obtendrán dos soluciones diferentes.

A continuación, se detallará el proceso para cuantificar los criterios a partir del método (AHP):

- Estructurar los criterios de decisión de una forma jerárquica

Aquí se pretenderá enlistar los criterios de forma jerárquica. Es decir, desde el más importante hasta el menos importante, de forma intuitiva. Esto con la finalidad de llevar el siguiente paso de forma controlada.

- Rellenar la matriz de relaciones

En este paso, se procederá a asignar los pesos de los criterios comparándolos, por pares, entre sí. De manera que, se establezca la importancia que tiene un criterio sobre otro. Esta matriz, se caracterizará por que en su diagonal todos los elementos serán igual a 1, mientras que los elementos que no correspondan a la diagonal mostrarán la percepción del juicio de valor de la persona que está asignando los pesos (véase Gráfico 8).

Gráfico 8 Matriz de relaciones nxn para asignación de pesos.

P	A_i	A_j	A_k
A_i	1	a_{ij}	a_{ik}
A_j	$1/a_{ij}$	1	a_{jk}
A_k	$1/a_{ik}$	$1/a_{jk}$	1

Fuente: (Toskano, 2005)

- Normalizar la matriz de relaciones

Este paso corresponde a la normalización de los valores rellenos en la matriz anterior. Se normalizará la matriz de la siguiente forma: sea a_{ij} el elemento de cualquier matriz “P”, entonces el elemento normalizado n_{ij} se calcula mediante la ecuación (1):

$$n_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{kj} \quad \forall \text{ } ij \text{ donde } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

- Calcular el Vector de Suma Ponderada (VSP) de la matriz

En este paso se procederá a calcular los elementos de cada vector de ponderación mediante la ecuación (2):

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n n_{ij} \quad \forall \text{ } i \text{ donde } i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

- Analizar la consistencia de la matriz de relaciones

En adición, es conveniente evaluar la consistencia de la matriz. De esta manera se obtendrá un indicador que determine la racionalidad, en cuanto a la asignación de pesos, por parte del tomador de decisiones. Para decidir qué nivel de inconsistencia es tolerable o aceptable, se debe considerar una medida de consistencia cuantificable. Para esto se calcula el Vector de Consistencia (VC) para cada matriz, siguiendo el siguiente proceso:

- ❖ Para cada fila de la matriz de comparación, calcular una suma ponderada, con base a la suma del producto de cada elemento por la prioridad calculada de cada criterio.
- ❖ Para cada elemento del vector resultante del paso anterior, dividir su suma ponderada por la prioridad de su criterio correspondiente.
- ❖ Determinar la media $\lambda_{\max}$ del resultado del paso anterior.
- ❖ Calcular el Índice de Consistencia (IC) para cada criterio, donde n es igual al número de criterios. La ecuación (3) presenta la fórmula matemática.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (3)$$

- ❖ Calcular la Relación de Consistencia (RC) mediante la ecuación (4)

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (4)$$

El Índice Aleatorio (IA) vendrá dado por la siguiente tabla propuesta por Saaty:

Tabla 3 Índice Aleatorio (IA) de una matriz de comparación a pares.

N. Criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(IA)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fuente: (Saaty, 1987)

Si la Relación de Consistencia (RC) es igual o menor a 0,10, se aceptan los valores obtenidos por cada criterio, caso contrario es necesario una revisión de los pesos asignados, en principio, a la matriz de relaciones.

- **Visualizar resultados del modelo (AHP) a través de los SIG**

Posterior al paso anterior, es hora de realizar un cálculo, a través de QGIS, que relacione los vectores de significancia obtenidos del modelo (AHP), con los criterios normalizados, previamente, en el mismo software. De esta manera, se obtendrá, en función de la MUC, un mapa que refleje las zonas más adecuadas para la localización de residencia para ancianos.

- **Determinar una ubicación exacta**

Para determinar la ubicación exacta de la residencia para adultos mayores, dentro de las zonas óptimas, se hará uso de portales inmobiliarios para encontrar algún predio disponible, en función de las necesidades de una residencia para ancianos.

CAPÍTULO IV: CASO DE ESTUDIO - LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA RESIDENCIA PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD EN ESPAÑA

4.1. Zona de estudio

En principio, la zona de estudio abarcará a toda España, y posteriormente se centrará en la ciudad capital de alguna de sus provincias.

España es un país situado en el suroeste de Europa, en la Península Ibérica, su capital es Madrid, y pertenece al grupo de países que conforman la Unión Europea, y su moneda oficial es el euro. Limita al norte con el océano Atlántico, Francia y Andorra, al Sur con el océano Atlántico, el mar Mediterráneo, mar de Alborán y Gibraltar, al este con el mar Mediterráneo y al oeste con Portugal y el océano Atlántico. Cuenta con una superficie de 505.997 km², siendo el cuarto país más grande de Europa, tiene 8.000 km de costa y una altitud media de 660 metros. Está constituido por un estado democrático y su forma de gobierno es una monarquía parlamentaria. Su división administrativa está conformada por 17 comunidades autónomas y 2 ciudades autónomas (Melilla y Ceuta). A su vez, las comunidades autónomas se dividen en unidades administrativas más pequeñas que dan lugar a 50 provincias y 8.131 municipios (Guerrero 2020, citado por Quirola, 2022, p.24).

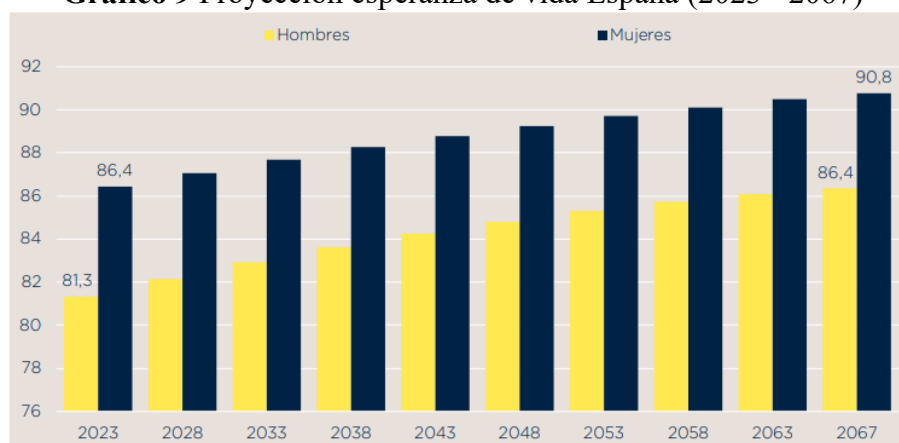
4.2. Características del modelo de negocio

España presenta un proceso acelerado de envejecimiento de su población. Lo mencionado, se ve reflejado en cuanto al incremento de personas que llegan a la edad igual o por encima de los 65 años. Este grupo de personas, cada vez, representan una proporción mayor del total de la población española. Un indicador que refleja claramente el envejecimiento de la población es la evolución de la edad media de la población. En el año 1975, la edad media de los españoles era de 33 años, mientras que para 2020 la edad media se elevó a los 43,6 años (INE, 2023)

Para enero de 2020, España contaba con 9.218.381 personas de la tercera edad, lo que a esa fecha representaba el 19,43% del total de su población (47.450.795 habitantes). Según una proyección realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), para el 2033, España tendrá 12,3 millones de personas de la tercera edad, lo que representará el 25,2% de la población total, mientras que para 2050, se pronostica que habrá,

aproximadamente, 16 millones de personas con más de 64 años, lo que representará casi un tercio de la población. En concreto, el crecimiento de este sector de la población, obedece al incremento de la esperanza de vida. Las proyecciones en el incremento de la esperanza de vida entre el 2023 y 2067 reflejan que la población seguirá envejeciendo (véase Gráfico 9).

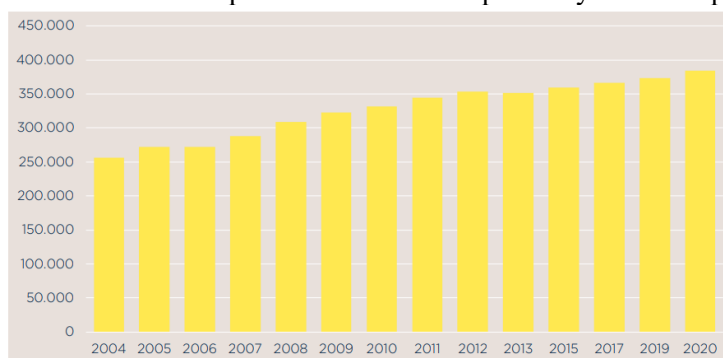
Gráfico 9 Proyección esperanza de vida España (2023 - 2067)



Fuente: (INE, 2023)

La evolución en los indicadores demográficos mencionados, muestra la necesidad creciente de ofertar, cada vez más, alojamientos especializados para las personas de la tercera edad. Si bien es cierto que, tradicionalmente las personas de la tercera edad se quedaban, durante su vejez, al cuidado de sus parientes (generalmente sus hijos) o bien de un cuidador particular, cuyo coste era cubierto entre toda la familia y por la pensión jubilar y ahorros de la persona mayor. Hoy en día, esta forma no es viable debido a que el tamaño de la familia ha disminuido considerablemente. Para el año 2000, en promedio, una familia se constituía por 3 integrantes, mientras que para 2020 se constituía por 2,5 integrantes. Por lo anterior, el mercado inmobiliario de las residencias para adultos mayores es cada vez más atractivo y cotizado. Según el laboratorio de Envejecimiento en Red del Instituto de Economía, Geografía y Demografía (IEGD), las plazas en residencias para ancianos han incrementado entre los años 2004 y 2020 en un 3%, alcanzando unas 384.229 plazas (véase Gráfico 10), de las cuales el 73% (281.000 plazas) eran ofertadas por residencias privadas. Pese al incremento, se tuvo un déficit de alrededor de 80.000 plazas. Si se toma en cuenta que, el tamaño promedio de las residencias para mayores oferta 80 plazas, serían necesarias construir aproximadamente unas 1.000 residencias adicionales a las 5.417 que ya existen.

Gráfico 10 Evolución número de plazas en residencias para mayores en España (2004-2020)



Fuente: Envejecimiento en Red (2021)

4.3. Perfil de los clientes

El perfil de los clientes que albergará la residencia viene dado por la edad y estado de salud, concretamente:

- Personas con una edad igual o mayor a los 65 años de edad.
- Personas, a partir de la edad establecida, con o sin ningún tipo de dependencia, tanto física como mental.

4.4. Perfil de la residencia

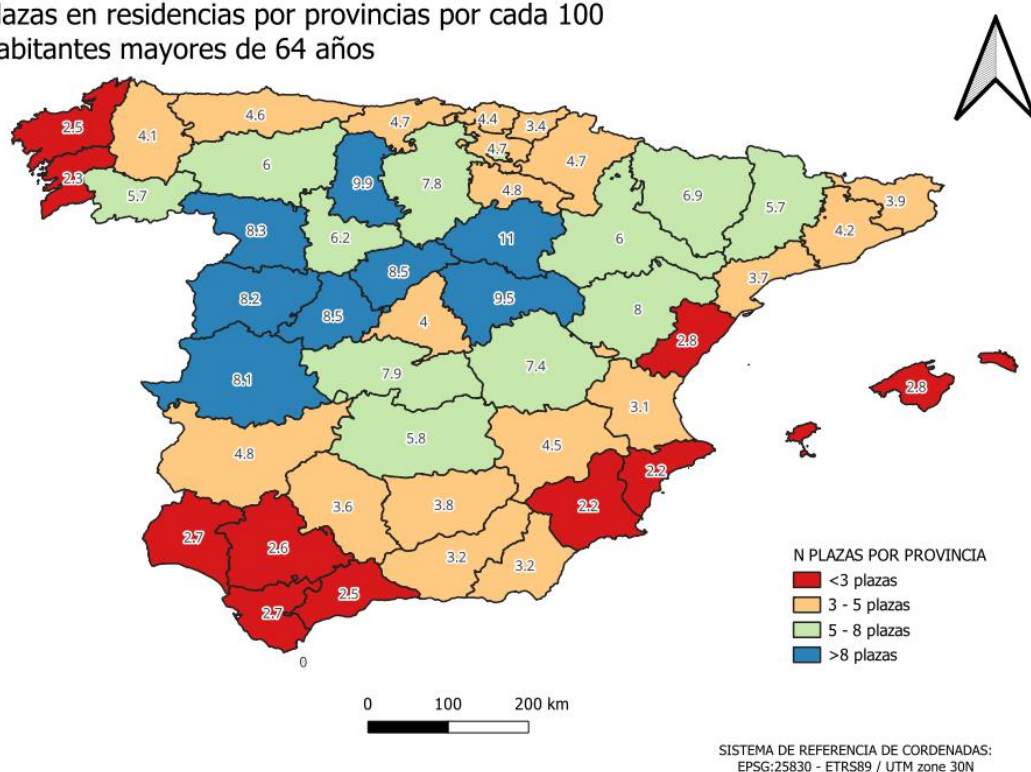
La residencia para adultos mayores, tiene interés en brindar a sus futuros usuarios la posibilidad de seguir disfrutando de su localidad en sus últimos años de vida. De manera que, la residencia está pensada para ser ubicada en un lugar estratégico que les brinde un entorno seguro y acogedor en el que puedan vivir confortablemente, sin que suponga alejarse de la ciudad, con el objetivo de mantener la conexión con la familia y los amigos de los residentes. Su cercanía, concretamente en una zona urbana, permitirá la visita de sus seres queridos con mayor frecuencia y ahorrar tiempo y dinero en desplazamientos, y, además, gozar de acceso a servicios básicos y de esparcimiento, en el caso que decidan hacer uso de los mismos. Se busca este perfil en la localización de la residencia, ya que, según la OMS (2002) los pilares de un envejecimiento correcto se sustentan en la participación, salud de calidad y cercanía con su entorno.

4.5. Análisis oferta plazas en residencias por provincias a nivel nacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una oferta, en residencias, de 5 plazas por cada 100 personas mayores de 64 años. Sin embargo, según un informe de 2020 llamado “Estadísticas sobre residencias”, y elaborado por la organización “Envejecimiento En Red”, España cuenta con 4,2 plazas por cada 100 adultos mayores, por lo que se encuentra por debajo de lo recomendado. Esta distribución de plazas no es homogénea a nivel nacional, mientras algunas provincias superan el valor recomendado, otras no lo logran.

El siguiente análisis visual (véase Mapa 1) refleja el número de plazas disponibles, por provincias, por cada 100 adultos mayores de 64 años. En él, se observa una disparidad entre provincias. En colores azul y verde, se encuentran aquellas provincias que superan el número de plazas que recomienda la OMS. Por otra parte, en colores naranja y rojo, se encuentran aquellas provincias que presentan valores por debajo del recomendado por la OMS. Las provincias, en color azul, como Guadalajara (9,5), Palencia (9,9), Salamanca (8,2), Segovia (8,5), Soria (11) y Zamora (8,3) son aquellas que, en función de la oferta, resultan menos atractivas y viables para el emplazamiento de la residencia debido a que el mercado inmobiliario está sobresaturado. Mientras que las provincias, en color rojo, como Alicante, Islas Baleares, Cádiz, Castellón, La Coruña, Huelva, Málaga, Murcia, Pontevedra y Sevilla son aquellas que, en función de la oferta, resultan más atractivas y viables para determinar la ubicación de la residencia para adultos mayores, debido a que la oferta de plazas es extremadamente baja. Por lo mencionado, de entre estas 10 provincias que ofertan el número de plazas más bajo, se ha seleccionado la ciudad capital de la provincia de Málaga para continuar con el análisis de una ubicación puntual para la residencia de adultos mayores.

Mapa 1 Plazas en residencias por provincias por cada 100 habitantes mayores de 64 años
Plazas en residencias por provincias por cada 100 habitantes mayores de 64 años

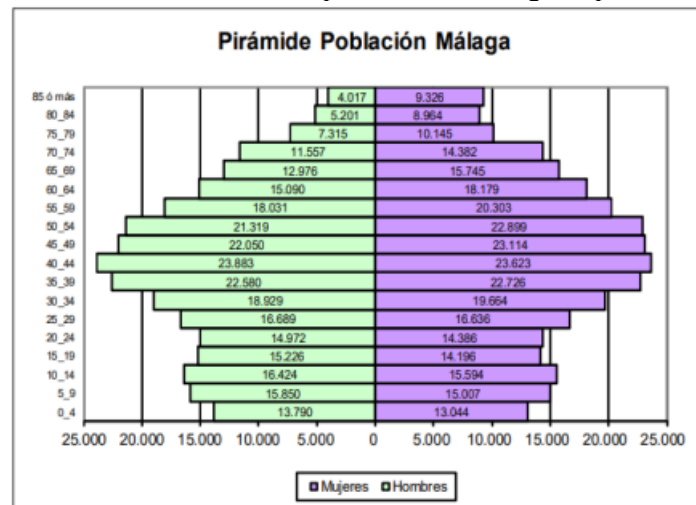


Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del INE y Envejecimiento en Red

4.6. Málaga Capital

Málaga es la capital de la provincia andaluza homónima. Es una de las ciudades más pobladas de Andalucía y la capital de la región turística conocida como la Costa del Sol. También es una de las urbes andaluzas con mayor actividad económica y la quinta de España en este aspecto. Aunque su pasado es eminentemente industrial, el sector servicios dedicados al turismo es la principal locomotora económica de la ciudad. Es una de las ciudades mejor comunicadas de Andalucía, pues cuenta con un gran aeropuerto, una línea ferroviaria de alta velocidad y un puerto marítimo que mueve cada año una considerable cantidad de personas y mercancías. Según el INE, Málaga cuenta con una población de 573.832 habitantes de los cuales 275.899 pertenecen al sexo masculino y 297.933 habitantes corresponden al sexo femenino. Así mismo, del total de la población de Málaga, el 17,36% corresponde a la población de la tercera edad, lo que equivale a 99.618 habitantes. Málaga, al igual que el resto de ciudades españolas están pasando por un cambio sustancial en la demografía, puesto que su población está envejeciendo con rapidez, y el relevo generacional cada vez es menor, como se puede apreciar en el siguiente gráfico, el cual muestra la pirámide poblacional de 2018 según datos oficiales del INE (véase Gráfico 11).

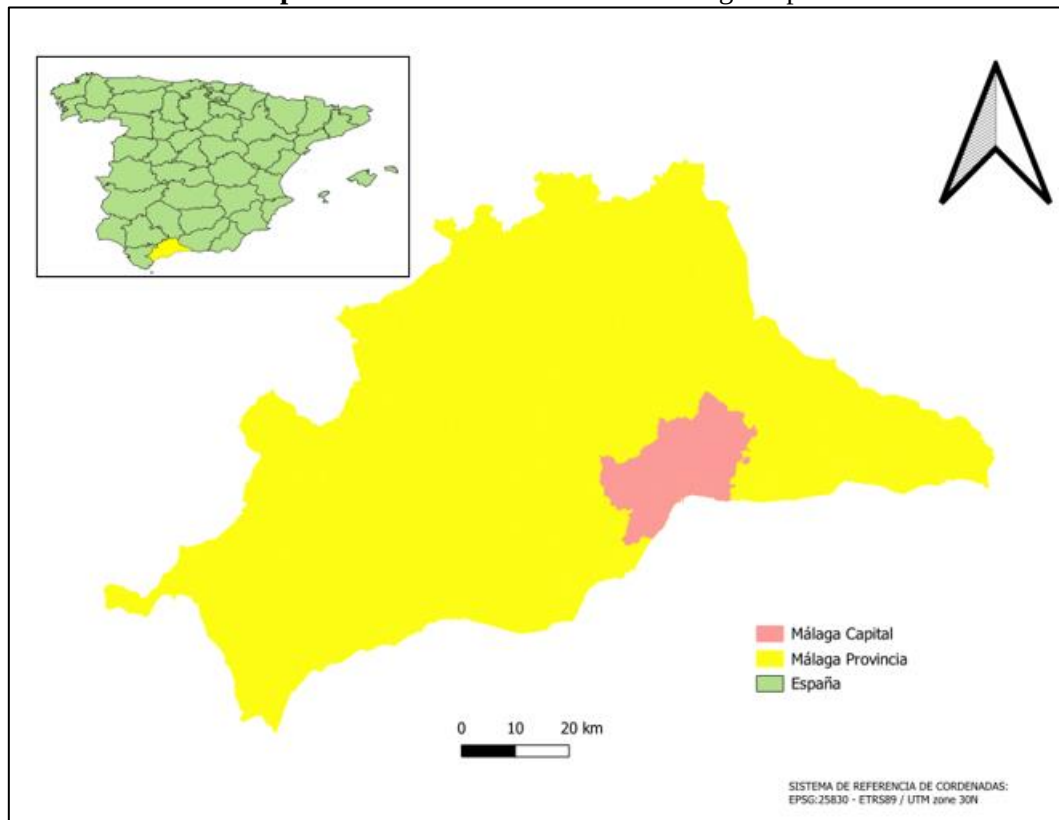
Gráfico 11 Pirámide poblacional Málaga Capital



Fuente: INE, 2018.

En cuanto a su ubicación, está situada en el oeste del mar Mediterráneo y el sur de la península ibérica, a unos 100 km al este del estrecho de Gibraltar. Su término municipal ocupa una extensión de 398,25 km² que se extienden sobre los montes de Málaga y el valle del Guadalhorce (véase Mapa 2).

Mapa 2 Ubicación zona de estudio Málaga Capital



Fuente: Elaboración propia

4.7. Análisis geodemanda y geocompetencia en Málaga Capital

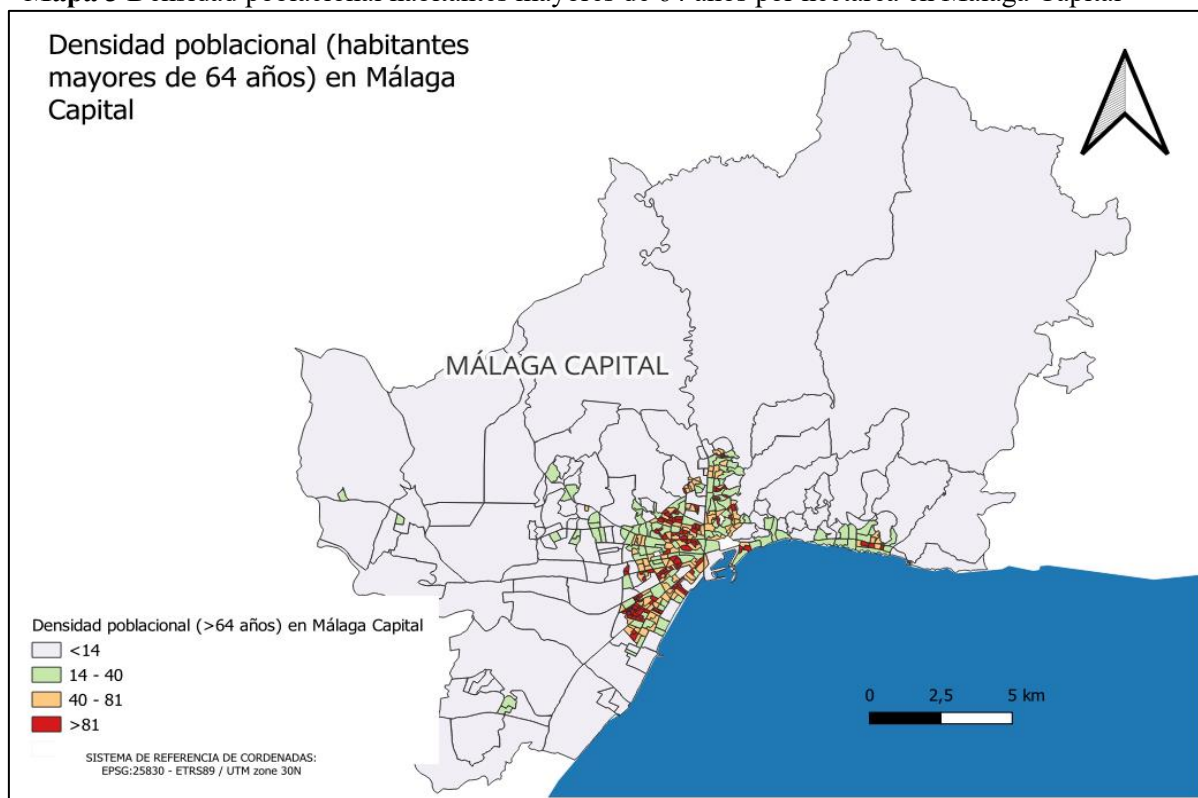
4.7.1. Geodemanda

En el Mapa 3 se puede observar la demanda en función de la densidad poblacional por adultos mayores de 64 años. Ésta fue determinada para cada sección censal. Para diferenciar las zonas más densas de las menos densas, se realizó una clasificación de 4 clases, cada una, representada por un color diferente. Las secciones censales que aparecen en color rojo, son aquellas que disponen de una mayor concentración de adultos mayores por hectárea. Mientras que las secciones censales que aparecen en color lila luminoso, representan una menor concentración de población de adultos mayores. Por su parte, las secciones censales clasificadas por colores verde y naranja, representan densidades medias, al encontrarse entre los dos extremos. En términos generales, los resultados han sido condicionados por el tamaño de la superficie de las secciones censales. Es decir, en el hipotético caso que las secciones censales tuvieran el mismo número de adultos mayores, las secciones de menor superficie son las que resultarían, en principio, más interesantes para la albergar la residencia debido a que habrá una mayor concentración de la demanda.

De las 433 secciones censales de Málaga Capital, 110 superan una densidad de 81 habitantes por hectárea, 112 mantienen una densidad entre 40 y 81 habitantes por hectárea (incluidos ambos extremos), 112 mantienen una densidad entre 14 y 39 habitantes por hectárea (incluidos ambos extremos) y 99 presentan una densidad por debajo de 14 habitantes por hectárea.

Además, se puede observar que, las zonas más densas son aquellas que se encuentran en la zona céntrica de Málaga Capital.

Mapa 3 Densidad poblacional habitantes mayores de 64 años por hectárea en Málaga Capital



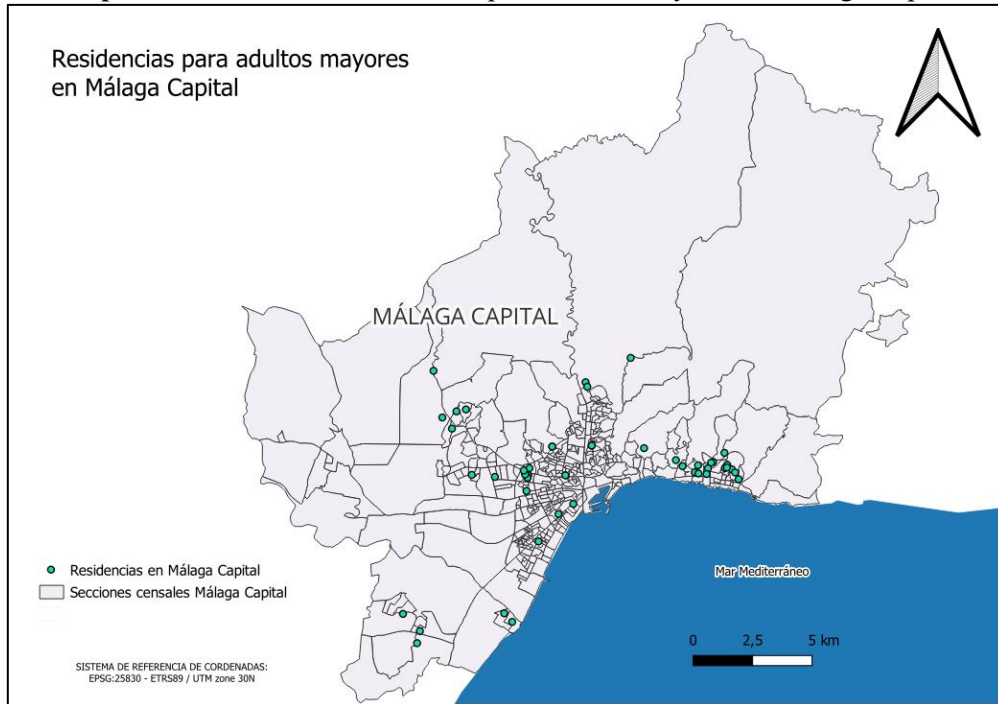
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del INE

4.7.2. Geocompetencia

En el Mapa 4 se puede observar la distribución geográfica de las 46 residencias para adultos mayores, por secciones censales, dentro de Málaga Capital. De las 433 secciones censales de Málaga Capital, tan solo 33, albergan al menos una residencia para adultos mayores. Siendo la sección censal con código 022, quien alberga el mayor número de residencias dentro de su área, con un total de 4.

Históricamente, en términos generales, la presencia de residencias únicamente en ciertas secciones censales, ha respondido principalmente a la demanda de clientes potenciales, es decir, personas de la tercera edad. Según el ayuntamiento de Málaga (2022) en su informe Avance de datos demográficos: Personas de 65 y más años de Málaga Ciudad, son los distritos de Málaga Centro, el sur del distrito Málaga Este, el distrito Cruz de Humilladero y el distrito de Carretera de Cadiz quienes presentan una mayor concentración de población de adultos mayores, y es precisamente en estas zonas donde se encuentra el mayor número de residencias. Por lo mencionado, se puede observar una tendencia en cuanto a la ubicación de las residencias, la gran mayoría están ubicadas en el corazón de Málaga Capital.

Mapa 4 Distribución de residencias para adultos mayores en Málaga Capital



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del conjunto de datos abiertos del Ayuntamiento de Málaga

4.7.2.1. Análisis del área de influencia de la geocompetencia

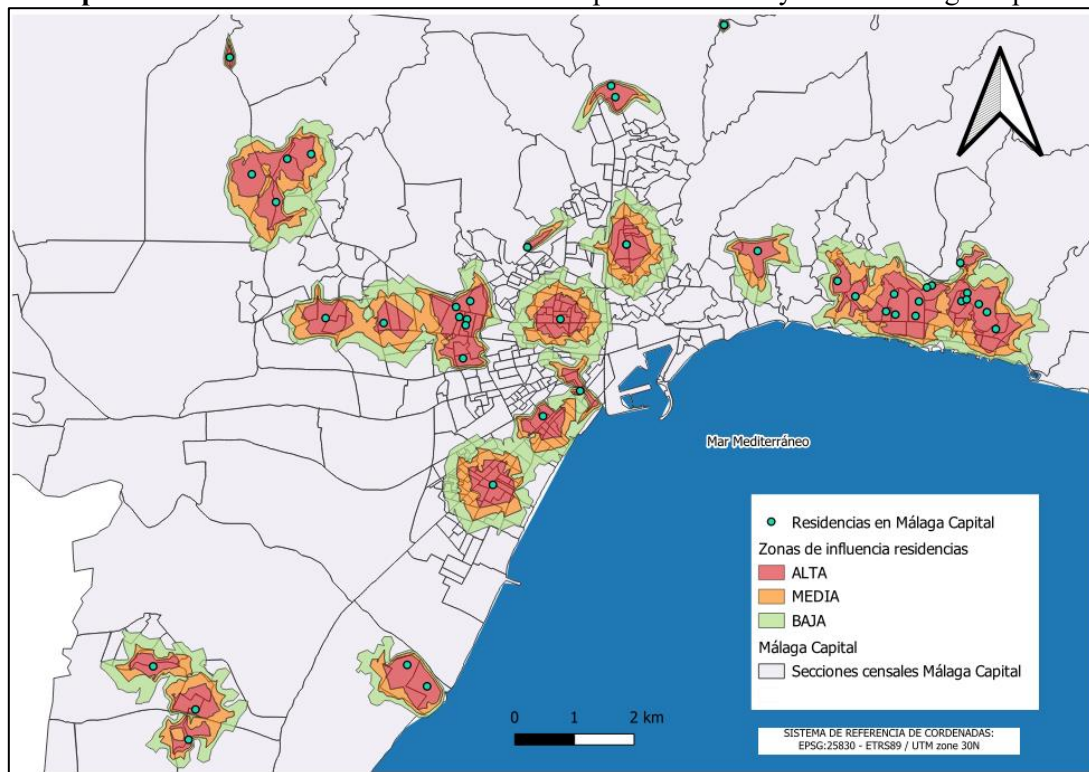
En el Mapa 5 se observa el área de influencia de cada una de las 46 residencias para adultos mayores. El área de influencia ha sido calculada a través de una isócrona de tiempo, en función de la distancia diaria (recomendada) recorrida a pie por parte de las personas con una edad igual o mayor a los 65 años de edad. Según la OMS, se recomienda que las personas de la tercera edad, en condiciones físicas normales, realicen 150 minutos de actividad aeróbica moderada (incluye caminatas) a la semana, lo que significa un aproximado de 20 minutos al día. Sin embargo, este tiempo irá cambiando en base a la edad y las condiciones de salud del público objetivo. Por esta razón, se han establecido tres áreas de influencia en función de 10, 15 y 20 minutos. En color rojo, se observa el área de influencia más cercana a las residencias (10 minutos); en color naranja, se observa el área de influencia intermedia en función de las residencias (15 minutos); y en color verde, se observa el área de influencia más lejana a las residencias (20 minutos).

Asimismo, se observa que algunas residencias comparten una misma área de influencia. Es decir, sus zonas de influencia están solapadas debido a su proximidad. En este caso, considerando lo dicho por Tierno y col. (2013), al solaparse las zonas de influencia de dos o más residencias, el área resultante adquiere el poder de atracción de la suma de todas las zonas de influencia correspondientes. Por lo mencionado, en estas

zonas, los clientes potenciales tienen una mayor oferta comercial, sin embargo, el mercado inmobiliario de las residencias está más saturado.

Mayoritariamente, las zonas que presentan mayor conflicto se encuentran al Sur-Este del centro de Málaga Capital. En esta zona, son 16 residencias las que se disputan el territorio, en un proceso conocido como canibalización, con el único objetivo de hacerse del mayor número de clientes.

Mapa 5 Zonas de influencia de las residencias para adultos mayores en Málaga Capital

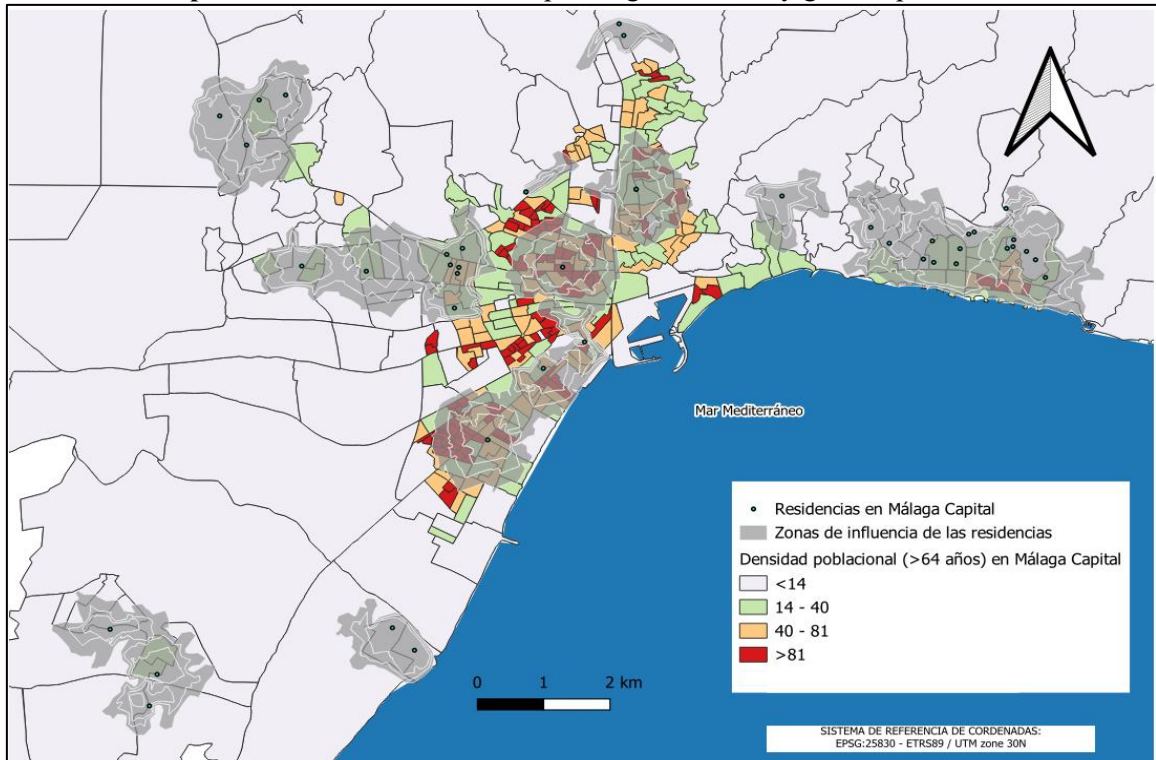


Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del conjunto de datos abiertos del Ayuntamiento de Málaga

4.7.3. Análisis intersección geodemanda y geocompetencia

Al intersecar los mapas de geodemanda y geocompetencia (véase Mapa 6) se observa, de forma intuitiva, a la población de adultos mayores que se encuentra dentro del área de influencia de las residencias y que dispone de al menos una residencia que se encuentra a menos de 20 minutos caminando. Por otro lado, también se observa las zonas en donde la población de adultos mayores no cuenta con una residencia cercana, es decir, la más cercana resultaría estar a más de 20 minutos caminando, encontrándose fuera del área de influencia de todas las residencias.

Mapa 6 Intersección entre los mapas de geodemanda y geocompetencia

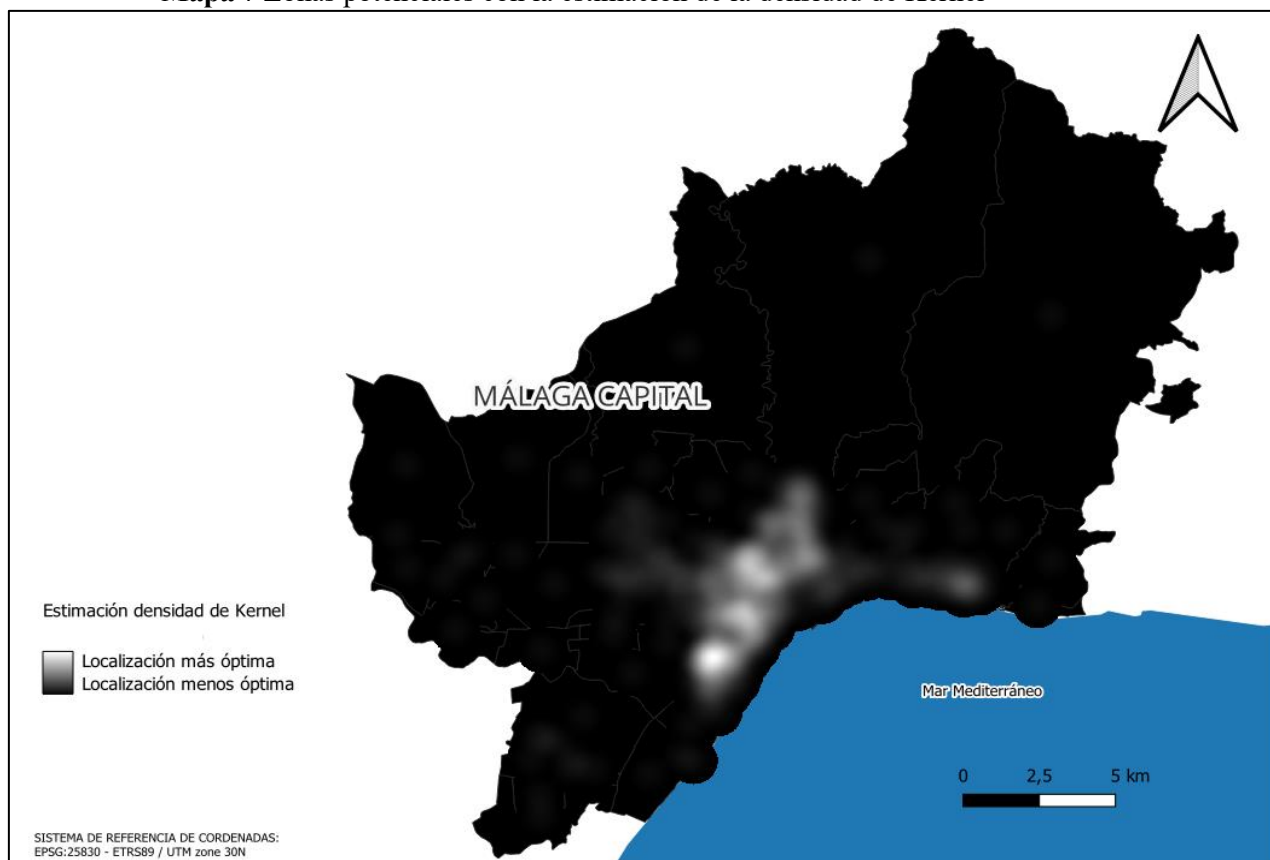


Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del conjunto de datos abiertos del Ayuntamiento de Málaga

4.8. Análisis estimación densidad de Kernel

La estimación de la densidad de Kernel ha permitido identificar zonas potenciales de posibles ubicaciones de la residencia para adultos mayores. El Mapa 7, representa de forma visual el análisis llevado a cabo, en donde las zonas más claras corresponden a una mayor densidad de población de adultos mayores libre, es decir, un nicho potencial de mercado al que no se le ofrece actualmente opciones suficientes en cuanto al servicio que brinda una residencia.

Mapa 7 Zonas potenciales con la estimación de la densidad de Kernel



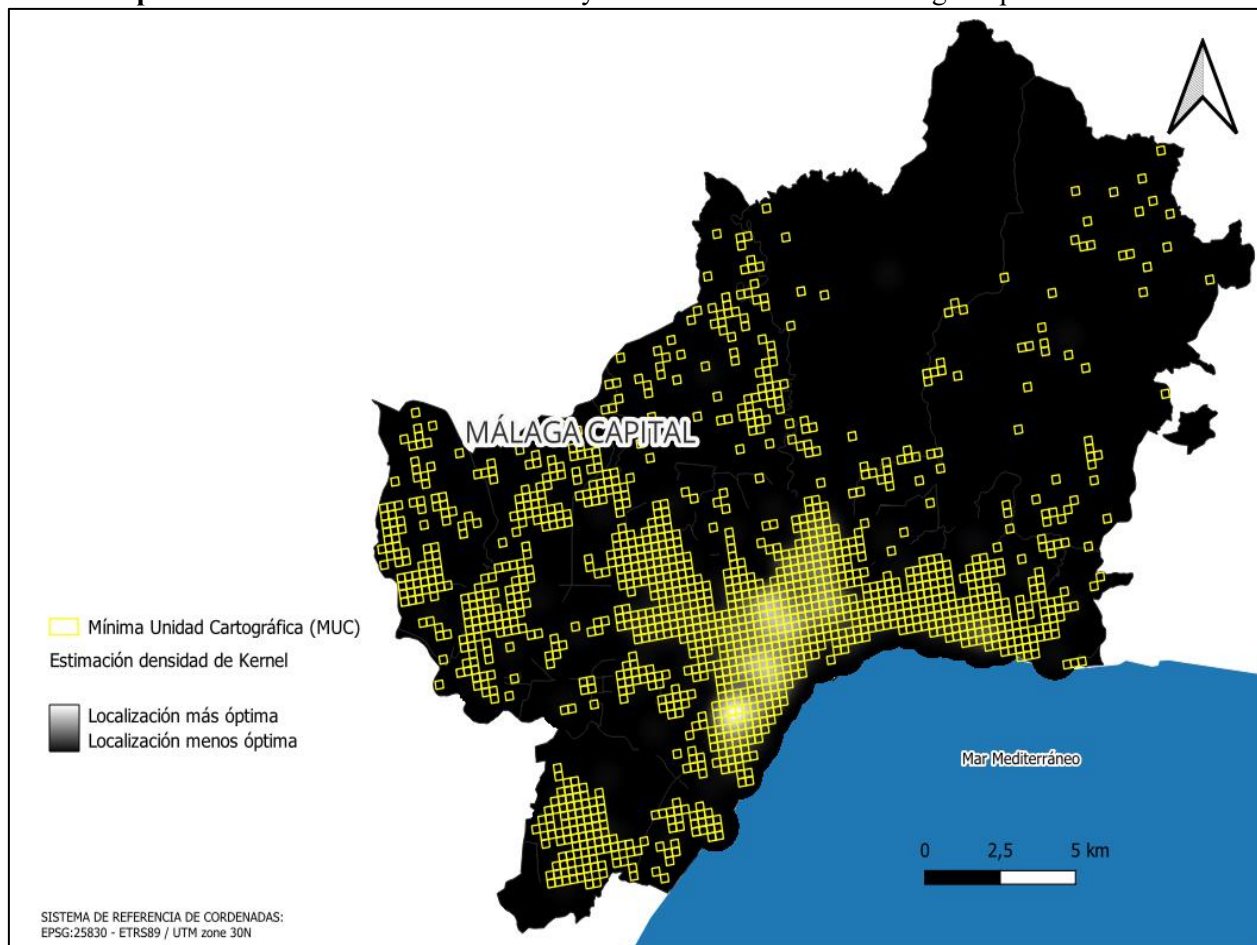
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del conjunto de datos abiertos del Ayuntamiento de Málaga

4.8.1. Intersección entre la densidad de Kernel y la (MUC)

El Mapa 8, permite visualizar la intersección entre la malla estadística de 250X250 metros, de Málaga Capital y las zonas potenciales para albergar la residencia para adultos mayores. Sin embargo, se observa que no todas las cuadrículas de la malla estadística¹ se superponen sobre las posibles zonas potenciales de ubicación, es decir, sobre aquellas zonas que reflejan un color claro.

¹ Las cuadrículas de la malla estadística sólo se representan si disponen de un número mínimo de habitantes. Este debe ser superior a 1, ya que si es 1 o menor a 1 queda eliminada por la ley de protección de datos.

Mapa 8 Intersección densidad de Kernel y la Malla estadística de Málaga Capital



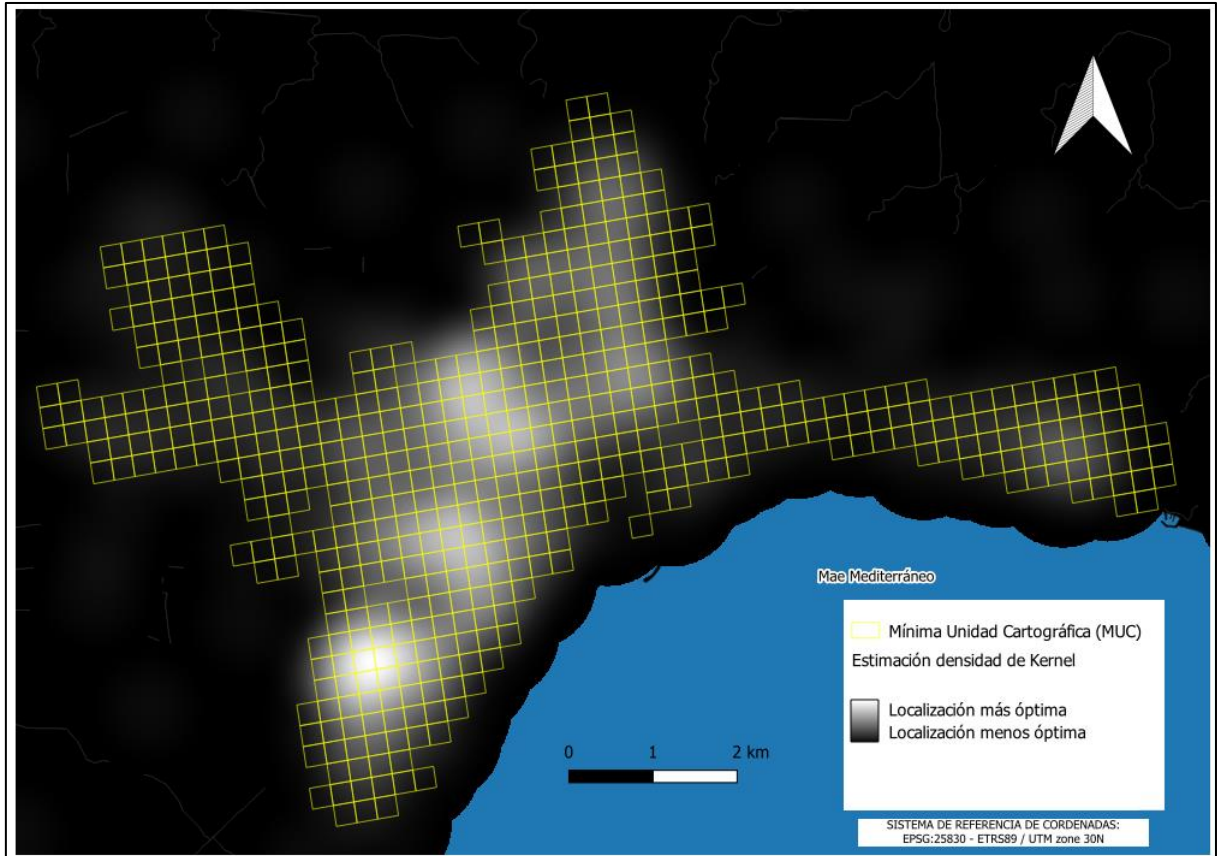
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del conjunto de datos abiertos del Ayuntamiento de Málaga y del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

4.8.2. Delimitación de la (MUC) en función de la densidad de Kernel

El Mapa 9, refleja la delimitación de la malla estadística de Málaga Capital, sobre zonas potencialmente óptimas determinadas con la densidad de Kernel. De las 1.468 cuadrículas de la malla estadística, se han conservado 548 cuadrículas², que serán aquellas utilizadas para realizar el análisis de ubicación puntual de la residencia a través del modelo (AHP).

² El número de cuadrículas conservadas se estableció con el objetivo de que abarcaran las zonas potencialmente óptimas determinadas con Kernel.

Mapa 9 Delimitación malla estadística con las zonas potenciales de Kernel



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del conjunto de datos abiertos del Ayuntamiento de Málaga y del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

4.9. Definición de posibles factores para la aplicación de la EMC

Según la Residencia Barcelona (2023), las ventajas de una ubicación privilegiada de una residencia para adultos mayores es el resultado de considerar, a priori, componentes esenciales, tales como: oferta, demanda, capacidad económica, accesibilidad, presencia de servicios básicos y otros servicios importantes para el día a día. En función de lo mencionado, se han establecido 12 factores (variables) que se consideran importantes a analizar, para determinar la localización puntual de la residencia para adultos mayores en Málaga Capital. A cada factor se le asignará un criterio, es decir, el número de factores será proporcional al número de criterios (véase Tabla 4). Yepes (2018) menciona que, cuando se aplica el modelo (AHP), el número de criterios no deben ser superior a 7, para evitar excesivas comparaciones. De manera que, es necesario delimitar los factores establecidos, pero antes es importante generar una base de datos que contenga la información de los factores.

Tabla 4 Posibles factores para la aplicación de EMC

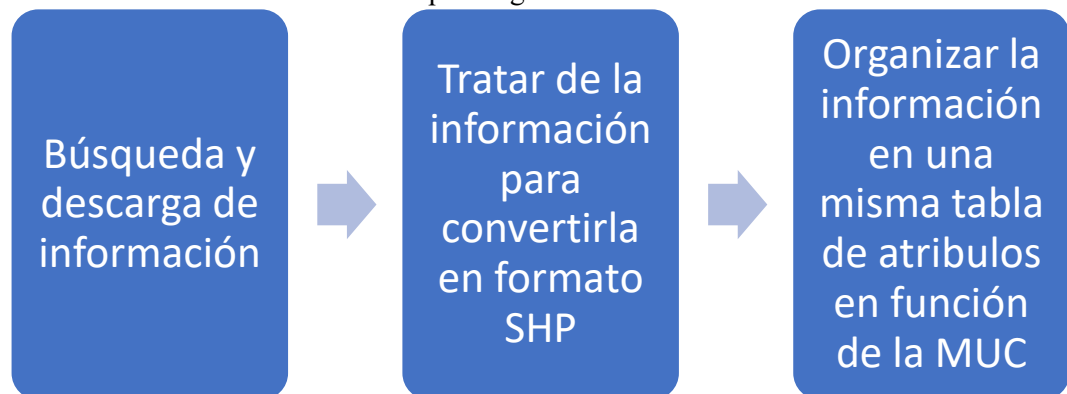
Componentes	Factores	Fuentes de información	Formato
Demanda	Población adulta mayor	INE	CSV
Oferta	Presencia de residencias	Ayuntamiento de Málaga	SHP
Capacidad económica	Renta media por familia	INE	CSV
Servicios básicos y otros	Presencia de casas de salud	Ayuntamiento de Málaga	SHP
	Presencia de zonas verdes y plazas	IECA	SHP
	Presencia de farmacias	IECA	SHP
	Presencia de cafeterías y restaurantes	IECA	SHP
	Presencia de bancos	IECA	SHP
	Presencia de supermercados	IECA	SHP
	Presencia de centros religiosos	IECA	SHP
Accesibilidad	Presencia transporte público	Ayuntamiento de Málaga	SHP
	Presencia aparcamientos municipales	Ayuntamiento de Málaga	SHP

Fuente: Elaboración propia

4.9.1. Búsqueda, tratamiento y organización de la información

Se recuerda que la búsqueda, tratamiento y organización de la información se lo realizó en función de la Mínima Unidad Cartográfica, para lo cual se hizo uso de las 548 cuadrículas (delimitadas previamente con Kernel) de malla estadística 250X250 de Málaga Capital. Tener lista la información consistió en descargarla, llevar a formato SHP aquella información que se encontraba en otros formatos y unir toda la información en una única tabla de atributos para que pueda ser representada visualmente a partir de los procesos posteriores (véase Gráfico 12).

Gráfico 12 Proceso para organizar la información



Fuente: Elaboración propia

No toda la información necesaria se encontraba en formato SHP, alguna reposaba en formatos compatibles con QGIS, como son tablas de Excel. De manera que, el primer paso consistió en adaptar, a través de QGIS, la información que se encontraba en formato Excel con el objetivo de llevarla a que forme parte de una capa vectorial.

Todos los datos de los factores definidos se encontraron en formato SHP, a excepción del factor “Renta media por familia”. Este último, se encontraba en un archivo de Excel que fue descargado del Instituto Nacional de Estadística. Este archivo presentaba los datos de la renta media por familia en función de las secciones censales de Málaga Capital. De manera que, para llevar esta información hasta un formato SHP, fue necesario asociar esta tabla de Excel con la capa (formato SHP) de las secciones de Málaga Capital a través del código común (Gráfico 13).

Gráfico 13 Proceso de adaptación de la información del factor "Renta media por familia".

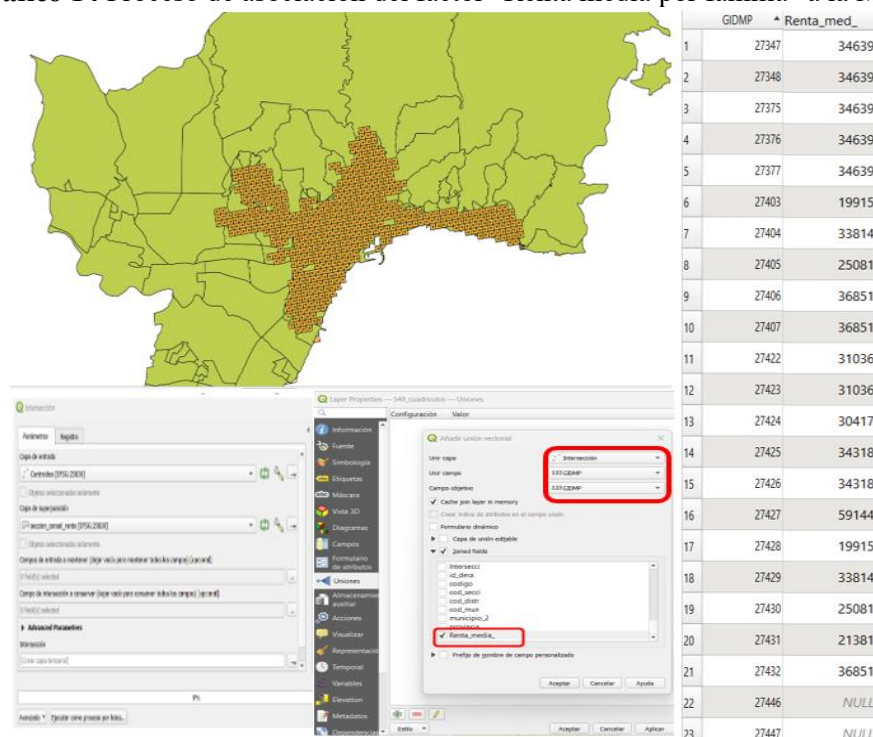
id_dere	codigo	cod_secci	cod_distr	cod_mun	municipio	provincia
1	1131900000188	2906701001	01	29067	Málaga	Málaga
2	1131900000029	2906701003	03	29067	Málaga	Málaga
3	1131900000044	2906701004	04	29067	Málaga	Málaga
4	1131900000189	2906702001	01	29067	Málaga	Málaga
5	1131900000158	2906702002	02	29067	Málaga	Málaga
6	1131900000068	2906702003	03	29067	Málaga	Málaga
7	1131900000044	2906702004	04	29067	Málaga	Málaga
8	1131900000039	2906702005	05	29067	Málaga	Málaga
9	1131900000016	2906702006	06	29067	Málaga	Málaga
10	1131900000190	2906702007	07	29067	Málaga	Málaga
11	1131900000197	2906702008	08	29067	Málaga	Málaga
12	1131900000160	2906702009	09	29067	Málaga	Málaga
13	1131900000144	2906702010	10	29067	Málaga	Málaga
14	1131900000028	2906702011	11	29067	Málaga	Málaga
15	1131900000093	2906702012	12	29067	Málaga	Málaga
16	1131900000015	2906702013	13	29067	Málaga	Málaga
17	1131900000015	2906702014	14	29067	Málaga	Málaga
18	1131900000015	2906702015	15	29067	Málaga	Málaga
19	1131900000047	2906702016	16	29067	Málaga	Málaga

SECCIONES_CENSALES	codigo	Renta_media
2906701001 Málaga sección 01001	2906701001	34662
2906701003 Málaga sección 01003	2906701003	38200
2906701004 Málaga sección 01004	2906701004	33105
2906702001 Málaga sección 02001	2906702001	36438
2906702002 Málaga sección 02002	2906702002	52324
2906702003 Málaga sección 02003	2906702003	40399
2906702004 Málaga sección 02004	2906702004	55521
2906702005 Málaga sección 02005	2906702005	40315
2906702006 Málaga sección 02006	2906702006	50502
2906702007 Málaga sección 02007	2906702007	57024
2906702008 Málaga sección 02008	2906702008	64510
2906702009 Málaga sección 02009	2906702009	24073
2906702010 Málaga sección 02010	2906702010	54989
2906702011 Málaga sección 02011	2906702011	33075
2906702012 Málaga sección 02012	2906702012	22559
2906702013 Málaga sección 02013	2906702013	60829
2906702014 Málaga sección 02014	2906702014	65103
2906702015 Málaga sección 02015	2906702015	45229
2906702016 Málaga sección 02016	2906702016	52160
2906702017 Málaga sección 02017	2906702017	82430
2906702018 Málaga sección 02018	2906702018	58852
2906702019 Málaga sección 02019	2906702019	20672
2906702020 Málaga sección 02020	2906702020	26907
2906702021 Málaga sección 02021	2906702021	27370
2906702022 Málaga sección 02022	2906702022	64725
2906702023 Málaga sección 02023	2906702023	25531
2906702024 Málaga sección 02024	2906702024	23932

Configuración	Valor
Unir capa	renta
Unir campo	codigo
Campo objetivo	codigo
Cachear capa de unión en memoria virtual	☒
Formulario dinámico	
Editable join layer	
Actualizar o editar	
Borrar en cascada	
Prefijo de nombre de campo personalizado	
Campos unidos	todo

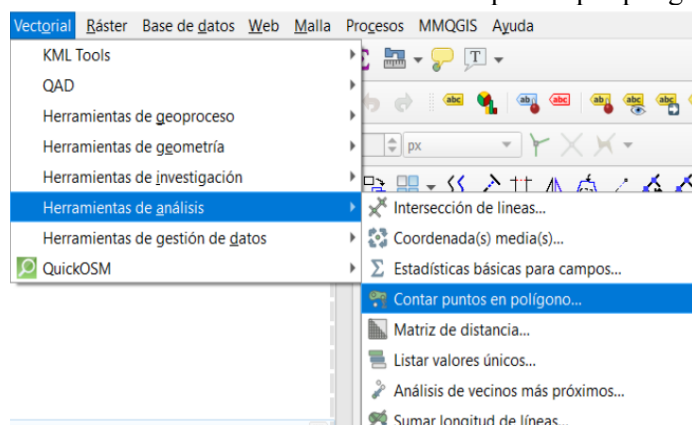
Sin embargo, ya se mencionó que la información debe estar en función de la Mínima Unidad Cartográfica (MUC). De manera que, la información del factor “Renta media por familia”, que hasta el momento se encontraba a nivel de secciones censales, fue asociada a cada una de las 548 cuadrículas de la malla estadística. Para esto, se generaron centroides para cada cuadrícula, mismos que fueron intersecados con la capa de secciones censales que ya contenía la información de la renta media por familia. Finalmente, se realizó una unión entre la nueva capa de intersección y la capa de la malla estadística mediante el código común “GIDMP”, obteniendo así, el valor de la renta media por cada cuadrícula (véase Gráfico 14).

Gráfico 14 Proceso de asociación del factor "Renta media por familia" a la MUC



La información del resto de factores fue incluida de una forma menos compleja dentro de la base de datos de las 548 cuadrículas de la malla estadística. A excepción de la información del factor “Población adultos mayores”, que ya estaba incluida en la tabla de atributos de la capa original de la malla estadística, lo que se realizó para el resto de factores fue un conteo de puntos de la información por cuadrícula. Es decir, a partir del proceso de conteo, cada cuadrícula se vinculó con la información de cada factor (véase Gráfico 15). Una vez realizado el conteo de puntos por cada factor, se obtuvo una base de datos única, misma que ha sido utilizada en el proceso de delimitación de factores.

Gráfico 15 Herramienta de análisis: Contar puntos por polígonos



4.10. Delimitación de factores en base al (ACP) (CASO 1)

Para el (ACP) se dispuso de la base de datos de los 12 factores, definidos previamente, para extraer un conjunto reducido de factores que no superen la cantidad recomendada para la aplicación del modelo (AHP). La cantidad de datos analizados fue el mismo para cada factor (548 datos), puesto que esta cantidad estuvo en función del número de cuadrículas de la malla estadística 250X250 de Málaga Capital.

A través de este análisis, en primer lugar, se obtuvo la matriz de correlaciones, con la significación de cada factor. Para que se pueda realizar el (ACP), es necesario que los factores presenten altos grados de asociación. Por lo dicho, es necesario fijarse en el determinante de la matriz. Se recomienda un determinante mayor y cercano a 0. Para este caso en particular, el determinante obtenido es de 0,081 (véase Tabla 5).

Tabla 5 Matriz de relaciones de los factores definidos

		Matriz de correlaciones											
		Población tercera edad	Renta media por familia	Presencia de residencias	Presencia de aparcamien tos	Presencia Casas de salud	Presencia de transporte público	Presencia de zonas verdes y plazas	Presencia de farmacias	Presencia de cafeterías y restaurantes	Presencia de centros de oración	Presencia de bancos	Presencia de supermercados
C o r r e l a c i ó n	Población tercera edad	1	0,226	0,089	0,059	-0,024	0,063	-0,036	0,201	0,094	0,011	0,178	-0,037
	Renta media por familia	0,226	1	0,247	0,079	0,062	0,162	0,064	-0,002	0,092	-0,044	0,069	0,023
	Presencia de residencias	0,089	0,247	1	-0,037	0,149	0,057	-0,062	-0,068	-0,023	-0,018	-0,054	-0,022
	Presencia de aparcamientos	0,059	0,079	-0,037	1	0,042	0,214	0,209	0,228	0,564	0,396	0,407	0,023
	Presencia Casas de salud	-0,024	0,062	0,149	0,042	1	0,087	0,067	0,157	0,038	0,079	0,086	-0,012
	Presencia transporte público	0,063	0,162	0,057	0,214	0,087	1	0,459	0,109	0,322	0,201	0,248	0,369
	Presencia de zonas verdes y plazas	-0,036	0,064	-0,062	0,209	0,067	0,459	1	0,11	0,273	0,257	0,125	0,397
	Presencia de farmacias	0,201	-0,002	-0,068	0,228	0,157	0,109	0,11	1	0,339	0,186	0,314	-0,03
	Presencia de cafeterías y restaurantes	0,094	0,092	-0,023	0,564	0,038	0,322	0,273	0,339	1	0,603	0,63	0,132
	Presencia de centros de oración	0,011	-0,044	-0,018	0,396	0,079	0,201	0,257	0,186	0,603	1	0,379	-0,006
	Presencia de bancos	0,178	0,069	-0,054	0,407	0,086	0,248	0,125	0,314	0,63	0,379	1	0,052
	Presencia de supermercados	-0,037	0,023	-0,022	0,023	-0,012	0,369	0,397	-0,03	0,132	-0,006	0,052	1

a Determinante = ,081

Así mismo, para asegurarse de la consistencia de los datos, se consideró la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y Bartlett. El KMO mide la proporción de la varianza común entre los factores, en relación con la varianza total. Un KMO aceptable debe encontrarse por encima de 0,6. Para este caso se ha obtenido un KMO de 0,723 (véase Tabla 6). Por su parte, la prueba de esfericidad de Bartlett comprueba que las correlaciones entre los factores son distintos de cero de modo significativo. Si el valor de significancia es menor a 0,05 es aceptable. Para este caso se obtuvo una significancia de 0,001 (véase Tabla 6).

Tabla 6 Pruebas de consistencia de los datos

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,723
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	1090,246
gl		66
Sig.		<,001

En base a los valores obtenidos a partir del determinante de la matriz de correlación y la prueba de KMO y Bertlett, se entiende que el ACP para los datos empleados es apropiado.

Comenzando con los resultados del ACP, la Tabla 7 muestra la varianza asociada a cada componente que se ha generado, pudiendo determinar cuántos componentes deben retenerse. Se recomienda retener el número de componentes que alcancen a explicar alrededor del 80 % de la varianza acumulada. Para este caso, son 7 los componentes que han sido retenidos, debido a que explican el 79,466 % de la varianza acumulada. Es decir, explican casi el 80 % del total de la información generada por los 12 factores originales.

Tabla 7 Varianza total explicada de los factores definidos

Varianza total explicada						
Componentes	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,083	25,692	25,692	3,083	25,692	25,692
2	1,565	13,040	38,732	1,565	13,040	38,732
3	1,431	11,925	50,658	1,431	11,925	50,658
4	1,077	8,975	59,632	1,077	8,975	59,632
5	0,993	8,276	67,908	0,993	8,276	67,908
6	0,723	6,023	73,931	0,723	6,023	73,931
7	0,664	5,535	79,466	0,664	5,535	79,466
8	0,643	5,355	84,821			
9	0,573	4,777	89,597			
10	0,550	4,581	94,178			
11	0,444	3,697	97,876			
12	0,255	2,124	100,000			

Para determinar específicamente, cuáles son los factores originales que se deberían utilizar en el modelo (AHP) se hará uso de los valores de extracción de las comunalidades. Estos valores de extracción representan la información que cada factor original es capaz de explicar en función de los 7 componentes establecidos en la tabla de la varianza total explicada. Dicho de otra manera, los 7 componentes retenidos, en conjunto, son capaces de explicar la información de los factores originales de mejor o peor manera. Para la aplicación del modelo (AHP) se han seleccionado los primeros 7 factores que presentan el porcentaje de extracción más alto. Estos factores son: Presencia de residencias, Renta media por familia, Presencia casas de salud, Presencia de zonas verdes y plazas, Población tercera edad, Presencia de cafeterías y restaurantes, Presencia de supermercados (véase Tabla 8).

Tabla 8 Valores de comunalidad de los factores definidos

Comunalidades			
Factores	Inicial	Extracción	Porcentaje de Extracción (%)
Presencia de residencias	1	0,921	92,1
Renta media por familia	1	0,912	91,2
Presencia Casas de salud	1	0,896	89,6
Presencia de zonas verdes y plazas	1	0,823	82,3
Población tercera edad	1	0,817	81,7
Presencia de cafeterías - restaurantes	1	0,815	81,5
Presencia de supermercados	1	0,811	81,1
Presencia de bancos	1	0,799	79,9
Presencia de centros de oración	1	0,776	77,6
Presencia de farmacias	1	0,724	72,4
Presencia de transporte público	1	0,627	62,7
Presencia de aparcamientos municipales	1	0,616	61,6

4.10.1. Definición de criterios de los factores delimitados por (ACP)

A partir de los 7 factores seleccionados se ha establecido 1 criterio para cada uno (véase Tabla 9).

Tabla 9 Definición de criterios (CASO 1)

Factores	Código	Criterios
Población tercera edad	C1	Población con una edad igual o mayor a los 65 años
Presencia de residencias	C2	Número de residencias
Renta media por familia	C3	Valor de la renta media por familia
Presencia Casas de salud	C4	Número de Casas de salud
Presencia de zonas verdes y plazas	C5	Número de zonas verdes - plazas
Presencia de cafeterías - restaurantes	C6	Número de cafeterías - restaurantes
Presencia de supermercados	C7	Número de supermercados

4.10.2. Normalización de criterios de los factores delimitados por (ACP)

Aunque los datos de cada uno de los criterios son cuantitativos, el rango que presentan entre sí es muy diferente. Para poder hacer una operación entre criterios, es necesario que tengan una misma escala de distribución. De manera que, se hizo uso del proceso de normalización conocido como escalado mínimo-máximo, que consiste en un cambio de escala, en donde los valores normalizados presentarán un rango entre 0 y 1³. Para cumplir con lo mencionado, se utilizará la siguiente fórmula:

$$C' = \frac{C - \text{minimum}(C)}{\text{maximum}(C) - \text{minimum}(C)} \quad (5)$$

Donde:

C' corresponde al criterio ya normalizado

C es el valor del criterio original que se quiere normalizar

minimum (C) es el valor mínimo del conjunto de datos del criterio original

maximum (C) es el valor máximo del conjunto de datos del criterio original

Este proceso se llevó a cabo en QGIS, a partir de la calculadora de campos, para cada criterio. Como ejemplo, se muestra la normalización del criterio C1 “Población con una edad igual o mayor a los 65 años” (véase Gráfico 16).

³ Para la Evaluación Multicriterio por medio del modelo (AHP) los criterios con valores más cercanos a 1 (máximo) resultan más interesantes y los criterios con valores más cercanos a 0 (mínimo) resultan menos interesantes.

Gráfico 16 Ejemplo expresión para normalizar los criterios (CASO 1)

☐ Only update 0 selected feature(s)

☒ **Crear un campo nuevo** ☐ **Actualizar campo existente**

☐ Crear campo virtual

Nombre del campo de salida: C1'

Tipo del campo de salida: 1.2 Número decimal (real)

Longitud del campo de salida: 10 Precisión: 3

Expresión Editor de funciones

("C1" - minimum ("C1")) / (maximum ("C1") - minimum ("C1"))

Objeto espacial: 4.2.30270000.16377500

Previsualizar: 0,1909689557855127

123 C1
123 C2
123 C3
123 C4
123 C5
123 C6
123 C7
► Capas de mapa
► Color
► Concordancia aproximada
► Condicionales

Como resultado de la normalización de los criterios de los 7 factores delimitados por (ACP), se logró obtener, para cada cuadrícula de la malla estadística de Málaga Capital, valores que van desde 0 hasta 1. En el Gráfico 17 se puede observar 24 de los 548 datos normalizados.

Gráfico 17 Resultados de la normalización criterios (CASO 1)

C1'	C2'	C3'	C4'	C5'	C6'	C7'
0,086	0,333	0,422	0	0	0	0
0,005	0	0,422	0	0	0	0
0,098	0,333	0,422	0	0,063	0,021	0
0,065	0	0,422	0	0	0	0
0,008	0	0,422	0	0,063	0	0
0,016	0	0,242	0	0	0	0
0,114	0	0,412	0	0	0	0
0,044	0	0,305	0	0	0,021	0
0,016	0	0,449	0	0,125	0	0
0,008	0	0,449	0	0,125	0	0
0,064	0	0,378	0	0	0	0
0,068	0	0,378	0	0	0	0
0,105	0	0,37	0	0	0,021	0
0,073	0	0,418	0	0	0	0
0,047	0	0,418	0	0	0	0
0	0	0,72	0	0	0	0
0	0	0,242	0	0,063	0	0
0,042	0	0,412	0	0,063	0	0
0,052	0	0,305	0	0,125	0	0
0,367	0	0,26	0	0,188	0,021	0
0,08	0	0,449	0	0,063	0	0
0,045	0	0	0	0,063	0	0
0,009	0	0	0	0	0	0
0,09	0	0,418	0	0	0	0

4.11. Delimitación de factores en base al criterio del decisor (CASO 2)

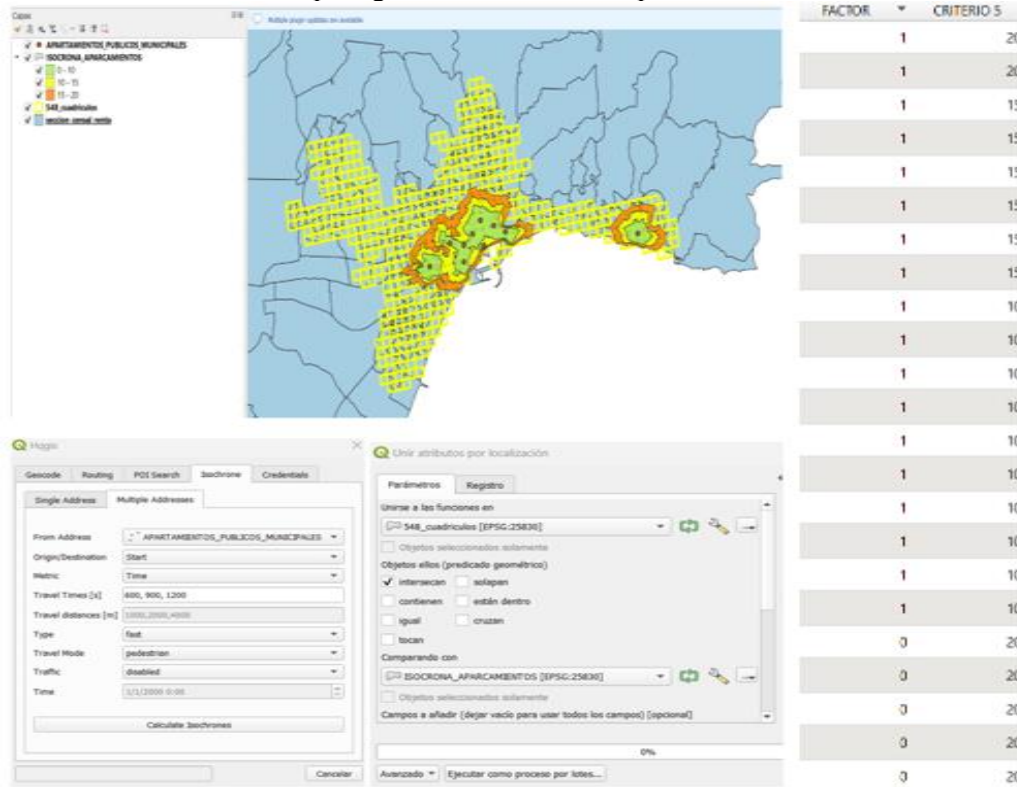
Desde mi papel de agente decisor en el presente TFM, considero que el (ACP) dejó por fuera factores que considero mucho más importantes que algunos de los que fueron seleccionados en función del porcentaje de extracción. Particularmente, considero que los factores “Presencia de transporte público” y “Presencia de aparcamientos” son mucho más relevantes que los factores “Presencia de supermercados” y “Presencia de cafeterías y restaurantes”. Por lo mencionado, se han seleccionado 7 factores en función del criterio del decisor (Véase Tabla 10)

Tabla 10 Definición de criterios (CASO 2)

Factores	Código	Criterios
Población tercera edad	C1	Población con una edad igual o mayor a los 65 años
Presencia de residencias	C2	Número de residencias igual a 0
Renta media por familia	C3	Valor de la renta media por familia
Presencia de paradas de transporte público	C4	Número de paradas de transporte público
Presencia de aparcamientos municipales	C5	Área de influencia (10-15-20 minutos recorridos a pie)
Presencia Casas de salud	C6	Número de Casas de salud
Presencia de zonas verdes y plazas	C7	Número de zonas verdes y plazas

Es preciso mencionar que la información de los criterios es la misma información de los factores, a excepción del criterio C5 “Área de influencia (10-15-20 minutos recorridos a pie)”. Para este criterio no se utilizó el dato del número de aparcamientos municipales que contiene cada cuadrícula de la malla estadística, sino que se generó una nueva información en base al área de influencia por cada aparcamiento municipal en función de 10, 15 y 20 minutos, con la finalidad de determinar cuáles son aquellas cuadrículas que se encuentran dentro de dichas áreas (véase Gráfico 18).

Gráfico 18 Proceso para generar información a partir del área de influencia



4.11.1. Normalización de criterios de los factores delimitados por el criterio del decisor

Para estos criterios, también se llevó a cabo un proceso de normalización basado en un escalado mínimo-máximo a partir de la fórmula (5). Sin embargo, existe una excepción con respecto al criterio C5 “Área de influencia (10-15-20 minutos recorridos a pie)”. Para este criterio se consideró que, si alguna de las cuadrículas de la malla estadística se encontraba dentro del área de influencia de los aparcamientos municipales recibiría un valor de 1, caso contrario un valor de cero. En el Gráfico 19, se muestra el cálculo realizado en QGIS.

Gráfico 19 Ejemplo expresión para normalizar los criterios (CASO 2)

☐ Only update 0 selected feature(s)

☒ **Crear un campo nuevo** ☐ **Actualizar campo existente**

☐ Crear campo virtual

Nombre del campo de salida: C5'

Tipo del campo de salida: 1.2 Número decimal (real)

Longitud del campo de salida: 10 Precisión: 3

Expresión Editor de funciones

`if ( "C5" is NULL, 0, "C5" / ( "C5"`

Objeto espacial: 4.2.30270000.16377500

Previsualizar: 1

Buscar... Mostrar valores

123 C1
123 C2
123 C3
123 C4
123 C5
123 C6
123 C7
1.2 C1'
1.2 C2'
1.2 C3'
1.2 C4'

Como resultado de la normalización de los criterios, delimitados previamente por medio del criterio del decisor, se ha logrado obtener, para cada cuadrícula de la malla estadística de 250X250 de Málaga Capital, valores que van desde 0 hasta 1. En el Gráfico 20 se puede observar 24 de los 548 datos normalizados.

Gráfico 20 Resultados de la normalización criterios (CASO 2)

C1'	C2'	C3'	C4'	C5'	C6'	C7'
0,086	0,333	0,422	0,054	0	0	0
0,005	0	0,422	0	0	0	0
0,098	0,333	0,422	0,027	0	0	0,063
0,065	0	0,422	0	0	0	0
0,008	0	0,422	0	0	0	0,063
0,016	0	0,242	0,027	0	0	0
0,114	0	0,412	0,027	0	0	0
0,044	0	0,305	0,027	0	0	0
0,016	0	0,449	0	0	0	0,125
0,008	0	0,449	0	0	0	0,125
0,064	0	0,378	0,054	0	0	0
0,068	0	0,378	0	0	0	0
0,105	0	0,37	0	0	0	0
0,073	0	0,418	0	0	0	0
0,047	0	0,418	0	0	0	0
0	0	0,72	0	0	0	0
0	0	0,242	0	0	0	0,063
0,042	0	0,412	0	0	0	0,063
0,052	0	0,305	0,054	0	0	0,125
0,367	0	0,26	0,081	0	0	0,188
0,08	0	0,449	0,027	0	0	0,063
0,045	0	0	0	0	0	0,063
0,009	0	0	0,054	0	0	0
0,09	0	0,418	0,054	0	0	0

4.12. Análisis multicriterio por jerarquía analítica

4.12.1. Proceso Analítico Jerárquico (AHP) con factores del (ACP) (CASO 1)

- Estructuración de los criterios de decisión de una forma jerárquica (véase Tabla 11).

Tabla 11 Estructuración jerárquica de criterios (CASO 1)

Código	Criterios
C1	Población con una edad igual o mayor a los 65 años
C2	Número de residencias igual a 0
C3	Valor de la renta media por familia
C4	Número de Casas de salud
C5	Número de zonas verdes - plazas
C6	Número de cafeterías - restaurantes
C7	Número de supermercados

- Relleno de la matriz de relaciones (véase Tabla 12).

Tabla 12 Matriz de relaciones (CASO 1)

Criterios		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Población => 65 años	C1	1,00	2,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
Residencias = 0	C2	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Valor renta media por familia	C3	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	5,00	7,00
Nº Casas de salud	C4	0,20	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00
Nº Zonas verdes - plazas	C5	0,17	0,25	0,25	0,50	1,00	3,00	4,00
Nº Cafeterías - restaurantes	C6	0,14	0,20	0,20	0,33	0,33	1,00	2,00
Nº Supermercados	C7	0,13	0,17	0,14	0,25	0,25	0,50	1,00
	SUM	2,38	4,45	8,09	11,50	17,0	24,50	32,00

- Resultado de la normalización de los valores de la matriz de relaciones (véase Tabla 13).

Tabla 13 Normalización de la matriz de relaciones (CASO 1)

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,41937094	0,4494382	0,49426302	0,43478261	0,35294118	0,28571429	0,25
C2	0,20968547	0,2247191	0,24713151	0,26086957	0,23529412	0,20408163	0,1875
C3	0,10484274	0,11235955	0,12356575	0,17391304	0,23529412	0,20408163	0,21875
C4	0,08387419	0,07490637	0,06178288	0,08695652	0,11764706	0,12244898	0,125
C5	0,06989516	0,05617978	0,03089144	0,04347826	0,05882353	0,12244898	0,125
C6	0,05991013	0,04494382	0,02471315	0,02898551	0,01960784	0,04081633	0,0625
C7	0,05242137	0,03745318	0,01765225	0,02173913	0,01470588	0,02040816	0,03125
SUM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

- Resultado del cálculo Vector de Suma Ponderada (VSP) de cada criterio (véase Tabla 14).

Tabla 14 Vectores de Suma Ponderada de los criterios (CASO 1)

Criterios	VSP
C1	2,9221515
C2	1,69771864
C3	1,25399563
C4	0,70854283
C5	0,51474988
C6	0,28543609
C7	0,19944374

- Resultado del cálculo del Vector de Consistencia (VC) de cada criterio y la media de estos (véase Tabla 15).

Tabla 15 Vectores de consistencia de los criterios (CASO 1)

Criterios	VC
C1	7,61398941
C2	7,57291237
C3	7,48458241
C4	7,37389514
C5	7,11096758
C6	7,09846328
C7	7,13646333
SUMATORIO	51,3912735
$\lambda_{\max}$	7,3416105

- Resultado del cálculo Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{7,3416105 - 7}{7 - 1}$$

$$IC = 0,05693508$$

- Resultado del cálculo de la Relación de Consistencia

Sabiendo que el número de criterios de la matriz de relaciones es 7, el Índice Aleatorio (IA) tendrá un valor de 1,32 según los valores establecidos por Saaty (1987)

$$RC = \frac{0,05693508}{1,32}$$

$$RC = 0,04313264$$

Considerando que la Relación de Consistencia (RC) presenta un valor dentro del límite establecido ($\leq 0,10$), se concluye que la matriz de relaciones es consistente, de manera que se aceptan los Vectores de la Suma Ponderada (VSP), convirtiéndose automáticamente en los vectores de significancia (véase Tabla 16).

Tabla 16 Vectores de significancia de los criterios (CASO 1)

Criterios	Vectores de significancia
C1	2,9221515
C2	1,69771864
C3	1,25399563
C4	0,70854283
C5	0,51474988
C6	0,28543609
C7	0,19944374

- Visualización resultados del modelo (AHP) a través de los SIG

Como se mencionó en la metodología, se deben relacionar los valores de los criterios normalizados con los valores de los vectores de significancia de cada criterio. Utilizando la calculadora de campos de QGIS se determinó la expresión que calcula los valores finales que se utilizará para generar el mapa que muestre las cuadrículas de la

mallas estadísticas que son más óptimas para el emplazamiento de la residencia para adultos mayores (véase Gráfico 21).

Gráfico 21 Expresión cálculo final de la EMC (CASO1)

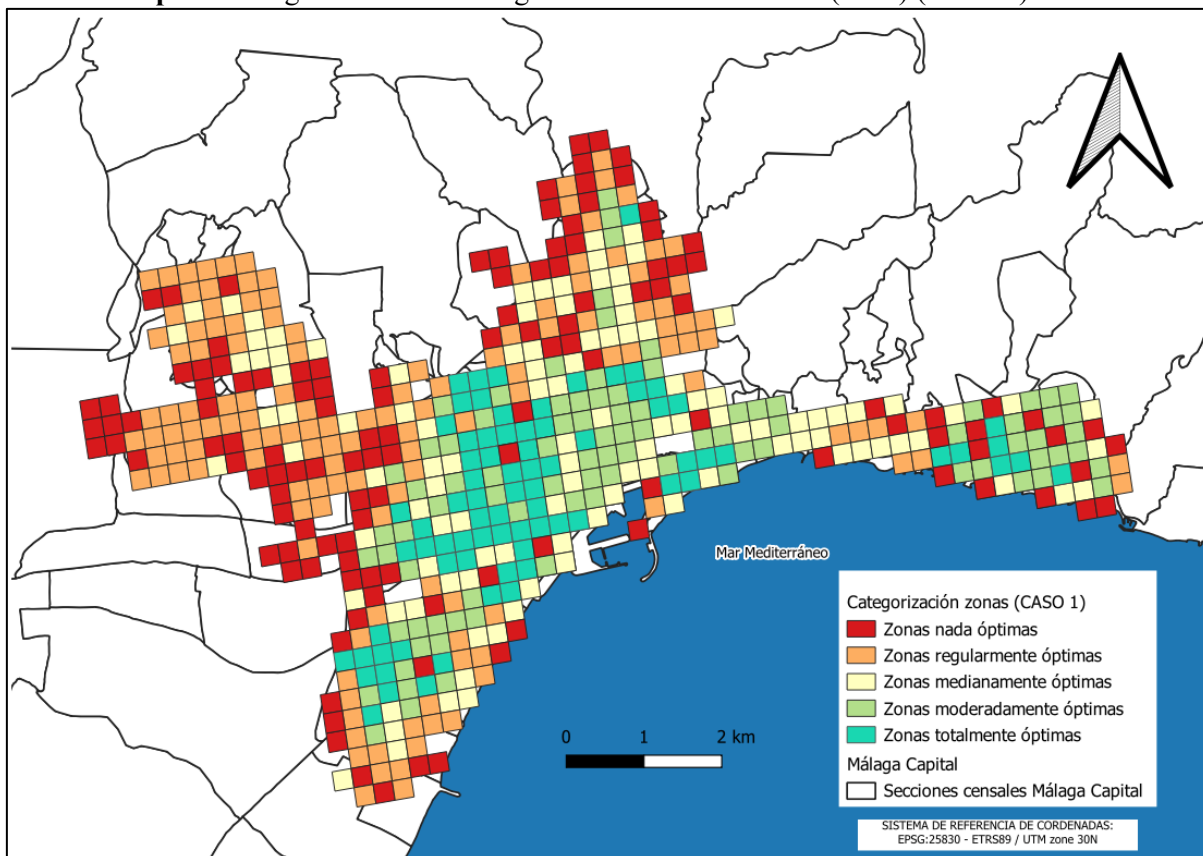
The screenshot shows the QGIS Field Calculator window for the layer 'AJA2_TODOS_CRITERIOS'. The 'Crear un campo nuevo' (Create new field) tab is active. The output field is named 'A_J_A', with a type of '123 Entero (32 bit)' and a length of 10. The expression editor contains the following code:

```
if ( "C2" is 0, 2.9221515 * "C1" + 1.25399563 * "C3" + 0.70854283 * "C4" + 0.51474988 * "C5" + 0.28543609 * "C6" + 0.19944374 * "C7" + 1.69771864 * (1 - "C2"), 0)
```

Below the expression editor, the 'Objeto espacial' (Spatial object) is listed as '4.2.30270000.16377500' and the 'Previsualizar' (Preview) value is '2,66590614751'. On the right, a list of fields is shown, including '1.2 C1', '1.2 C2', '1.2 C3', '1.2 C4', '1.2 C5', '1.2 C6', '1.2 C7', '123 C1', '123 C2', '123 C3', and '123 C4'.

A partir de los valores del último cálculo, se generó el Mapa 10. En él se puede visualizar la categorización de la malla estadística en 5 clases. Desde las zonas que son las menos indicadas para la ubicación de la residencia, hasta aquellas que son las más viables para el emplazamiento del nuevo negocio. Concretamente, de las 548 cuadrículas analizadas, 76 son las que presentan mejores condiciones para albergar una residencia para adultos mayores.

Mapa 10 Categorización zonas según resultados del modelo (AHP) (CASO1)



Fuente: Elaboración propia

4.12.2. Proceso Analítico Jerárquico (AHP) con factores del criterio del decisor (CASO 2)

- Estructuración de los criterios de decisión de una forma jerárquica (véase Tabla 17).

Tabla 17 Estructuración jerárquica de criterios (CASO 2)

Código	Criterios
C1	Población con una edad igual o mayor a los 65 años
C2	Número de residencias igual a 0
C3	Valor de la renta media por familia
C4	Número de paradas de transporte público
C5	Isócrona de tiempo 10-15-20 minutos desde los aparcamientos municipales
C6	Número de Casas de salud
C7	Número de zonas verdes - plazas

- Relleno de la matriz de relaciones (véase Tabla 18).

Tabla 18 Matriz de relaciones (CASO 2)

Criterios		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Población => 65 años	C1	1,00	2,00	3,00	5,00	6,00	7,00	8,00
Residencias = 0	C2	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Valor renta media por familia	C3	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	7,00
Nº Paradas transporte público	C4	0,20	0,33	0,50	1,00	1,00	3,00	4,00
Isócrona de tiempo 10-15-20 minutos (Aparcamientos)	C5	0,17	0,25	0,33	1,00	1,00	2,00	3,00
Nº Casas de salud	C6	0,14	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00
Nº Zonas verdes - plazas	C7	0,13	0,17	0,14	0,25	0,33	0,50	1,00
SUM		2,47	4,45	7,23	12,00	15,00	22,50	31,00

- Normalización de los valores de la matriz de relaciones (véase Tabla 19).

Tabla 19 Normalización de la matriz de relaciones (CASO 2)

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0,40520984	0,4494382	0,41515651	0,41666667		0,4	0,31111111
C2	0,20260492	0,2247191	0,276771	0,25	0,26666667	0,22222222	0,19354839
C3	0,13506995	0,11235955	0,1383855	0,16666667		0,2	0,17777778
C4	0,08104197	0,07490637	0,06919275	0,08333333	0,06666667	0,13333333	0,12903226
C5	0,06753497	0,05617978	0,0461285	0,08333333	0,06666667	0,08888889	0,09677419
C6	0,05788712	0,04494382	0,03459638	0,02777778	0,03333333	0,04444444	0,06451613
C7	0,05065123	0,03745318	0,01976936	0,02083333	0,02222222	0,02222222	0,03225806
SUM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

- Cálculo Vector de Suma Ponderada (VSP) de cada criterio (véase Tabla 20).

Tabla 20 Vectores de Suma Ponderada de los criterios (CASO 2)

Criterios	VSP
C1	2,77332149
C2	1,71156937
C3	1,18842047
C4	0,64883165
C5	0,51590515
C6	0,31132495
C7	0,20812877

- Cálculo Vector de Consistencia (VC) de cada criterio y la media de estos (véase Tabla 21).

Tabla 21 Vectores de consistencia de los criterios (CASO 2)

Criterios	VC
C1	7,31017773
C2	7,3209588
C3	7,19590755
C4	7,12435133
C5	7,14399762
C6	7,08709515
C7	7,09266416
SUMATORIO	50,2751523
$\lambda_{\max}$	7,18216462

- Cálculo Índice de Consistencia (IC)

$$IC = \frac{7,18216462 - 7}{7 - 1}$$

$$IC = 0,03036077$$

- Cálculo Relación de Consistencia

Sabiendo que el número de criterios de la matriz de relaciones, para este caso, también es 7, el Índice Aleatorio (IA) tendrá un valor de 1,32 según los valores establecidos por Saaty (1987)

$$RC = \frac{0,03036077}{1,32}$$

$$RC = 0,023000583$$

Considerando que la Relación de Consistencia (RC) presenta un valor dentro del límite establecido ($\leq 0,10$), se concluye que la matriz de relaciones es consistente, de manera que se aceptan los Vectores de la Suma Ponderada (VSP), convirtiéndose automáticamente en los vectores de significancia (véase Tabla 22).

Tabla 22 Vectores de significancia de los criterios (CASO 2)

Criterios	Vectores de significancia
C1	2,77332149
C2	1,71156937
C3	1,18842047
C4	0,64883165
C5	0,51590515
C6	0,31132495
C7	0,20812877

- Visualización resultados del modelo (AHP) a través de los SIG

Para este segundo caso, la expresión definida para el cálculo final, a partir de la calculadora de campos de QGIS, es la siguiente (véase Gráfico 22).

Gráfico 22 Expresión cálculo final de la EMC (CASO 2)

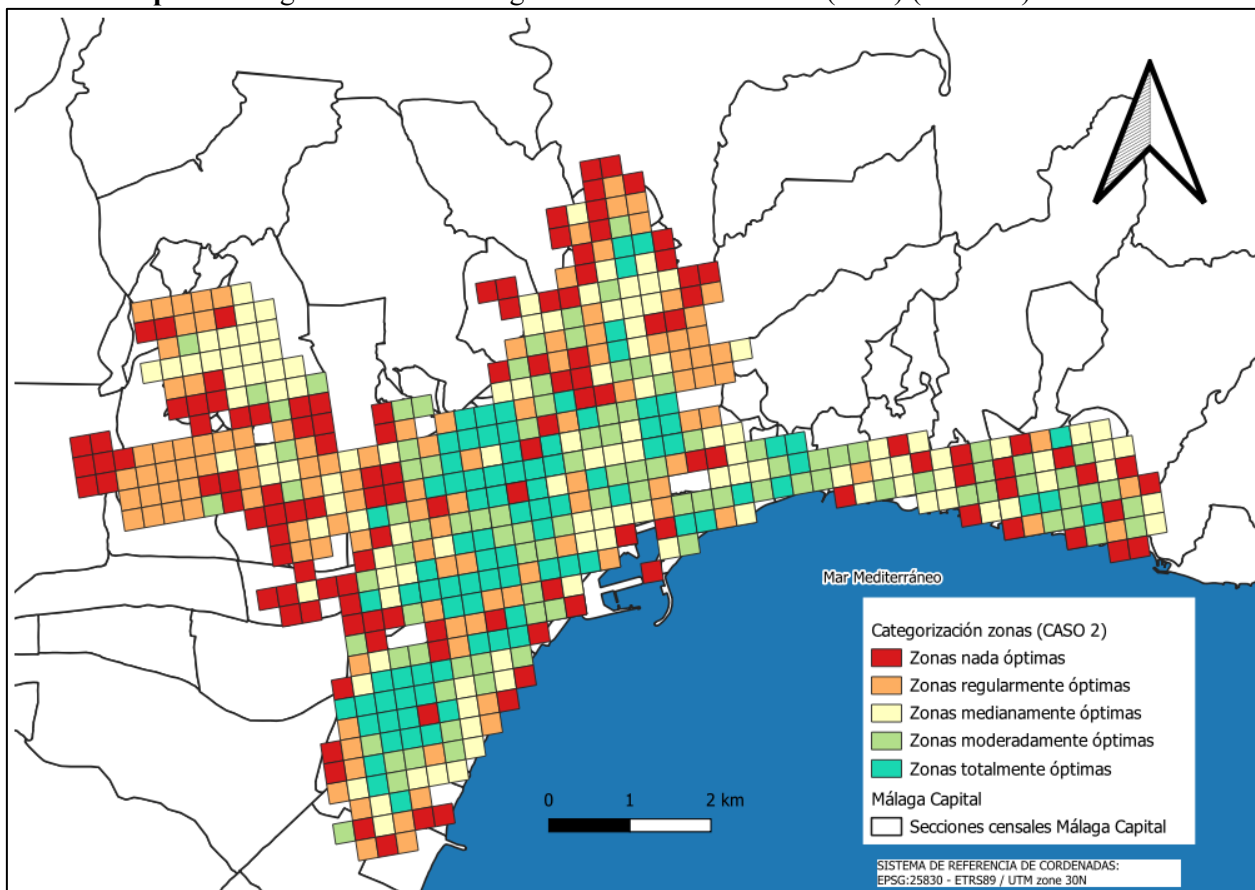
The screenshot shows the QGIS Field Calculator window for the layer 'Zonas óptimas (CASO 2)'. The 'Crear un campo nuevo' (Create a new field) option is selected. The output field name is 'A_A_2', the type is '123 Entero (32 bit)', and the precision is 3. The expression editor contains the following code:

```
if ( "C2" is 0, 2.77332149* "C1'" +
1.18842047* "C3'" +
0.64883165* "C4'" + 0.51590515* "C5'"
+ 0.31132495* "C6'" + 0.20812877*
"C7'" + 1.71156937* (1 -
"C2'" ), 0)
```

Below the expression editor, the 'Objeto espacial' (Spatial object) is set to '4.2.30270000.16377500'. The 'Previsualizar' (Preview) value is '3,18082932738'. On the right, a list of fields is shown, including '123 C4', '123 C5', '123 C6', '123 C7', '1.2 C1'', '1.2 C2'', '1.2 C3'', '1.2 C4'', '1.2 C5'', '1.2 C6'', and '1.2 C7''.

A partir de los datos finales, generados de la expresión anterior, se elaboró el Mapa 11. Al igual que en el primer caso, se categorizó la malla estadística en 5 clases en función de viabilidad para el emplazamiento de la residencia para adultos mayores. Las cuadrículas en color rojo son las menos apropiadas, mientras las de color turquesa son las más óptimas para el emplazamiento del nuevo negocio. De las 548 cuadrículas analizadas, 90 son aquellas que presentan las mejores condiciones para albergar la residencia.

Mapa 11 Categorización zonas según resultados del modelo (AHP) (CASO 2)



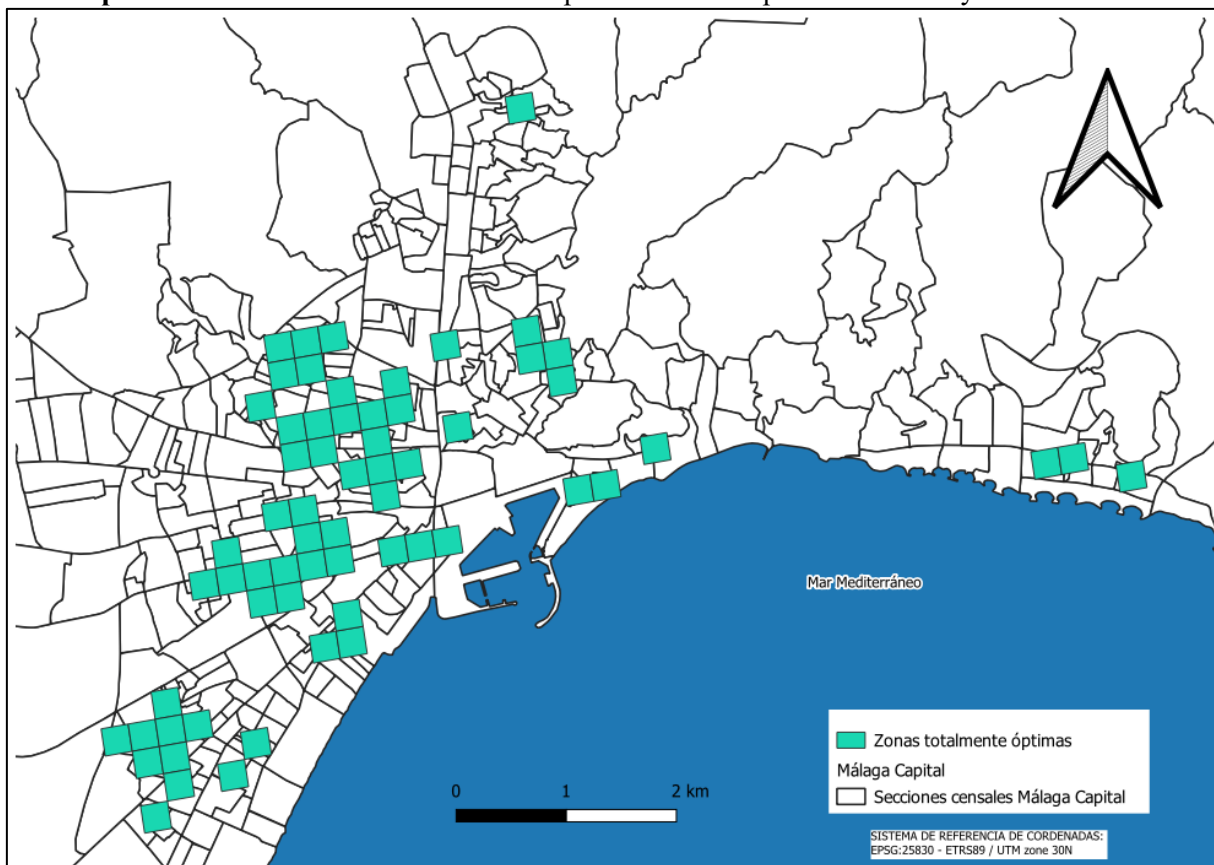
Fuente: Elaboración propia

4.12.3. Intersección de los resultados del caso 1 y el caso 2

La categorización de zonas por medio del modelo (AHP) entre los criterios definidos por el ACP y el criterio del decisor muestran resultados con una misma tendencia, pero algo diferentes. En cuanto a los resultados de la categorización “Zonas totalmente óptimas” el caso 2 presentó una diferencia a favor de 14 zonas con respecto al caso 1.

El Mapa 12, es el resultado de la intersección de las zonas totalmente óptimas de los mapas del caso 1 y el caso 2. Esto permitió reducir aún más, las posibles zonas que albergarán la residencia. Concretamente, se seleccionaron aquellas cuadrículas que en los casos 1 y 2 coincidían con la denominación “Zonas totalmente óptimas”. En base a lo mencionado, son 63 cuadrículas las que cuentan con las condiciones idóneas para el emplazamiento del nuevo negocio.

Mapa 12 Intersección "Zonas totalmente óptimas" entre mapas del CASO 1 y CASO 2

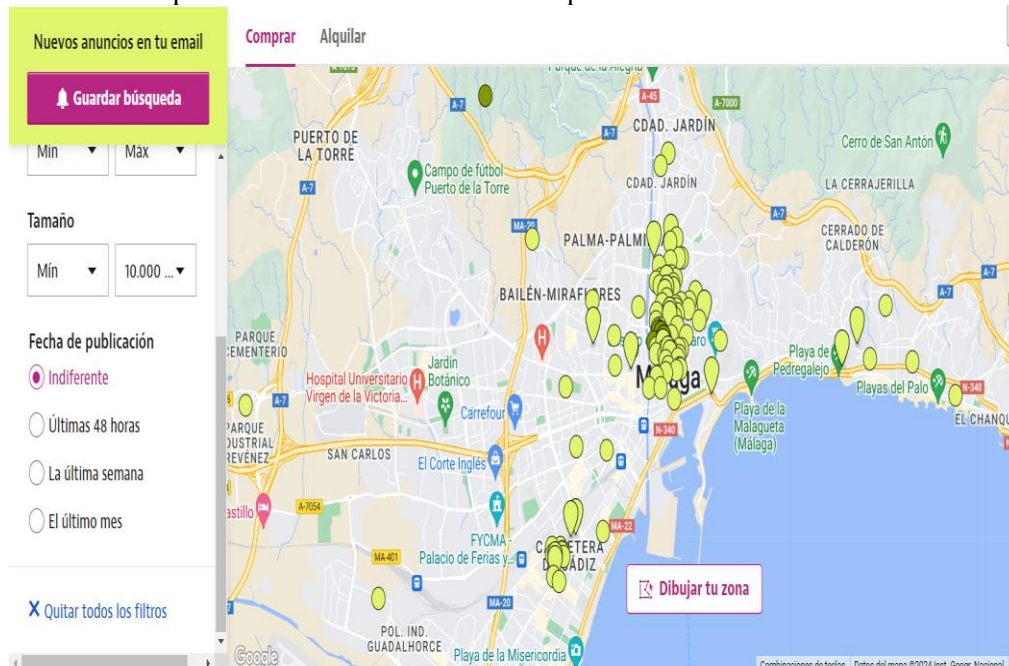


Fuente: Elaboración propia

4.13. Determinación de la ubicación exacta

A partir de las 63 zonas, consideradas como las más óptimas, se realizó una búsqueda de instalaciones (a través del portal inmobiliario Idealista) que puedan adecuarse a las necesidades de espacio que demanda una residencia para adultos mayores (véase Gráfico 23). Escobar (2019) menciona a través del portal web “PlataDoce” que, según Cinta Pascual, gerente de L’Onada Serveis del grupo especializado en la atención a personas mayores en residencias y centros de día en Cataluña, Valencia y en Madrid, se necesita un mínimo de 30 metros cuadrados por persona ingresada. Así mismo, menciona que, según David Molina, presidente de la patronal de turismo sanitario Spaincares y gerente de Policlínica Nuestra Señora del Rosario, situada en Baleares, el número de plazas óptimo para la rentabilidad de una residencia oscila entre 115 y 120 plazas. Por lo tanto, relacionando los datos del espacio mínimo por persona ingresada (30 m^2) y el mínimo de plazas (115), se determinó que la superficie mínima del inmueble debe ser de un área de 3.450 m^2 .

Gráfico 23 Búsqueda de edificaciones adecuadas para la localización de la residencia



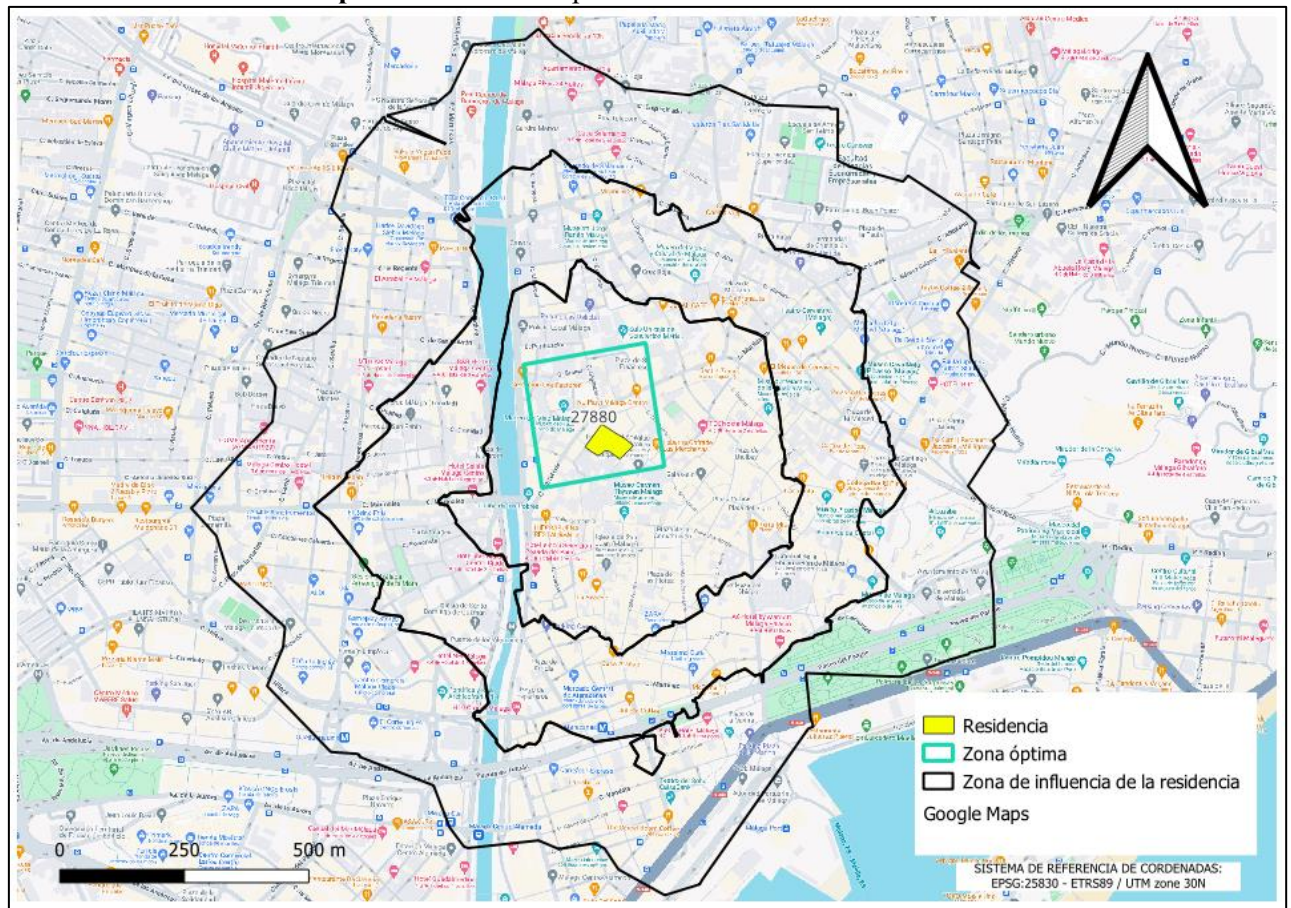
Al realizar la búsqueda, se encontró una instalación disponible que cumplía con el mínimo de área requerida (3.450 m^2) y que encajaba con una de las cuadrículas que figuran como zonas totalmente óptimas para albergar la residencia. Concretamente, el inmueble presenta una superficie 3.725 m^2 (véase Gráfico 24).

Gráfico 24 Edificación adecuada dentro de una "Zona totalmente óptima"



Finalmente, la zona de la cuadrícula con código 27880 es aquella que albergará nuestra residencia, específicamente en la calle Andrés Pérez del Centro Histórico de Málaga Capital (véase Mapa 13).

Mapa 13 Localización puntual de la residencia



Fuente: Elaboración propia

Pero, ¿Es segura la calle Andrés Pérez del centro histórico de Málaga para albergar una Residencia de adultos mayores? Si bien es cierto, en la mayoría de centros históricos del mundo, existen zonas que son más seguras que otras. Según Ventura (2019), la inseguridad en ciertas zonas de los cascos antiguos es el reflejo del deterioro y abandono. Así, los factores en común que presentan estas zonas inseguras son una mala imagen y problemas de salubridad.

Según Herrera (2015) en su artículo “Un Paseo por Andrés Pérez”, hasta el año 2011, la calle Andrés Pérez del centro histórico de Málaga, presentaba problemas de inseguridad, insalubridad e imagen. A partir ese año, las cosas empezaron a cambiar con la creación de una asociación de vecinos. A través de esta, se coordinaron acciones con el

ayuntamiento de Málaga para la limpieza y mejoramiento del alumbrado público; y con la policía local para el incremento de patrullaje de la zona. Inmediatamente, estas acciones dieron como resultado un mayor tránsito de peatones por la vía y un incremento en la apertura de nuevos comercios, esto debido a que se redujo notablemente la percepción de inseguridad.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

De forma general, en el presente TFM se ha podido evidenciar que la utilización de los SIG, específicamente dentro del Geomarketing, puede representar un gran potencial en el campo empresarial. Particularmente, debido a que contribuyen a los procesos de planificación en cuanto a la toma de decisiones acertadas al momento de ubicar una zona ideal para la apertura de nuevos mercados. Además, el nivel de detalle que pueden arrojar los estudios de Geomarketing por medio de los SIG, representa, sin duda alguna, una serie de ventajas competitivas para las empresas. No obstante, estas ventajas que se podrían llegar a obtener sobre la competencia, serán el resultado de la calidad del análisis. El análisis se verá influenciado de mejor o peor manera en función de la información que se utilice.

Hoy en día, en algunos países como España, hay mayor facilidad en cuanto al acceso de información con la que se podría poner en marcha un análisis de localización óptima. Sin embargo, de primera mano, se pudo evidenciar 2 principales inconvenientes en cuanto a la información disponible. El primero inconveniente recae sobre la dificultad de encontrar información actualizada. Algunos datos pueden tener muchos años de antigüedad. Mientras que el segundo inconveniente recae sobre la dificultad de encontrar información de un mismo año. Pero, más allá de los inconvenientes mencionado, lo que puede condicionar aún más el análisis, es el hecho de determinar cuál debe ser la información analizada en función del tipo de negocio.

Por otro lado, de manera más específica se ha podido evidenciar que la localización óptima de la residencia para adultos mayores ha sido posible gracias al uso de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta de gestión de la información. A través de los SIG se pudo digitalizar los datos geográficos, lo que permitió representar los resultados de forma visual para la toma de decisiones, como las siguientes:

- El resultado del análisis de la oferta de plazas en residencias, a nivel nacional (por provincias), permitió seleccionar a la ciudad capital de la provincia de Málaga como la zona de estudio. Esto debido a que el número de plazas que presentaba (2,5 plazas por cada 100 personas mayores de 64 años) se encontraba por debajo del valor recomendado por la OMS (5 plazas por cada 100 personas mayores de 64 años).

- El resultado del análisis de la densidad de Kernel permitió visualizar, en función de la geodemanda y geocompetencia, las zonas potencialmente óptimas para albergar una residencia para adultos mayores. Además, en base a estas zonas potenciales, se pudo reducir el número de cuadrículas de la malla estadística a ser analizadas a través del modelo (AHP). Pasando de 1.468 cuadrículas a 548 cuadrículas.
- Finalmente, tras la EMC por el modelo (AHP) se determinó que, de las 548 cuadrículas de la malla estadística (250X250), de Málaga Capital, analizadas, tan solo 63 cuentan con las condiciones totalmente óptimas para albergar la residencia para adultos mayores. Sin embargo, solo una de las 63 zonas presentó una instalación que tiene el espacio suficiente y que puede ser reformada de acuerdo a las necesidades de una residencia. Puntualmente, la instalación se encuentra en la calle Andrés Pérez, dentro de la cuadrícula de código 27880.

Hoy en día, el auge de la inteligencia artificial es una realidad. Sería interesante que en futuras investigaciones se compare la metodología planteada en el presente TFM con una metodología que trabaje con inteligencia artificial. De manera que, se pueda determinar si existe gran similitud o diferencia en cuanto a los resultados finales de localización.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, S. (2011). El crédito comercial en la industria agroalimentaria española. *"Revista Mediterránea de Economía, Agricultura y Medio Ambiente"*, 51-57.
- Alcaide, J., Calero, R., Hernández, R., & Sánchez, R. (2012). *Geomarketing : marketing territorial para vender y fidelizar más*. Madrid: ESIC.
- Ali, E. (2020). *Geographic Information System (GIS): Definition, Development, Applications & Components*. India: Department of Geography, Ananda Chandra College.
- Alvarez, M., Martinez, E., & María Romero, A. A. (2010). Apoyo a la selección de emplazamientos óptimos de edificios. Localización de un edificio universitario mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). *Informes de la Construcción*, 35-45.
- Aronoff, S. (1989). *Geographic information systems: A management perspective*. Ottawa, Canadá: WDL Publications .
- Ayuntamiento de Málaga. (06 de octubre de 2022). *Avances de datos demográficos: Personas de 65 y más años de Málaga Capital*. Obtenido de <https://observatoriosocial.malaga.eu/export/sites/omis/.galleries/Informes/Informe-Mayores-2021-definitivo-.pdf>
- Barredo, J. (1996). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio*. Madrid: RAMA-EDITORIAL.
- Berry, J. K. (2007). *Map Analysis*. San Francisco : CA: GeoTecMedia.
- Betancourt, J. (2002). *Gestión estratégica: Navegando hacia el cuarto paradigma* . Porlamar: RG Red .
- Bonfin, É. (2022). *GEOMARKETING APLICADO A SOLUCIONES DE NEGOCIO. CASO DE ESTUDIO: APERTURA DEL RESTAURANTE COCINA TRANSVERSAL EN JAÉN*. Jaén.
- Bosque, J., Palm, F., & Gomez, M. (2014). *LOCALIZA: una herramienta SIG para resolver problemas de localización óptima*. Girona: Universitat de Girona.

- Bosque, J., Rojo, F., Moreno, A., Vidal, M., & Rodriguez, V. (1998). *Aplicaciones de la informática a la Geografía y Ciencias Sociales*. Madrid: Síntesis.
- Burrough, P. (1986). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford : Land Resources Assessment.
- Celemín, J. (2014). EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO EN EL MARCO DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO: UN ANÁLISIS COMPARTATIVO . *Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG)*, 47-63.
- Chasco, C. (2003). El geomarketing y la distribución comercial. Investigación y Marketing. *Investigación y Marketing*, p. 6-13.
- Church, R. L. (2002). Geographical information systems and location science. *Computers & Operations Research*, 29, 541-562.
- Church, R., & Murray, A. (2008). *Business Site Selection, Location Analysis and GIS*. Estados Unidos: John Wiley & Sons Inc; Edición ilustrada.
- Colson, G., & DeBruyn, C. (1989). Models and Methods in Multiple Objectives Decision Making. (ELSEVIER, Ed.) *Mathematical and Computer Modelling*, 1201-1211.
- Davis, P. (2006). Spatial competition in retail markets: movie theaters. *The RAND Journal of Economics*, 964-982.
- Escobar, A. (20 de Mayo de 2019). *PlantaDoce*. Obtenido de PlantaDoce: <https://www.plantadoce.com/entorno/cuanto-cuesta-poner-en-marcha-un-geriatrico-en-espana-siete-millones-de-euros-para-un-minimo-de-120-plazas#:~:text=Expertos%20del%20sector%20coinciden%20en,metros%20cuadros%20por%20persona%20ingresada>.
- Fontalvo, W., & Tejeida, T. (2013). *Implementación del Geomarketing en México como estrategia para desarrollo de negocios*. Barranquilla: Dictamen Libre.
- Fuente, S. d. (2018). *Análisis de Componentes Principales*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

- Ghosh, A., & McLafferty, S. (1982). Locating stores in uncertain environments : a scenario planning approach. *Journal of retailing*, 5-22.
- Ghosh, A., & McLafferty, S. (1987). *Location Strategies for Retail and Service Firms*. Lexington: Lexington Books.
- Gómez, D., & Gómez, A. (2013). *Ordenación territorial*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Härdle, W. (1991). *Smoothing Techniques: With Implementation in S*. Nueva York: NY: Springer Verlag.
- Hernandez, I. (2009). *Liberación Comercial y Localización Industrial en México*. México.
- Hernandez, T. (2007). Mejora del apoyo a las decisiones sobre la ubicación del comercio minorista: el desarrollo y la aplicación de la geovisualización. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 14(4), 249-258.
- hernandez, T., & Bennison, D. (2000). El arte y la ciencia de las decisiones sobre la ubicación del comercio minorista. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 357-367.
- Herrera, G. (2016). *ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE LA RESILIENCIA EN ZONAS DE DESASTRE: FACTORES CRÍTICOS DE ADAPTABILIDAD EN BAÑOS DE AGUA SANTA – ECUADOR*. Baños-Ecuador.
- Hervás, J., Barredo, J., & Lomoschitz, A. (2002). Elaboración de mapas de susceptibilidad de deslizamientos mediante SIG, teledetección y métodos de evaluación multicriterio: aplicación a la depresión de Tirajana (Gran Canaria). *Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas SIG. Fundamentos y aplicaciones en España.*, 169-180.
- Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Nueva York: Springer Verlag.
- Instituto Nacional de Estadística. (enero de 2023). *Indicadores demográficos básicos*.
Obtenido de
https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926380048&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios/PYSLayout

- Jankowski, P. (1995). Integración de sistemas de información geográfica y métodos de toma de decisiones con criterios múltiples. *International Journal of Geographical Information Systems* , 251-273.
- Janssen, R., & Rietveld, P. (1990). "Multicriteria Analysis and Geographical Information Systems: An Application to Agricultural Land Use in the Netherlands," *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*. Kluwer Academic Publishers, 129-139.
- José Barredo, M. G. (1996). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio: en la ordenación del territorio*. Madrid: RA-MA.
- José, S. (2010). *LOS DIFERENTES MODELOS DE LOCALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS*. España: Universidad de Alicante.
- Latour, P., & Floc'h, J. (2001). *Géomárketing: principes, méthodes et applications*. París: Éditions d'Organisation.
- Maguirre, D. (1991). *Descripción general y definición de SIG En: Maguire, DJ, Goodchild, MF y Rhind, DW, Eds., Sistemas de información geográfica: principios y aplicaciones*. Nueva York: Longman.
- Marta Salinas, H. R. (2011). *Toma de decisiones* . DevalSimWeb.
- Mercado, H., & Palmerín, M. (2007). *La internacionalización de las pequeñas y medianas empresas*. México: Servicios Académicos Intercontinentales S.L.
- Moreno, A. (1991). Modelización cartográfica de densidades mediante. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 155-170.
- NCGIA. (1990). *National Center for Geographic Information and Analysis*. Universidad de California, Sta. Barbara: M. Goodchild y K. Kemp. (eds), vol. 1.
- Porter, M. (2008). *Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia*. Harvard Business Review.
- Quirola, S. (2022). *DIMENSIONES DEL DESARROLLO HUMANO: LOS CASOS DE ESPAÑA Y COLOMBIA*. Universidad de Jaén, Jaén.

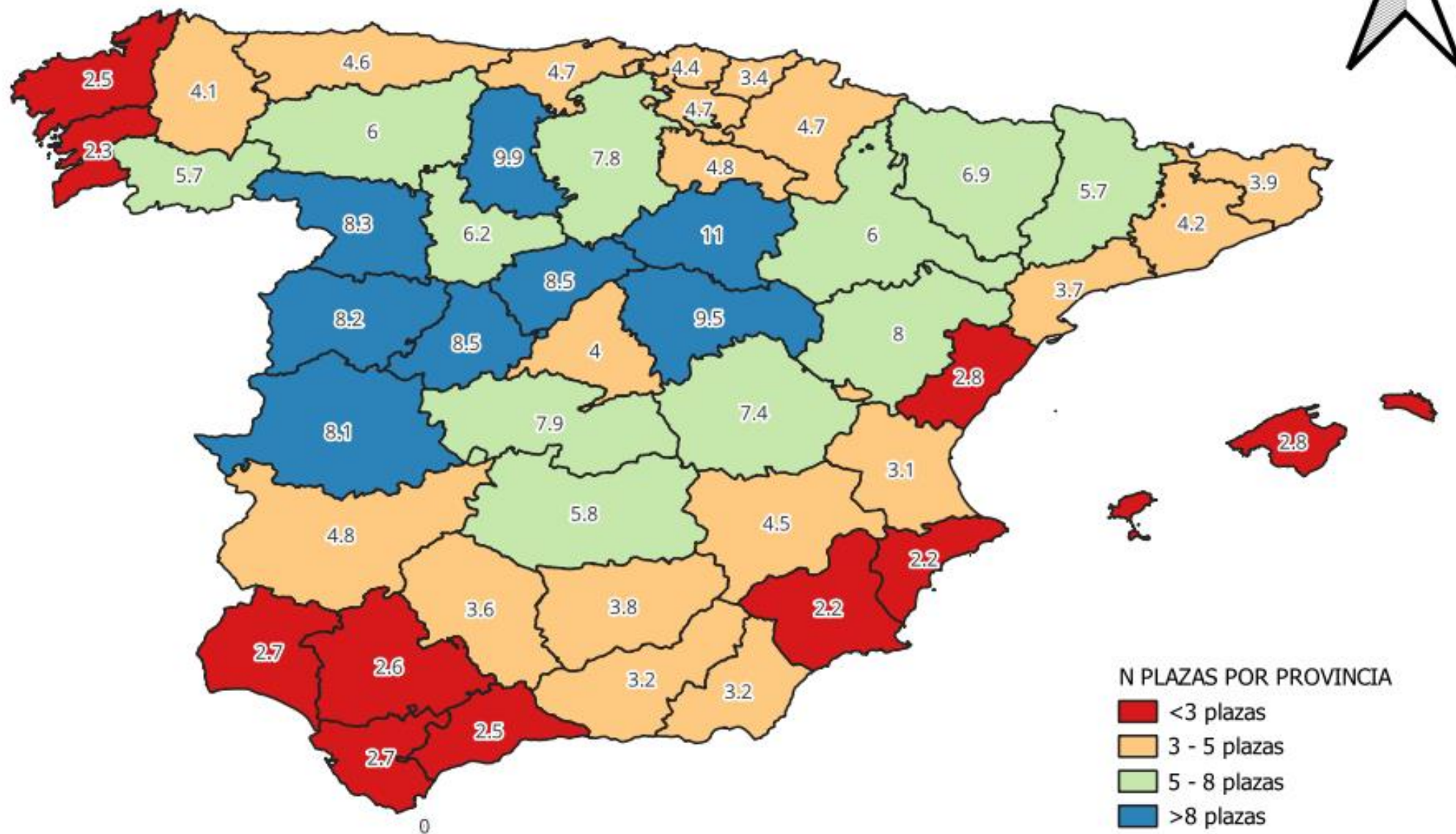
- Ramirez, A. (2007). *EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO CON BASE EN FUNCIONES DE PRODUCCION PARA PLANEAR LA SIEMBRA DE MAIZ DE TEMPORAL*. México.
- Residencia Barcelona. (6 de marzo de 2023). *LA UBICACIÓN ES UN ASPECTO DETERMINANTE A LA HORA DE ESCOGER RESIDENCIA DE PERSONAS MAYORES*. Obtenido de <https://residenciabarcelona.com/la-ubicacion-es-un-aspecto-determinante-a-la-hora-de-escoger-residencia-de-personas-mayores/>
- Rodriguez, A. (2014). *Fundamento de Mercadotecnia*. Málaga: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- Rodriguez, A. (junio, 1993). Proposición de una definición profunda de SIG. *Actas del 2do Congreso de la Asociación Española de Sistemas de Información Cartográfica (AESIG)*, (págs. 127-142). Madrid.
- Rodriguez, J., & Olivella, R. (2009). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*. Catalunya: Universitat Oberta de Catalunya.
- Roig, N. (2013). *Análisis de áreas comerciales mediante técnicas SIG: Aplicación a la distribución comercial y centros tecnológicos*. Valencia-España.
- Romero, C. (1996). *Analisis de las decisiones multicriterio*. Madrid: Isdefe.
- Rosenblatt, M. (1956). Remarks on Some Nonparametric Estimates of a Density Function. *The Annals of Mathematical Statistics*, 832-837.
- Saaty, T. (1987). "THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS-WHAT AND HOW IT IS USED". *Decision Sciences*, 157-177.
- Sánchez, A. (2012). *ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES: VERSIONES DISPERSAS Y ROBUSTAS AL RUIDO IMPULSIVO*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- SAVILLS. (2021). *Mayores: residencias y nuevos modelos*. España: SAVILLS RESEARCH.
- Sleight, P. (2005). Targeting Customers: How to Use Geodemographic and Lifestyle Data in Your Business. *World Advertising Research Center*.

- Suarez, A. (1973). La localización óptima de la unidad económica de producción. *Revista de economía política*, 206.
- Tierno, N., Baviera, A., & Buitrago, J. (2013). Business opportunities analysis using GIS: the retail distribution sector. *Global Business Perspectives* , 226-238.
- Toskano, G. (2005). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. Perú: Universidad Nacional Mayor San Marcos.
- Vinueza, J. (1991). *Planteamientos Teóricos sobre Localización y Organización de la Ciudad*. Madrid.
- Vispo, B. (2020). *El uso del geomarketing como herramienta fundamental para los negocios físicos y virtuales en la era del Big Data: apertura de un supermercado ecológico en Madrid*. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas.
- Vispo, B. (2020). El uso del geomarketing como herramienta fundamental para los negocios físicos y virtuales en la era del Big Data: apertura de un supermercado ecológico en Madrid. *Universidad Pontificia Comillas*, 11-12.
- Voogd, H. (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. London: Pion Ltd.
- Widaningrum, D. L. (2015). A GIS – Based Approach for Catchment Area Analysis of Convenience Store. *Procedia Computer Science*, 72, 511-518.
- Yepes, V. (30 de enero de 2024). *Poli Blogs (Universidad Politécnica de Valencia)*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/>

ANEXOS

ANEXO 1: Plazas en residencias por provincias por cada
100 habitantes mayores de 64 años.

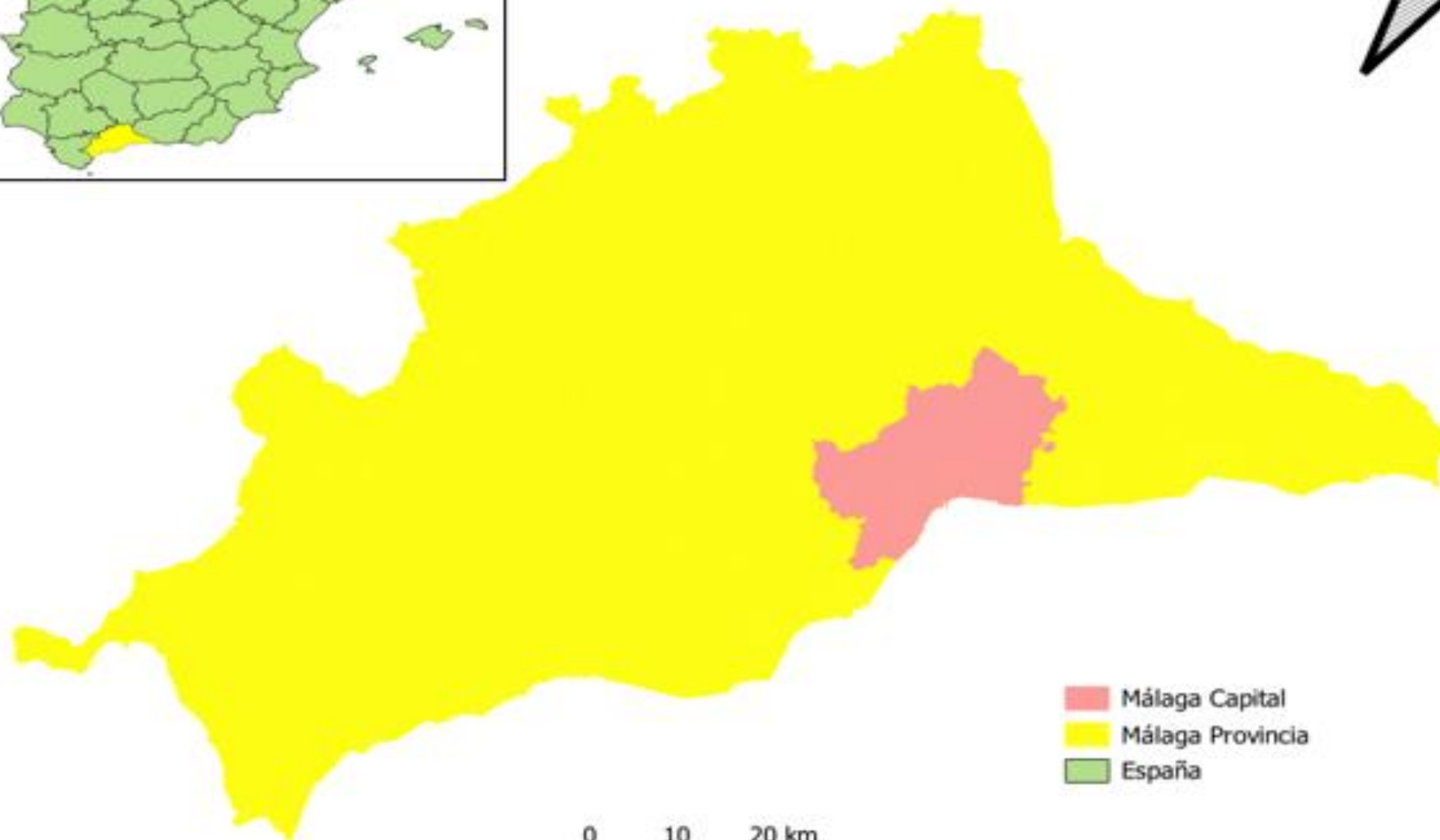
Plazas en residencias por provincias por cada 100 habitantes mayores de 64 años



0 100 200 km

SISTEMA DE REFERENCIA DE CORDENADAS:
EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N

ANEXO 2: Ubicación zona de estudio Málaga Capital.



- Málaga Capital
- Málaga Provincia
- España

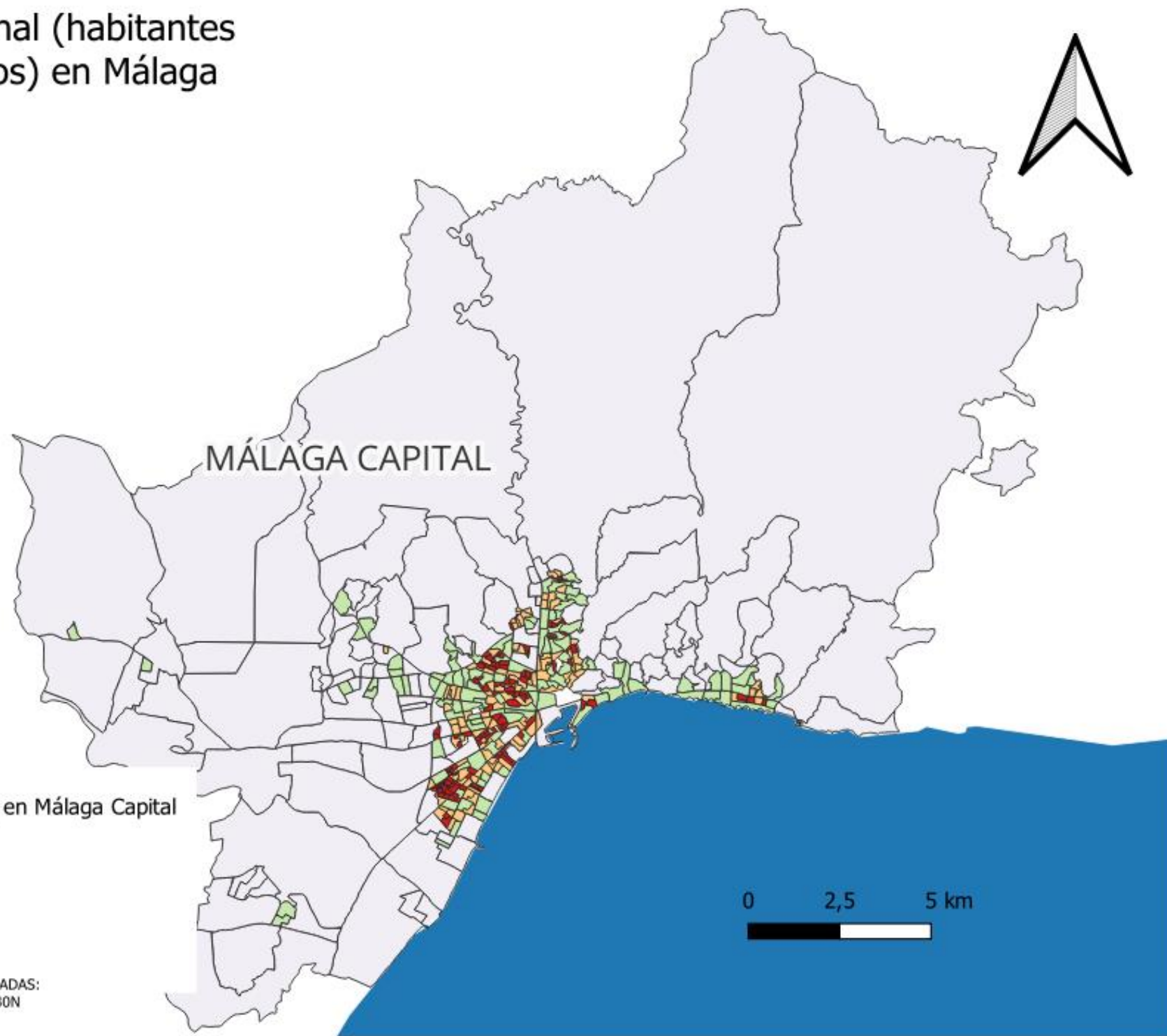
0 10 20 km



SISTEMA DE REFERENCIA DE CORDENADAS:
EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N

ANEXO 3: Densidad poblacional habitantes mayores de 64 años por hectárea en Málaga Capital.

Densidad poblacional (habitantes mayores de 64 años) en Málaga Capital

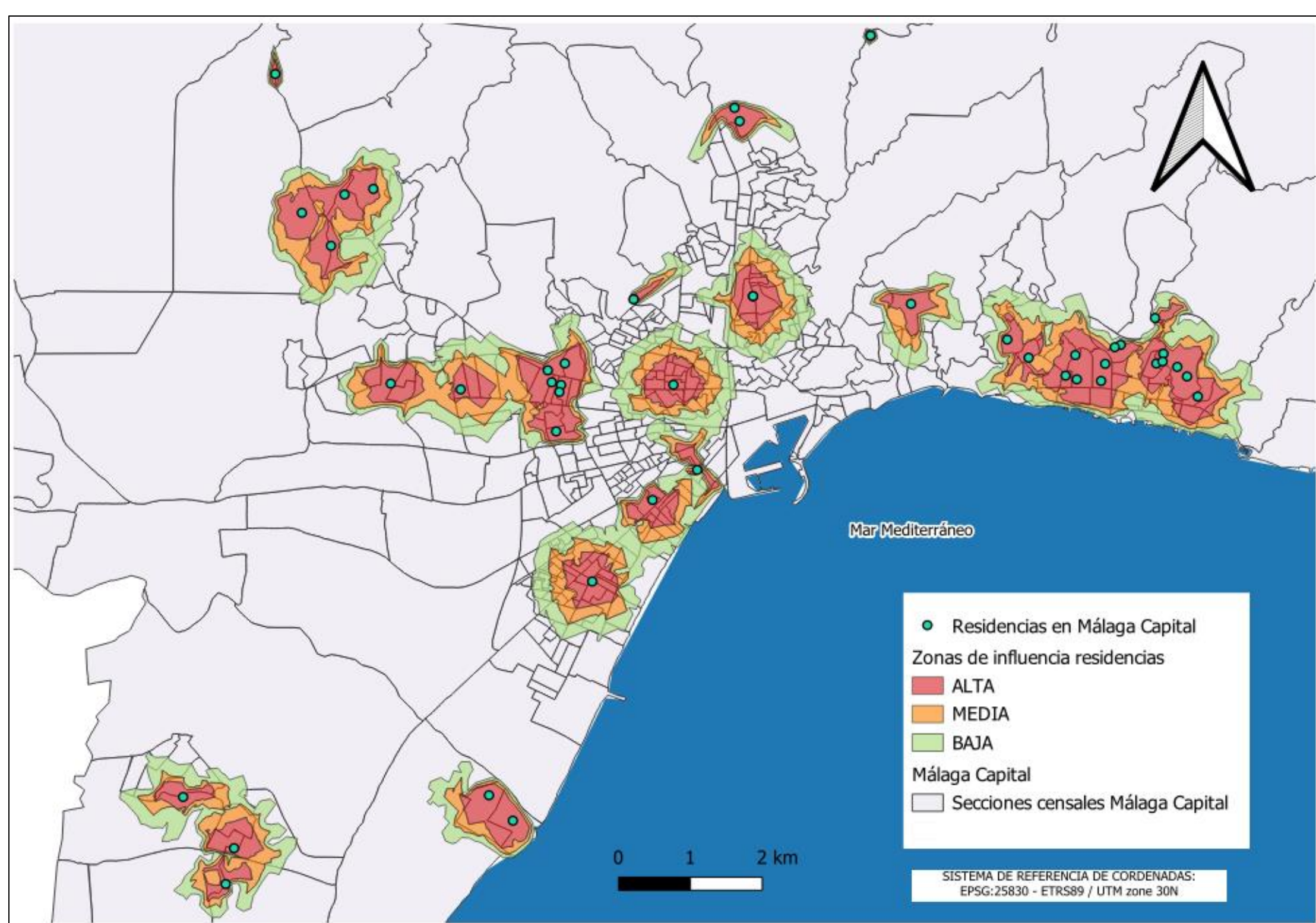


ANEXO 4: Distribución de residencias para adultos mayores en Málaga Capital

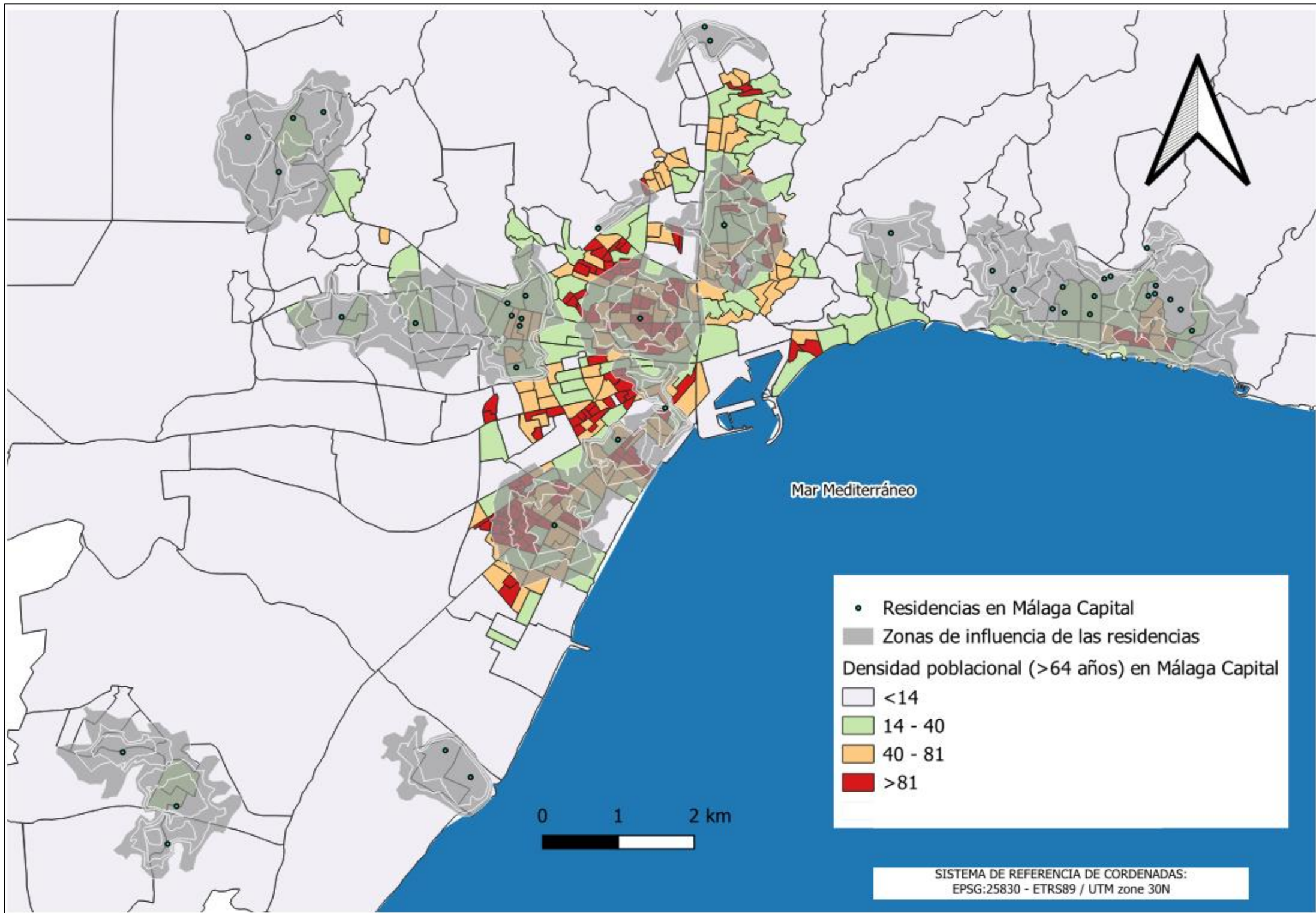
Residencias para adultos mayores en Málaga Capital



ANEXO 5: Zonas de influencia de las residencias para
adultos mayores en Málaga Capital.



ANEXO 6: Intersección entre los mapas de geodemanda y geocompetencia.



ANEXO 7: Zonas potenciales con la estimación de la densidad de Kernel.

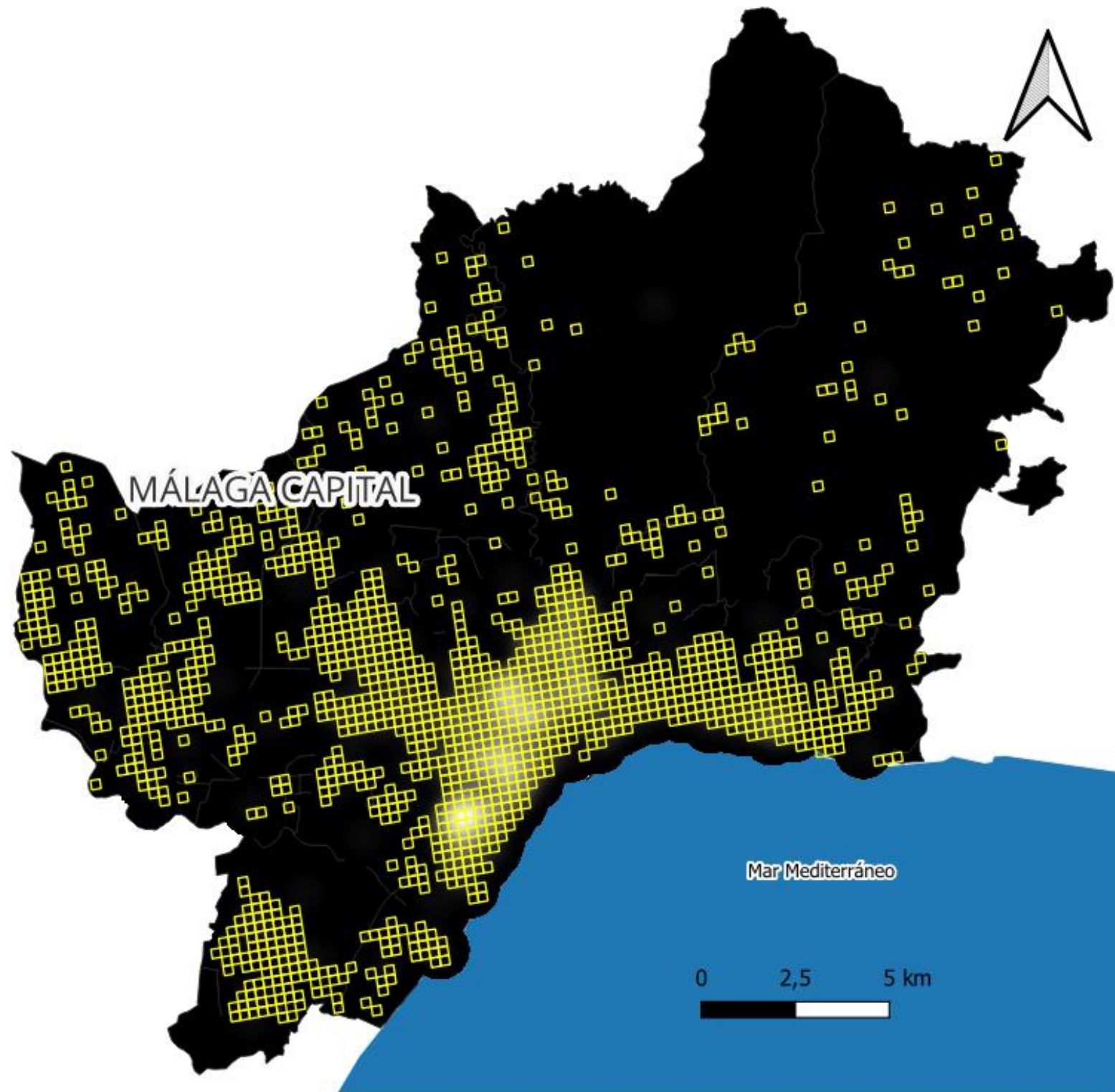


Estimación densidad de Kernel

Localización más óptima
Localización menos óptima

SISTEMA DE REFERENCIA DE CORDENADAS:
EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N

ANEXO 8: Intersección densidad de Kernel y la Malla estadística de Málaga Capital.



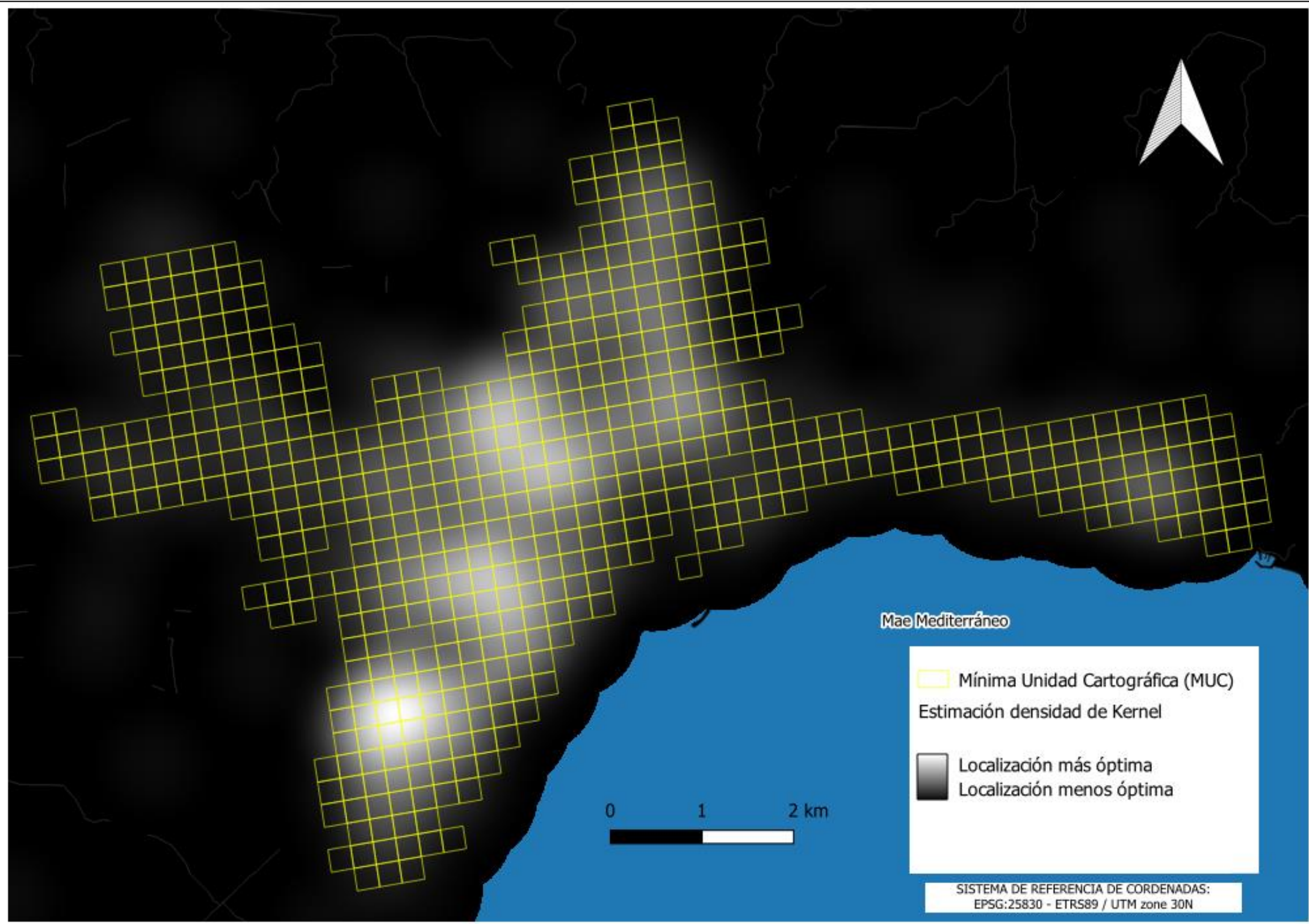
■ Mínima Unidad Cartográfica (MUC)

Estimación densidad de Kernel

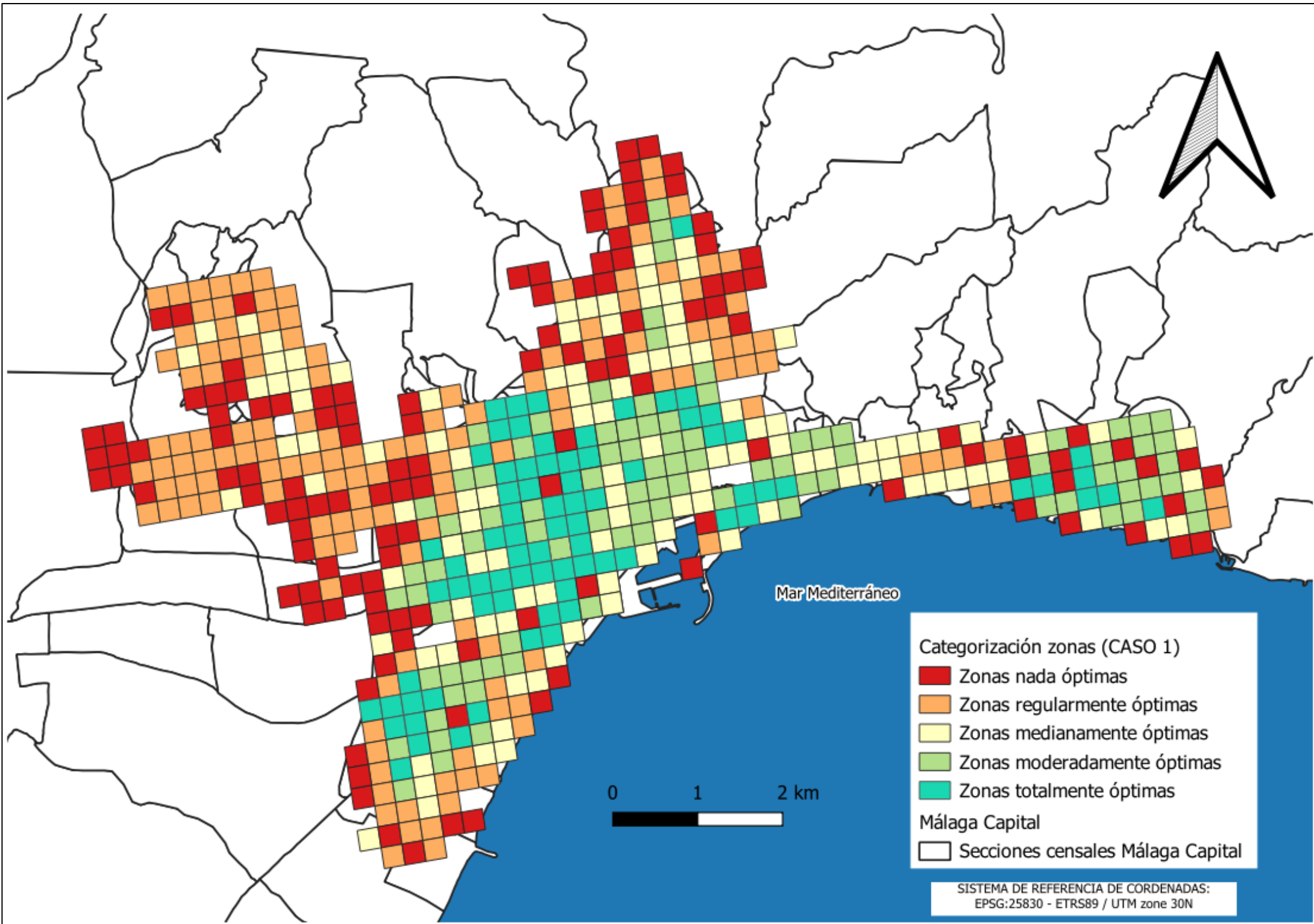
■ Localización más óptima
■ Localización menos óptima

SISTEMA DE REFERENCIA DE CORDENADAS:
EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N

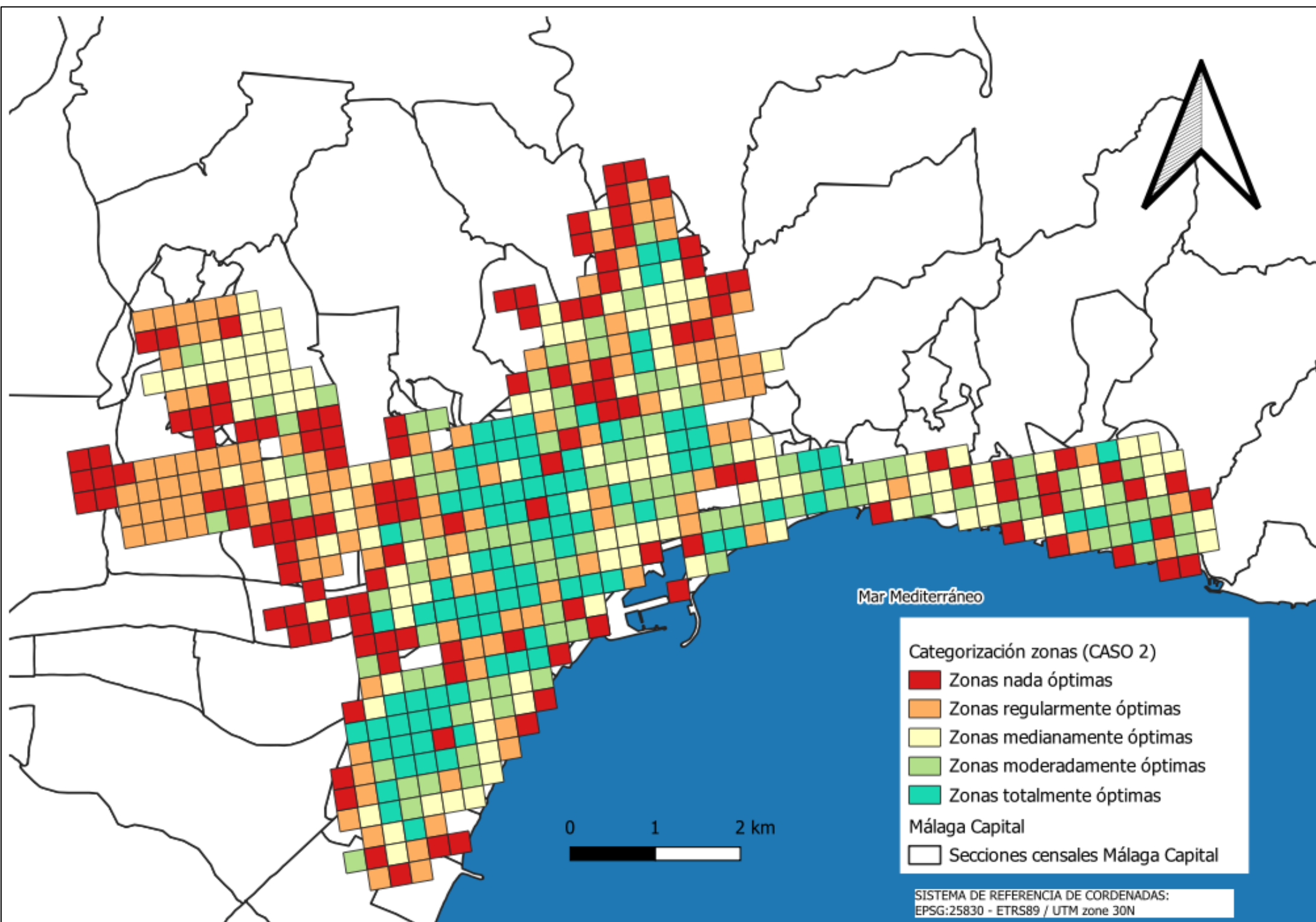
ANEXO 9: Delimitación malla estadística con las zonas
potenciales de Kernel.



ANEXO 10: Categorización zonas según resultados del modelo (AHP) (CASO1).



ANEXO 11: Categorización zonas según resultados del modelo (AHP) (CASO 2).



Mar Mediterráneo

Categorización zonas (CASO 2)

- Zonas nada óptimas
- Zonas regularmente óptimas
- Zonas medianamente óptimas
- Zonas moderadamente óptimas
- Zonas totalmente óptimas

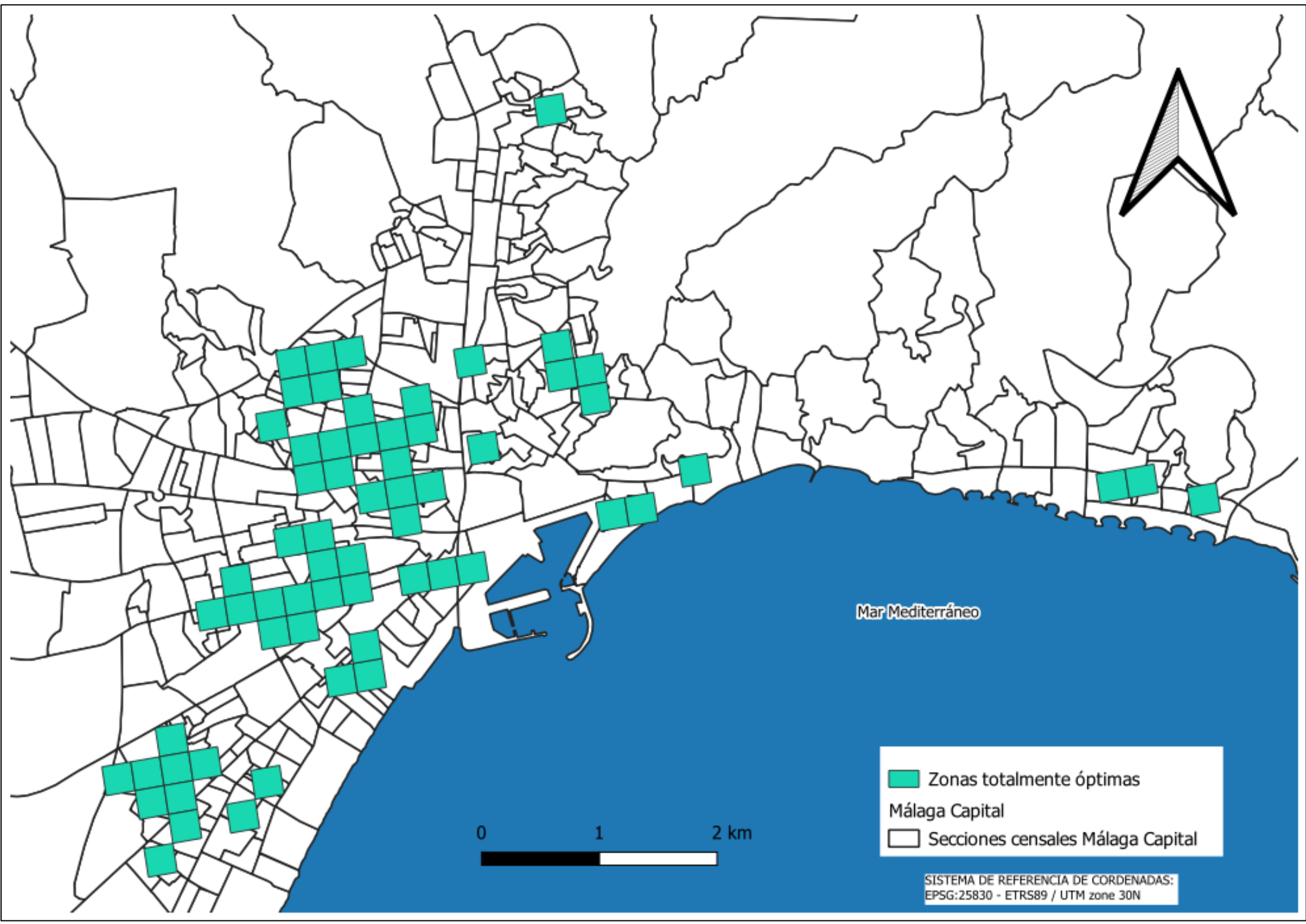
Málaga Capital

Secciones censales Málaga Capital

0 1 2 km

SISTEMA DE REFERENCIA DE CORDENADAS:
EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N

ANEXO 12: Intersección "Zonas totalmente óptimas"
entre mapas del CASO 1 y CASO 2.



ANEXO 13: Localización puntual de la residencia.

