

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

Estudio para la ubicación de un centro comercial en la provincia de Sevilla mediante análisis multicriterio y sistemas de información geográfica

Autor: Pablo López Villa

Tutor: José Lázaro Amaro Mellado

Dpto. Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2024



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

**Estudio para la ubicación de un centro comercial en
la provincia de Sevilla mediante análisis
multicriterio y sistemas de información geográfica**

Autor:

Pablo López Villa

Tutor:

José Lázaro Amaro Mellado

Profesor Asociado

Dpto. de Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2024

Trabajo Fin de Grado: Estudio para la ubicación de un centro comercial en la provincia de Sevilla mediante análisis multicriterio y sistemas de información geográfica

Autor: Pablo López Villa

Tutor: José Lázaro Amaro Mellado

El tribunal nombrado para juzgar el Trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2024

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

A mi familia, por haberme apoyado en los momentos más difíciles de la carrera.

A Cristóbal y Julio, por ser los mejores compañeros de piso.

A Jesús, por convencerme de que aplicara al Erasmus y hacer posible mi experiencia en Noruega.

Debido a la popularidad y la demanda creciente de centros comerciales como destinos para compras, ocio y servicios, el presente estudio se centra en identificar ubicaciones idóneas para un nuevo centro comercial en la provincia de Sevilla. Utilizando herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y el método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), junto con datos proporcionados por la información del DERA (Datos Espaciales de Referencia de Andalucía), se ha llevado a cabo un análisis para evaluar y seleccionar las mejores áreas potenciales para el desarrollo del proyecto. A través de este proceso, se han destacado varias áreas prometedoras.

Abstract

Due to the popularity and growing demand for shopping centers as destinations for shopping, leisure, and services, this study focuses on identifying suitable locations for a new shopping center in the province of Seville. Utilizing Geographic Information Systems (GIS) tools and the Analytic Hierarchy Process (AHP), along with data provided by the DERA (Spatial Reference Data of Andalusia), an analysis has been conducted to evaluate and select the best potential areas for the project. Through this process, several promising areas have been highlighted.

Aclaración

El presente trabajo se trata de un ejercicio metodológico cuyo principal objetivo es ejemplificar el potencial de los sistemas de información geográfica para lograr soluciones ante problemas de ubicación geográfica, trabajando con distintos criterios y procesando gran cantidad de datos.

No trata de alcanzar una solución real. Para ello, se debería de haber considerado una serie de factores que no se han tenido en cuenta debido a las limitaciones tanto temporales como de recursos propias de un Trabajo Fin de Grado.

Agradecimientos	vii
Resumen	ix
Abstract	xi
Aclaración	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xix
Notación	xxi
1 Introducción	1
1.1 <i>Presentación del tema y justificación de su importancia</i>	1
1.2 <i>Objetivos del estudio</i>	1
1.3 <i>Área de estudio</i>	1
1.4 <i>Estructura del trabajo</i>	3
2 Centros comerciales: definición y evolución	5
2.1 <i>Definición de centro comercial</i>	5
2.2 <i>Evolución histórica de los centros comerciales a nivel internacional</i>	6
2.3 <i>Situación actual en España</i>	6
3 Impacto socioeconómico de los centros comerciales	9
3.1 <i>Impacto en la economía local y regional</i>	9
3.2 <i>Impacto social</i>	9
3.3 <i>Efectos en el empleo y desarrollo urbano</i>	10
4 Análisis de la demanda y el mercado	11
4.1 <i>Expansión de centros comerciales en Sevilla</i>	11
4.2 <i>Integración con el entorno urbano y económico</i>	12
5 Ubicación de centros comerciales en diferentes contextos globales	15
6 Protección del medio ambiente	17
6.1 <i>Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla</i>	17
6.2 <i>Parque Nacional de Doñana</i>	18
6.3 <i>Caso de destrucción ambiental</i>	19
7 Criterios para la ubicación de un centro comercial	20
7.1 <i>Criterios seleccionados</i>	20
7.1.1 <i>Densidad poblacional</i>	20
7.1.2 <i>Disponibilidad de carreteras</i>	20
7.1.3 <i>Distancia a servicios de emergencias</i>	20
7.1.4 <i>Distancia de otros centros comerciales</i>	20
7.1.5 <i>Pendientes</i>	20
7.1.6 <i>Zonas protegidas (criterio excluyente)</i>	21
7.1.7 <i>Uso del suelo (criterio excluyente)</i>	21
7.2 <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	21

8	Sistemas de información geográfica.....	25
8.1	<i>Definición.....</i>	25
8.2	<i>Evolución histórica.....</i>	25
8.3	<i>Áreas de aplicación de los SIG.....</i>	26
8.4	<i>Componentes principales de un SIG.....</i>	26
8.5	<i>Tipos de datos.....</i>	27
8.6	<i>QGIS.....</i>	28
9	Desarrollo del estudio	30
9.1	<i>Introducción</i>	30
9.2	<i>Funciones SIG aplicadas</i>	30
9.3	<i>Análisis de los criterios.....</i>	31
9.3.1	Densidad poblacional.....	31
9.3.2	Distancia a carreteras	33
9.3.3	Distancia a servicios de emergencia.....	35
9.3.4	Distancia de otros centros comerciales.....	41
9.3.5	Pendientes	43
9.3.6	Zonas protegidas (criterio excluyente)	44
9.3.7	Uso del suelo (criterio excluyente).....	46
9.4	<i>Resultados.....</i>	48
9.5	<i>Posibles soluciones.....</i>	52
9.5.1	Morón de la Frontera.....	53
9.5.2	Dos Hermanas	54
9.5.3	Sevilla.....	56
10	Conclusión.....	59
	Referencias	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Año de apertura de los principales centros comerciales de Sevilla y su entorno	12
Tabla 2 - Matriz de comparación	22
Tabla 3- Índice aleatorio según número de criterios	24
Tabla 4 - Puntuación para la densidad poblacional	31
Tabla 5 - Puntuación para la distancia a carreteras	34
Tabla 6 - Puntuación para la distancia a servicios de emergencia	35
Tabla 7 - Puntuación para la distancia a otros centros de comercio	41
Tabla 8 - Puntuación para la pendiente	43
Tabla 9 - Puntuación para las zonas protegidas	45
Tabla 10 - Puntuación para el uso del suelo	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Provincia de Sevilla	3
Figura 2 - Vistas de un centro comercial por dentro	5
Figura 3 - Centro comercial Lagoh	7
Figura 4 - Evolución PIB trimestral a precios de mercado en España (expresado en millones de euros)	8
Figura 5 - Mapa con la localización de cada centro comercial	11
Figura 6 - Evolución del número de los principales centros comerciales de Sevilla y su entorno	12
Figura 7 - New South China Mall	13
Figura 8 - Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla	18
Figura 9 - Parque Nacional de Doñana	19
Figura 10 - Pesos de los criterios	23
Figura 11 - Ejemplo de la diferencia entre vectorial y ráster	28
Figura 12 - Pantalla de carga del programa QGIS	29
Figura 13 - Distribución de los núcleos de población de Sevilla	32
Figura 14 - Puntuación para la densidad poblacional	33
Figura 15 - Red de carreteras de Sevilla	34
Figura 16 - Puntuación para la distancia a carreteras	35
Figura 17 - Bomberos	36
Figura 18 - Puntuación para la distancia a bomberos	37
Figura 19 - Hospitales	38
Figura 20 - Puntuación para la distancia a hospitales	39
Figura 21 - Policía Local y Nacional	40
Figura 22 - Puntuación para la distancia a policía	41
Figura 23 - Otros centros de comercio	42
Figura 24 - Puntuación para la distancia a otros centros de comercio	43
Figura 25 - Puntuación para la pendiente	44
Figura 26 - Zonas protegidas	45
Figura 27 - Puntuación para las zonas protegidas	46
Figura 28 - Uso del suelo industrial o comercial	47
Figura 29 - Puntuación final sin zonas protegidas y sin considerar uso del suelo	48
Figura 30 - Puntuación final con zonas protegidas y sin considerar uso del suelo	49
Figura 31 - Puntuación final con zonas protegidas y considerando uso del suelo	50
Figura 32 - Diagrama del proceso del estudio para la identificación de posibles ubicaciones	51
Figura 33 - Puntuación final con puntuaciones entre 5 y 7,2512	52
Figura 34 - Posible ubicación en Morón de la Frontera	53
Figura 35 - Posible ubicación en Morón de la Frontera (imagen satelital)	54
Figura 36 - Posible ubicación en Dos Hermanas	55

Figura 37 - Posible ubicación en Dos Hermanas (imagen satelital)	56
Figura 38 - Posible ubicación en Sevilla	57
Figura 39 - Posible ubicación en Sevilla (imagen satelital)	58

SIG	Sistemas de información geográfica
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
DERA	Datos espaciales de referencia de Andalucía
DP	Densidad poblacional
DC	Distancia a carreteras
DB	Distancia a bomberos
DH	Distancia a hospitales
DPo	Distancia a policía
DCC	Distancia de otros centros comerciales
P	Pendiente
CI	Índice de consistencia
CR	Razón de consistencia
RI	Índice aleatorio

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación del tema y justificación de su importancia

En la actualidad, la planificación y el desarrollo urbanístico requieren de herramientas avanzadas y métodos analíticos que permitan tomar decisiones informadas, especialmente cuando se trata de la ubicación de infraestructuras tan significativas como los centros comerciales. Estas decisiones no solo afectan la viabilidad económica del proyecto, sino también su impacto social, ambiental y su contribución al desarrollo sostenible de las áreas urbanas y rurales.

El tema de este trabajo se centra en la búsqueda de una ubicación favorable para un centro comercial en la provincia de Sevilla. Para ello, se utilizan una serie de criterios, que serán integrados en un sistema de información geográfica (SIG), herramienta clave en el proceso de toma de decisiones. Esta región, rica en cultura y con un dinámico entorno económico, presenta retos y oportunidades únicas para la implementación de proyectos de esta envergadura.

Mediante el análisis detallado de variables demográficas, económicas, geográficas y ambientales, este trabajo busca no solo identificar las ubicaciones más ventajosas, sino también contribuir a la planificación estratégica que promueva el bienestar de la comunidad, la minimización del impacto ambiental y la optimización de la accesibilidad y conectividad.

1.2 Objetivos del estudio

El presente estudio se enfoca en explorar y encontrar una localización idónea para la ubicación de un nuevo centro comercial, en la provincia de Sevilla, mediante un análisis multicriterio y utilizando el poder de los sistemas de información geográfica (SIG). La extensión mínima para su construcción se ha estimado en 20000 metros cuadrados.

Se busca desarrollar un conjunto de criterios basados en la accesibilidad, la viabilidad económica, el impacto ambiental y social, y la sostenibilidad. Estos criterios están diseñados para guiar la selección de ubicaciones para centros comerciales, buscando así la ubicación favorable para dicho negocio.

El estudio también se propone demostrar cómo las tecnologías de SIG pueden ser utilizadas eficazmente para analizar grandes volúmenes de datos geoespaciales y socioeconómicos. Esta aplicación facilitará la identificación de ubicaciones que cumplan con los criterios establecidos, apoyando la propuesta de ubicaciones específicas dentro de la provincia de Sevilla. Estas ubicaciones representarán las mejores oportunidades para el desarrollo de centros comerciales.

El trabajo aspira a ofrecer un marco basado en el análisis riguroso y la tecnología avanzada para tomar decisiones más informadas, sirviendo de guía para futuros proyectos de desarrollo comercial.

1.3 Área de estudio

La provincia de Sevilla (Figura 1), ubicada en la comunidad autónoma de Andalucía, es una región de gran importancia cultural, geográfica y económica en el sur de España. Con una superficie de aproximadamente 14000 km², Sevilla es la provincia más extensa de Andalucía y alberga a una población que asciende a 1959394 de habitantes, a 1 de enero de 2023 (Instituto Nacional de Estadística, 2024). Destaca la capital,

Sevilla, con 684164 habitantes.

Geográficamente, la provincia se caracteriza por la presencia del río Guadalquivir, que atraviesa la región de norte a sur, y por una variada topografía que incluye tanto llanuras fértiles como zonas montañosas en el norte (Andalupedia, 2013). Este variado paisaje afecta las actividades económicas y la planificación urbanística de la región. El clima mediterráneo con influencia continental se traduce en veranos calurosos e inviernos suaves, favoreciendo actividades al aire libre y un estilo de vida que influye en la demanda de servicios comerciales.

Tal y como se puede analizar en (Instituto Nacional de Estadística, 2024), la población se distribuye de manera desigual, con una fuerte concentración en la capital y en municipios como Dos Hermanas (138991 habitantes), Alcalá de Guadaíra (76829 habitantes) y Utrera (51857 habitantes). Esta distribución demográfica es importante para la ubicación de infraestructuras comerciales, ya que las áreas con alta densidad poblacional presentan mayores oportunidades de captación de clientes.

La economía sevillana tiene sectores clave como la agricultura, la industria y los servicios. La provincia es una de las principales productoras de aceite de oliva y cítricos de España. La industria también tiene un papel significativo, especialmente en áreas como la aeronáutica y la automoción. El sector servicios, incluyendo el turismo y el comercio, es imprescindible para la economía local, con Sevilla capital atrayendo a millones de turistas cada año, lo que incrementa la demanda de espacios comerciales y de ocio.

En términos de infraestructura, Sevilla cuenta con una red de transporte bien desarrollada. Las autopistas, autovías y demás carreteras facilitan la conectividad de la provincia. El transporte público incluye autobuses, un tranvía y una línea de metro que mejoran la accesibilidad dentro de la ciudad. El aeropuerto de San Pablo y la estación de tren de Santa Justa son nodos importantes que conectan Sevilla con el resto de España y Europa.

Para la ubicación de un nuevo centro comercial, es importante considerar aspectos como la accesibilidad, la demografía y la economía local. La proximidad a las principales vías de transporte y la facilidad de acceso tanto en vehículo privado como en transporte público son determinantes para atraer visitantes. Por otro lado, evaluar la competencia y la existencia de otros centros comerciales cercanos ayuda a evitar la saturación del mercado. La ubicación debe ser seleccionada de manera que minimice el impacto ambiental, aprovechando áreas urbanizadas y evitando la destrucción de espacios naturales protegidos.

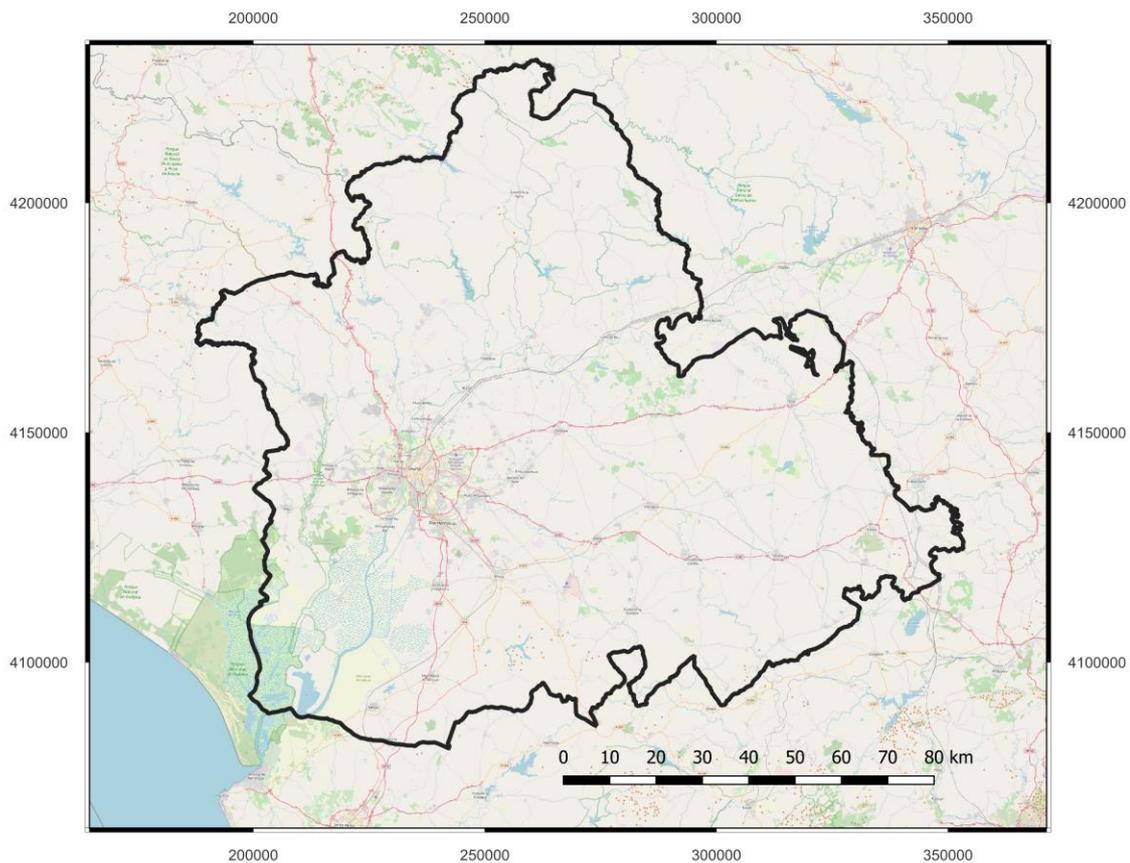


Figura 1 - Provincia de Sevilla

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

1.4 Estructura del trabajo

En este apartado se presenta la organización del trabajo, según los siguientes capítulos.

1. *Introducción*: se expone el tema del estudio y justifica su importancia, destacando la relevancia de utilizar herramientas avanzadas como los SIG para la planificación urbanística.
2. *Centro comercial: definición y evolución*: se explica qué es un centro comercial y su evolución histórica, desde sus orígenes hasta su consolidación como espacios multifuncionales.
3. *Impacto socioeconómico de los centros comerciales*: se analiza cómo la construcción y operación de centros comerciales influyen en la economía local y regional, así como sus efectos sociales.
4. *Análisis de la demanda y el mercado*: se examina la demanda y el mercado para un nuevo centro comercial.
5. *Ubicación de centros comerciales en diferentes contextos globales*: se trata estrategias de ubicación de centros comerciales en diferentes partes del mundo y cómo estas pueden adaptarse a Sevilla.
6. *Protección del medio ambiente*: se detalla la importancia de considerar la protección medioambiental en la construcción de centros comerciales, con ejemplos de zonas protegidas en Sevilla.
7. *Criterios seleccionados para la ubicación*: se expone los criterios utilizados para seleccionar la ubicación del centro comercial.

8. *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*: se describe el papel y la evolución de los SIG, y su aplicación en la planificación y análisis de la ubicación del centro comercial.
9. *Desarrollo del estudio*: se explica el proceso de análisis realizado, incluyendo la creación de *buffers* (o áreas de influencia) y la ponderación de criterios mediante *Analytic Hierarchy Process (AHP)* para determinar la mejor ubicación.
10. *Conclusión*: resumen de los hallazgos del estudio y la importancia de los SIG y AHP en la planificación urbana, destacando la ubicación seleccionada como la más adecuada para el nuevo centro comercial.

2 CENTROS COMERCIALES: DEFINICIÓN Y EVOLUCIÓN

2.1 Definición de centro comercial

Un centro comercial (Figura 2) se conceptualiza como una infraestructura diseñada específicamente para albergar una amplia gama de locales comerciales, orientados principalmente a la venta de bienes y servicios a los consumidores finales. Estos espacios, que han evolucionado significativamente a lo largo del tiempo, no se limitan a la transacción de productos físicos (Howard & Stobart, 2018). Por otro lado, incluyen la oferta de múltiples servicios, subrayando la importancia de satisfacer las necesidades y deseos del cliente como elemento central de la actividad minorista (Hameli, 2018). A lo largo de las décadas, el sector minorista ha experimentado transformaciones profundas, evolucionando desde estructuras de ventas individuales y no integradas hacia complejos comerciales integrados que proporcionan una variedad de departamentos y servicios para sus clientes. Esta evolución ha sido impulsada por la necesidad de adaptarse a patrones de consumo cambiantes, avances en tecnologías de venta al por menor y una competencia creciente dentro del sector.

Más adelante, se explorará la evolución histórica de los centros comerciales, desde sus orígenes hasta su desarrollo y consolidación como espacios principales dentro del paisaje urbano y económico. Se abordará cómo estos espacios, inicialmente concebidos como simples lugares de transacción comercial, se han transformado en complejos multifuncionales que combinan ocio, entretenimiento y servicios, reflejando así las dinámicas sociales y culturales de su tiempo.



Figura 2 - Vistas de un centro comercial por dentro
(ABC, 2023)

2.2 Evolución histórica de los centros comerciales a nivel internacional

La evolución de los centros comerciales a nivel internacional es un fenómeno complejo y multifacético que refleja cambios significativos en los patrones de consumo, la urbanización y la arquitectura a lo largo de las décadas. Desde su concepción inicial hasta el presente, los centros comerciales han sido más que simples espacios de transacciones comerciales, convirtiéndose en lugares centrales para la comunidad y la vida social, adaptándose constantemente a las necesidades y deseos de las poblaciones que sirven.

La idea de reunir múltiples tiendas bajo un mismo techo no es nueva. Sin embargo, fue en el siglo XX cuando este concepto tomó forma concreta con la aparición de los centros comerciales modernos. Uno de los primeros ejemplos de esta idea surgió en Estados Unidos, y fue el diseño de Victor Gruen para el Northland Center en Detroit y el Southdale Center en Edina, Minnesota, este último siendo el primer centro comercial cerrado y climatizado de Estados Unidos. Según (Wells, 2022), Gruen visualizaba estos espacios como una versión idealizada de las calles principales de la ciudad, trasladadas a los suburbios, combinando la conveniencia del acceso en automóvil con una variedad de tiendas y servicios que anteriormente solo se encontraban en los centros urbanos.

A medida que la cultura de los suburbios creció en los Estados Unidos, los centros comerciales se convirtieron en el nuevo "centro de la ciudad" para muchas comunidades suburbanas, ofreciendo no solo compras sino también lugares para el encuentro social y el entretenimiento. Estos espacios estaban diseñados para atraer a los consumidores con una amplia gama de tiendas y también para mantenerlos en el lugar tanto tiempo como fuera posible, incorporando teatros, cafés y otros entretenimientos destinados a crear una experiencia de compra agradable y conveniente.

Más adelante, la proliferación y expansión de los centros comerciales reflejaron y a su vez influyeron en el desarrollo económico y urbano. Con el tiempo, la evolución de estos espacios continuó, adaptándose a los desafíos del comercio electrónico y los cambios en los hábitos de consumo. A pesar de las predicciones sobre su desaparición, los centros comerciales han demostrado ser resilientes, manteniendo un papel importante en la economía minorista. Aproximadamente el 86% de las ventas minoristas todavía ocurren en ubicaciones físicas, evidenciando la continua relevancia de estos espacios para los consumidores (Wells, 2022).

El futuro de los centros comerciales se perfila como una evolución hacia espacios aún más unidos con la vida comunitaria y urbana, posiblemente sirviendo como centros multifuncionales que combinan compras, entretenimiento, servicios y tal vez incluso residencias. La historia del centro comercial, desde su origen hasta su estado actual y perspectivas futuras, refleja una adaptación constante a un paisaje en constante cambio, subrayando su capacidad para reinventarse y seguir siendo relevante en la vida de las personas.

2.3 Situación actual en España

La situación actual de los centros comerciales en España muestra un panorama en constante evolución. En los últimos años, España ha visto la inauguración de varios centros comerciales nuevos y la expansión de los existentes, reflejando así la demanda continua por espacios de compra y ocio. Centros nuevos, como Lagoh (Figura 3) en Sevilla, destacan por su tamaño y por la gran variedad de su oferta comercial y de entretenimiento, incluyendo marcas internacionales, opciones gastronómicas, cines y más.



Figura 3 - Centro comercial Lagoh
(Expansión, 2019)

En los últimos años, la economía española ha enfrentado retos derivados de la pandemia del COVID-19 y las consecuencias de la guerra en Ucrania, lo que ha llevado a una serie de ajustes fiscales y económicos. A pesar de estas dificultades, se espera que la economía muestre una recuperación, con un crecimiento del PIB (Figura 4) en 2024 (BBVA Communications, 2024).

Esta combinación de expansión en el sector de centros comerciales y la economía actual ilustra la capacidad de adaptación de España ante los desafíos actuales. El futuro de los centros comerciales en España parece favorable, ofreciendo una experiencia completa de compra y ocio que responda a las necesidades de una población cada vez más exigente.



Figura 4 - Evolución PIB trimestral a precios de mercado en España (expresado en millones de euros)
(Expansión, 2024)

3 IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS CENTROS COMERCIALES

3.1 Impacto en la economía local y regional

La construcción de un centro comercial tiene múltiples repercusiones en la economía local y regional. Desde el principio, la inversión necesaria para la planificación, construcción y mantenimiento genera un impulso económico inicial, creando una significativa demanda de materiales, mano de obra y servicios especializados. Esto se traduce en un aumento temporal del empleo durante las etapas de construcción y en el desarrollo de sectores relacionados como la ingeniería, arquitectura, transporte y manufactura (Ramírez, 2018).

Una vez que el centro comercial se encuentra operativo, su impacto positivo se hace más visible y duradero. Por un lado, genera ingresos fiscales para las administraciones locales y regionales mediante el pago de impuestos directos e indirectos. A su vez, los comercios establecidos en su interior, que suelen ser empresas de venta al por menor, franquicias y restaurantes, aportan un flujo constante de ingresos por impuestos sobre ventas, propiedad e ingresos, fortaleciendo las arcas públicas. Este aumento en la base impositiva permite a las autoridades mejorar los servicios públicos que benefician a la población local.

El impacto en el turismo también es notable, ya que los centros comerciales suelen convertirse en destinos para visitantes de otras localidades, incrementando el flujo de viajeros y el gasto turístico. Esto se traduce en beneficios para la hostelería, el transporte y el ocio, sectores que encuentran en la presencia del centro comercial una fuente adicional de ingresos (Central Interactiva, 2024).

No obstante, es importante considerar los posibles efectos negativos. La llegada de un gran centro comercial puede afectar a pequeños negocios locales que no cuentan con los mismos recursos para competir, especialmente en términos de precios y variedad de productos. Por otro lado, si la planificación no es cuidadosa, puede generar una dependencia económica excesiva en un único sector o, en casos extremos, producir fenómenos de desplazamiento de la actividad económica hacia la periferia, dejando áreas centrales abandonadas.

3.2 Impacto social

Los centros comerciales han evolucionado para ser más que simples lugares de compra. En las últimas décadas, se han consolidado como puntos de referencia importantes en la sociedad, cumpliendo múltiples funciones sociales. Aparte de proveer un entorno seguro y climatizado para que las personas se reúnan, se convierten en centros de interacción social, entretenimiento y servicios comerciales.

Al agrupar diferentes tipos de comercios y servicios, los centros comerciales promueven la interacción entre personas de distintas edades, culturas y niveles socioeconómicos. Los espacios comunes, como zonas de comidas, áreas recreativas para niños y lugares de descanso, son adecuados para que los visitantes puedan desconectar de la misma manera en la que lo hacen en los distintos parques y plazas de la ciudad.

Muchos centros comerciales organizan regularmente eventos culturales como exposiciones, espectáculos y talleres que sirven como entretenimiento y enriquecen la vida cultural de la comunidad. Las modernas instalaciones de entretenimiento, como cines, parques de atracciones en interiores, áreas de juegos para niños, salones recreativos y restaurantes temáticos, convierten a los centros comerciales en un destino ideal para la diversión. La oferta de ocio genera un entorno agradable, alejando a las personas del estrés diario y brindando un lugar para que las familias y amigos disfruten juntos. Los centros comerciales también sirven como plataformas para que pequeños comercios se den a conocer (Ramírez, 2018).

3.3 Efectos en el empleo y desarrollo urbano

El impacto de los centros comerciales en el empleo es considerable, facilitando una amplia gama de oportunidades laborales tanto directas como indirectas. Las posiciones directas incluyen las relacionadas con la venta al por menor, restaurantes, cines y áreas recreativas. Por otro lado, se generan numerosos empleos indirectos en seguridad, limpieza, mantenimiento, administración y logística. Estos centros comerciales, que funcionan como grandes nodos de comercio, también fomentan la expansión de otras actividades económicas locales, como proveedores, empresas de transporte y servicios.

En muchas ocasiones, la construcción de un centro comercial estimula la economía regional al atraer a una fuerza laboral variada, proporcionando empleo tanto a trabajadores calificados como no calificados. A largo plazo, puede promover la especialización laboral en sectores específicos, como la gestión de *retail* (comercio minorista) o la logística, ofreciendo oportunidades de desarrollo profesional a través de programas de formación y capacitación.

En cuanto al desarrollo urbano, los centros comerciales pueden ser motores para la revitalización de áreas cercanas, en especial en zonas anteriormente subutilizadas o con bajo desarrollo. La inversión necesaria para la construcción de un centro comercial a menudo conlleva mejoras en la infraestructura local, incluyendo la expansión de vías, redes de transporte y servicios públicos como iluminación y abastecimiento de agua. Estas mejoras incrementan el atractivo del área, incentivando a otras empresas a establecerse en la región, lo que genera la diversificación económica y la regeneración urbana (Gutiérrez, 2016).

Los centros comerciales también influyen en el diseño y planificación urbana al definir zonas de actividad económica y social que, en muchos casos, inspiran la construcción de complejos residenciales, hoteles y espacios recreativos. Esto puede contribuir al desarrollo de corredores comerciales que sirvan para conectar barrios previamente aislados, brindando acceso a recursos y servicios que promuevan la calidad de vida de los residentes. No obstante, es importante que la ubicación de un centro comercial sea determinada en función de unos criterios previamente establecidos.

4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y EL MERCADO

4.1 Expansión de centros comerciales en Sevilla

En Sevilla, la apertura del centro comercial Lagoh (2019) marcó un hito significativo, demostrando la fuerte demanda por experiencias de compra innovadoras y espacios de ocio integrados. Este centro destaca por su amplia superficie bruta alquilable de 100000 metros cuadrados, respondiendo a las necesidades de una población metropolitana en constante búsqueda de opciones variadas de consumo y entretenimiento. Este complejo se suma a la diversa oferta existente en la región (Figura 5), alcanzando casi 400000 metros cuadrados de superficie bruta de alquiler en conjunto. La existencia de un público potencial de 1,5 millones de personas en la región subraya la importancia de comprender las dinámicas demográficas y preferencias de los consumidores para optimizar la oferta comercial (Parejo, 2019).



Figura 5 - Mapa con la localización de cada centro comercial
(Diario de Sevilla, 2019)

Según (Marín Latonda, 2023), la recuperación del sector de centros comerciales en España, especialmente tras los desafíos presentados por la pandemia, ha sido notable. La actividad de alquiler en estos espacios ha crecido un 35% por encima de los niveles prepandemia, reflejando una recuperación y expansión del sector. Se anticipa la apertura de más de 30 nuevos centros comerciales entre 2024 y 2025, con una concentración destacada en regiones como Madrid y Andalucía. El crecimiento en el sector de la moda y la restauración lidera estas nuevas aperturas, demostrando la adaptabilidad del mercado español a las tendencias de consumo actuales y la importancia de adoptar una estrategia comercial enfocada en la experiencia del usuario. A continuación, se muestra la evolución del número de centros comerciales (Tabla 1) (Figura 6).

Centro comercial	Localidad	Año de apertura
Los Arcos	Sevilla	1992
Plaza de Armas	Sevilla	1998
Nervión Plaza	Sevilla	1998
Los Alcores	Alcalá de Guadaíra	2003
Airesur	Castilleja de la Cuesta	2004
Metromar	Mairena del Aljarafe	2005
Parque Guadaíra	Alcalá de Guadaíra	2006
Torre de Sevilla	Sevilla	2018
Lagoh	Sevilla	2019

Tabla 1- Año de apertura de los principales centros comerciales de Sevilla y su entorno
Elaboración propia.

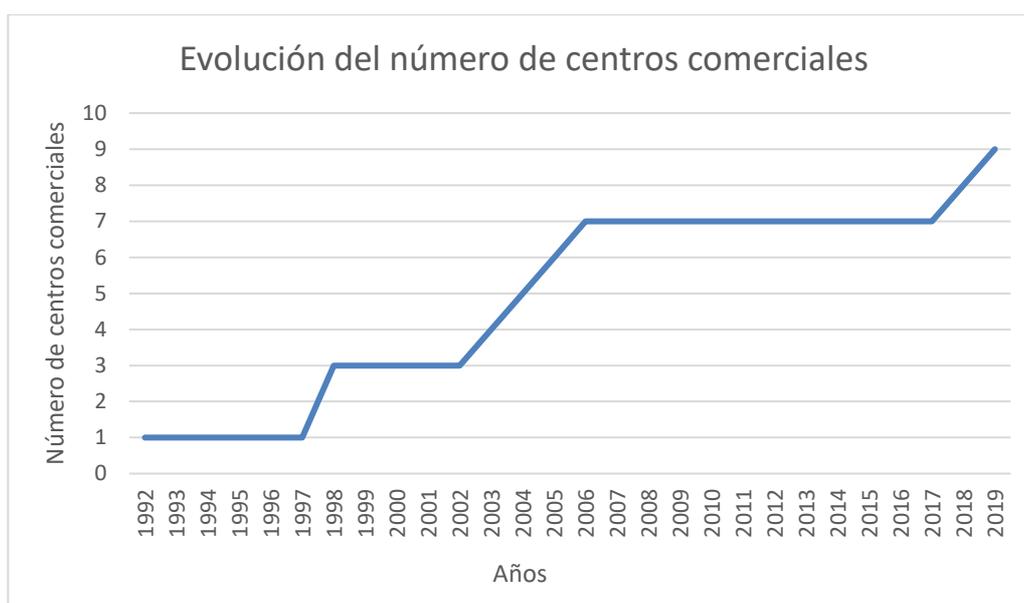


Figura 6 - Evolución del número de los principales centros comerciales de Sevilla y su entorno
Elaboración propia.

4.2 Integración con el entorno urbano y económico

La incorporación de los centros comerciales en el entorno urbano y económico de Sevilla ha demostrado ser

un factor importante en su éxito. La colaboración con comerciantes locales y la inversión en accesibilidad y sostenibilidad ilustran cómo estos centros pueden convertirse en parte importante de la comunidad, fomentando un buen desarrollo urbano. Futuros desarrollos deberían enfocarse en fortalecer estas alianzas, asegurando que los centros comerciales sirvan como espacios de consumo y centros de actividad comunitaria y cultural para aumentar la visita del consumidor. La colaboración con autoridades locales para mejorar la accesibilidad y los servicios en las zonas adyacentes refleja una visión integradora que beneficia al conjunto de la sociedad sevillana.

Para asegurar la incorporación efectiva de los centros comerciales en Sevilla, es importante adoptar una estrategia de planificación participativa que involucre a todas las partes interesadas, incluyendo la comunidad local, desde las fases iniciales del desarrollo. Este punto de vista garantiza que el proyecto responda a las necesidades económicas, sociales y culturales de la región y facilita la aceptación y el apoyo comunitario. Se debe tener en cuenta que el diseño del centro comercial complementa y se adapta con la infraestructura local existente, como sistemas de transporte público y redes de espacios públicos, para potenciar la accesibilidad y la interacción con el centro comercial.

La importancia de una ubicación adecuada se subraya en casos internacionales donde la elección errónea de la ubicación condujo al fracaso comercial. Por ejemplo, el Dixie Square Mall en Harvey, Illinois (Estados Unidos), cerró debido a un rápido declive económico y demográfico en su área.

Un caso particularmente instructivo es el del New South China Mall en Dongguan, China (Figura 7). Inaugurado en 2005, fue promocionado como el centro comercial más grande del mundo por área total. Sin embargo, la ubicación se seleccionó sin considerar adecuadamente la densidad poblacional y el potencial del mercado local.

Tal y como comenta (Piercy, 2024), Dongguan es una ciudad con una población que no poseía el poder adquisitivo suficiente para sustentar tal megaestructura, por lo que resultó ser una mala elección. Por otro lado, la falta de rutas de acceso convenientes y una planificación deficiente en términos de atracción de "tiendas ancla" llevó a que el centro comercial se mantuviera casi completamente desocupado durante años. Este "centro comercial fantasma" se convirtió en un símbolo global de la planificación comercial fallida y resalta la crítica necesidad de alinear la escala de proyectos de esta naturaleza con un entendimiento profundo del entorno económico y social.



Figura 7 - New South China Mall
(CNN, 2013)

Con estas medidas, Sevilla puede aprender de los errores de otros y adoptar estrategias que promuevan una buena adaptación urbana y económica. Esto incluye mantener una flexibilidad en el diseño y la operación, y

asegurar una alineación con la infraestructura y la variedad urbana existente. Al hacerlo, los centros comerciales evitarán los fallos vistos en otros lugares y se establecerán como importantes espacios para la vida urbana en Sevilla.

5 UBICACIÓN DE CENTROS COMERCIALES EN DIFERENTES CONTEXTOS GLOBALES

Las estrategias de ubicación en distintas regiones del mundo muestran una relación entre los centros comerciales y su entorno urbano, lo que influye en cómo interactúan los consumidores con estos espacios. Por ejemplo, en áreas suburbanas extensas de algunos países, se prefieren ubicaciones accesibles en automóvil, lo que destaca la necesidad de amplios estacionamientos y accesos directos desde autopistas o vías rápidas principales. Estos centros comerciales a menudo se convierten en destinos por sí mismos, ofreciendo una variedad de servicios y entretenimiento que atraen a visitantes de regiones circundantes.

Para un centro comercial planificado en las afueras de Sevilla, garantizar una conexión de transporte eficiente es de extrema necesidad. Esto podría implicar mejorar las infraestructuras existentes o desarrollar nuevas rutas de acceso que faciliten un flujo constante de visitantes tanto en vehículos privados como en transporte público. La accesibilidad puede compensar la percepción de distancia y hacer que el centro comercial sea atractivo para una base de consumidores más amplia.

En las metrópolis densamente pobladas de Asia, los centros comerciales suelen estar dentro de complejos de uso mixto que combinan compras, oficinas y residencias (Irvine, 2019), y están estratégicamente ubicados cerca de estaciones de transporte masivo. Esta combinación fomenta una alta densidad de visitantes y un uso prolongado de las instalaciones, creando un ambiente animado que beneficia tanto a los comerciantes como a los consumidores. Estos centros ofrecen conveniencia y mejoran la calidad de vida urbana.

Adaptándolo a Sevilla, un centro comercial en las afueras podría diseñarse como parte de un desarrollo más amplio que incluya oficinas y residencias, aumentando así su utilidad y relevancia durante todo el día. Ofrecer una mezcla variada de opciones de entretenimiento, gastronomía y *retail*, junto con instalaciones como gimnasios, cines y espacios para eventos, puede convertirlo en un núcleo de actividad constante.

En Europa, donde muchos centros comerciales están cerca de centros urbanos (Fantoni, Hoefel, & Mazzarolo, 2014) y enfatizan la incorporación arquitectónica y estética con el entorno, se presta mucha atención a cómo estos espacios se adaptan visual y funcionalmente a sus ciudades. Para un centro comercial en Sevilla, respetar y reflejar el carácter arquitectónico local y asegurar que el diseño complemente y enriquezca el área circundante podría ser importante para su aceptación y éxito.

En Estados Unidos, los centros comerciales a menudo se diseñan como grandes complejos situados en las afueras de las ciudades, donde el espacio permite la construcción de extensos complejos con amplios estacionamientos. Este modelo aprovecha la preferencia por el automóvil y la cultura de los suburbios, caracterizada por una población que depende en gran medida del transporte privado para acceder a servicios y entretenimiento (Kiger, 2023).

Al adaptar estas ideas a la ciudad de Sevilla, es importante considerar la menor dependencia del automóvil y la mayor densidad urbana. Aunque la posible ubicación en las afueras puede sugerir inicialmente un modelo similar al estadounidense, la estrategia debe ajustarse para acomodar las diferencias en el comportamiento de transporte y acceso. Mejorar la conectividad mediante transporte público eficiente será determinante para garantizar que el centro comercial sea accesible para una amplia población. Esto podría incluir la mejora de las rutas de autobús existentes, la incorporación de servicios de transporte dedicados o incluso la negociación de mejoras en la infraestructura local con las autoridades municipales.

Por otro lado, mientras que en Estados Unidos se puede priorizar en la atracción de conductores, en Sevilla sería beneficioso diseñar el centro comercial para ser amigable con los peatones y ciclistas, facilitando de esta forma un acceso más sostenible y agradable. Conectar el centro comercial con senderos de ciclismo y caminos peatonales apoya los objetivos de sostenibilidad urbana y promueve una imagen de accesibilidad y compromiso con la vida comunitaria.

Por lo tanto, la implementación de estrategias globales de ubicación y adaptación al contexto local puede

proporcionar a Sevilla un centro comercial exitoso y un espacio que se convierta en un valioso lugar para la comunidad. Al observar y aprender de los casos internacionales y al adaptar estas estrategias para reflejar las necesidades y expectativas locales, el nuevo centro comercial tiene el potencial de superar los desafíos geográficos y convertirse en un destino idílico para compras y entretenimiento.

6 PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La construcción de un nuevo centro comercial en la provincia de Sevilla debe considerar de manera estricta la protección medioambiental. Este punto es necesario para cumplir con las normativas legales, para garantizar la sostenibilidad del proyecto y minimizar su impacto en el paisaje natural. La protección de los recursos naturales y la biodiversidad es imprescindible para mantener el equilibrio ecológico y preservar el patrimonio natural de la región.

Al planificar un proyecto de este calibre, es importante realizar un análisis detallado del impacto ambiental potencial y tomar medidas preventivas para mitigar cualquier efecto adverso. Esto incluye la gestión adecuada de residuos, el uso eficiente de recursos y la selección correcta de la ubicación para la construcción del centro comercial. La integración de espacios verdes y la promoción de la movilidad sostenible son ejemplos de cómo un desarrollo comercial puede contribuir positivamente a la ciudad.

Por lo tanto, el respeto a las áreas protegidas es necesario para la protección de especies en peligro de extinción y el medio ambiente. Ignorar estos aspectos puede llevar a consecuencias ambientales graves y conflictos legales, además de afectar la imagen del proyecto a largo plazo.

Las principales zonas naturales de la provincia de Sevilla son el Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla y el Parque Nacional de Doñana.

6.1 Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla

El Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla (Figura 8) es una de las áreas protegidas más importantes de la región, abarcando aproximadamente 177484 hectáreas. Este parque se sitúa en el tramo central de la Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena, compartiendo terreno con los parques naturales de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche en Huelva y la Sierra de Hornachuelos en Córdoba.

La Sierra Norte se caracteriza por un paisaje variado que incluye dehesas de encina y alcornoque, así como formaciones boscosas de roble y castaño. Este paisaje natural alberga una rica biodiversidad, con fauna que incluye especies emblemáticas como el águila imperial, el buitre negro y el lince ibérico. También, el parque es conocido por el Monumento Natural de las Cascadas del Huéznar y el Cerro del Hierro, una antigua mina ahora protegida por su interés geológico y paisajístico (España Fascinante, 2023).



Figura 8 - Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla
(España Fascinante, 2023)

6.2 Parque Nacional de Doñana

El Parque Nacional de Doñana (Figura 9) es uno de los espacios protegidos más importantes de Andalucía y la mayor reserva ecológica de Europa. Situado en las provincias de Huelva y Sevilla, el parque abarca 54251 hectáreas. Este parque es conocido por su diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres, que albergan una biodiversidad única, destacando especies emblemáticas en peligro de extinción como el águila imperial y el lince ibérico.

Las marismas del parque son un lugar para el paso, cría e invernada de miles de aves europeas y africanas, lo que le confiere un altísimo valor ecológico. En 1980 fue declarado Reserva de la Biosfera y en 1994, Doñana, fue inscrito en la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO. Por otro lado, en 1982, fue incluido en la lista de humedales de importancia internacional bajo la Convención de Ramsar.

El Parque Nacional de Doñana colinda con el Parque Natural de Doñana, formando el Espacio Natural de Doñana desde 2007. Este espacio está también adherido a la Carta Europea de Turismo Sostenible (CETS) y es parte de la Red de Parques Nacionales de España, gestionado por la comunidad autónoma de Andalucía desde 2006 (Junta de Andalucía, 2024).



Figura 9 - Parque Nacional de Doñana
(Junta de Andalucía, 2024)

6.3 Caso de destrucción ambiental

Un caso de desprotección de zonas naturales ha sido el inicio de construcción de un centro comercial en Aguadilla, Puerto Rico que ha generado una gran oposición. Este proyecto se ha visto envuelto en controversias debido a su impacto negativo en el medio ambiente, especialmente en los recursos hídricos subterráneos que abastecen a más de 340000 personas.

La zona kárstica o cársica de Aguadilla es imprescindible para la recarga de acuíferos y la provisión de agua fresca. La construcción del centro comercial en esta área ha destruido formaciones cársicas importantes y alterado el terreno de manera significativa. Los críticos del proyecto argumentan que la alteración del terreno y la destrucción de cuevas han contaminado las fuentes de agua subterránea, afectando al medio ambiente y a la salud pública de las comunidades locales.

La oposición al proyecto ha sido liderada por activistas ambientales, quienes han exigido que detengan el proyecto. Estos activistas han insistido en la necesidad de implementar medidas de remediación para proteger el medio ambiente y asegurar el bienestar de las generaciones futuras (TuNoticiaPR, 2021).

Este caso destaca la importancia de proteger las áreas naturales frente a desarrollos urbanísticos inadecuados. El ejemplo muestra cómo las prácticas insostenibles pueden llevar a la destrucción del medio ambiente, destacando la necesidad de políticas de gestión de recursos más estrictas y efectivas, así como la protección de las zonas protegidas.

7 CRITERIOS PARA LA UBICACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL

7.1 Criterios seleccionados

En este trabajo para proponer la ubicación idónea de un centro comercial en la provincia se han establecido una serie de criterios. Estos se han basado en los propuestos en (Mohamad et al., 2015). No obstante, los *buffers* (o zonas de influencia) se han asignado para adaptarlos a las necesidades de la provincia de Sevilla. Factores tan multifacéticos y complejos como la economía local no se ha tenido en cuenta dada la naturaleza y limitación de un Trabajo Fin de Grado.

7.1.1 Densidad poblacional

La densidad poblacional es un criterio imprescindible en la selección de la ubicación de un centro comercial. Las áreas con alta densidad poblacional ofrecen un mayor número de potenciales clientes, lo que incrementa las probabilidades de éxito del centro comercial. Por otro lado, una alta densidad facilita la creación de una base de clientes constante para lograr la viabilidad económica a largo plazo.

7.1.2 Disponibilidad de carreteras

La accesibilidad es clave para el éxito de cualquier centro comercial, por lo que la disponibilidad de carreteras bien conectadas es un criterio que considerar. Una red de carreteras eficiente facilita el acceso de clientes y proveedores, mejora la logística y reduce los tiempos de desplazamiento. Las ubicaciones cercanas a autopistas o carreteras principales son particularmente ventajosas, ya que atraen a un mayor número de visitantes.

7.1.3 Distancia a servicios de emergencias

La proximidad a servicios de emergencias, como hospitales, estaciones de policía y bomberos, es importante para garantizar la seguridad y el bienestar de los visitantes y empleados del centro comercial.

7.1.4 Distancia de otros centros comerciales

Evaluar la distancia respecto a otros centros comerciales es necesario para evitar la saturación del mercado y la competencia directa. Una buena estrategia puede ser equilibrar la proximidad suficiente a zonas densamente pobladas, pero a la vez, estar lo suficientemente distante para captar un mercado no saturado. Este equilibrio permite maximizar el potencial de captación de clientes y minimizar la competencia intensa.

7.1.5 Pendientes

El análisis de las pendientes del terreno es importante para la construcción y operatividad del centro comercial. Terrenos con pendientes pronunciadas pueden incrementar los costos de construcción y presentar desafíos en

términos de accesibilidad y seguridad. Optar por áreas con pendientes suaves facilita la construcción y reduce los costos asociados al movimiento de tierras.

7.1.6 Zonas protegidas (criterio excluyente)

Es preciso considerar las zonas protegidas para asegurar que el desarrollo del centro comercial no tenga un impacto negativo en el medio ambiente. La preservación de áreas naturales y patrimoniales es un imperativo legal y ético. Elegir una ubicación que respete estas zonas ayuda a evitar conflictos legales y promueve una imagen de responsabilidad ambiental y social.

7.1.7 Uso del suelo (criterio excluyente)

Es necesario considerar el uso del suelo en la selección de la ubicación para el centro comercial. Para este proyecto, solo se considerarán áreas con uso del suelo designado como industrial o comercial. Esto asegura que el desarrollo del centro comercial se ajuste a las normativas locales y minimice los conflictos de uso del suelo. Por otro lado, se facilita la obtención de permisos y se promueve un desarrollo ordenado y compatible con la ciudad.

Estos criterios son necesarios para identificar la ubicación posible para un nuevo centro comercial en la provincia de Sevilla, haciendo probable su éxito comercial.

7.2 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Tal y como se explica en (1000minds, 2024), el *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desarrollado por Thomas L. Saaty en la década de 1970, es una técnica de toma de decisiones multicriterio ampliamente reconocida. Este método descompone un problema complejo en una jerarquía de criterios, subcriterios y alternativas, permitiendo comparaciones sistemáticas y cuantitativas para determinar la mejor opción. El AHP se ha aplicado exitosamente en diversas áreas, desde la planificación urbana hasta la gestión empresarial.

El proceso AHP comienza con la definición del problema y la construcción de una jerarquía que incluye el objetivo principal, los criterios relevantes y las alternativas disponibles. Esta estructura jerárquica facilita la comprensión y el análisis de los diferentes factores que influyen en la decisión.

El siguiente paso en el AHP es la realización de comparaciones pareadas. Esto implica comparar todos los elementos de cada nivel de la jerarquía con respecto al nivel superior, utilizando una escala de importancia relativa que va del 1 al 9, donde 1 indica igual importancia y 9 indica extrema importancia de un elemento sobre otro. Este método cuantitativo permite a los decisores evaluar y ponderar los criterios de manera coherente y sistemática.

Una vez realizadas las comparaciones pareadas, se procede al cálculo de las prioridades. Este cálculo se basa en la normalización de los vectores propios derivados de las matrices de comparación, produciendo un conjunto de pesos que reflejan la importancia relativa de cada criterio en el proceso de decisión. Es necesario verificar la consistencia de estas comparaciones, lo que se logra calculando el índice de consistencia (CI) y la razón de consistencia (CR). Un CR menor o igual a 0.1 indica que las comparaciones son consistentemente razonables y aceptables (Saaty, 1980).

La etapa final del AHP consiste en la agregación de prioridades, donde las prioridades locales de cada criterio se combinan para obtener las prioridades globales de las alternativas. Este proceso permite identificar la opción más adecuada en función de los pesos asignados a cada criterio, proporcionando una base sólida y justificada para la toma de decisiones.

Para la selección de una ubicación para un centro comercial en la provincia de Sevilla, el AHP se aplicará utilizando los criterios explicados anteriormente.

A continuación, se presenta la matriz de comparación pareada (Tabla 2) para los criterios seleccionados en el proceso de ubicación del centro comercial en la provincia de Sevilla.

Se usa una escala de 1 a 9, donde:

- 1 significa que ambos criterios son igualmente importantes.
- 3 significa que un criterio es moderadamente más importante que el otro.
- 5 significa que un criterio es fuertemente más importante que el otro.
- 7 significa que un criterio es muy fuertemente más importante que el otro.
- 9 significa que un criterio es extremadamente más importante que el otro.

Siendo:

- Densidad poblacional (DP): considerada uno de los criterios más importantes debido a su influencia directa en el número de potenciales clientes. Se ha valorado con alta importancia en comparación con otros criterios.
- Disponibilidad de carreteras (DC): es importante para la accesibilidad y logística, por lo que también recibe una alta valoración.
- Distancia a bomberos (DB), hospitales (DH) y policía (DPo): la seguridad y servicios de emergencias son necesarios, pero se ponderan ligeramente menos que la densidad poblacional y la disponibilidad de carreteras. Bomberos y hospitales tienen la misma valoración, mientras que la policía se valora un poco menos.
- Distancia de otros centros comerciales (DCC): evaluar la distancia a otros centros comerciales ayuda a evitar la saturación del mercado y a identificar áreas con menor competencia directa.
- Pendiente (P): la topografía afecta la construcción y accesibilidad, por lo que es relevante pero no tanto como la densidad poblacional y las carreteras.

Para ilustrar el proceso, supongamos que evaluamos tres criterios: Densidad poblacional (DP), Disponibilidad de carreteras (DC) y Distancia a hospitales (DH). Si DP es moderadamente más importante que DC, asignamos un valor de 3. Si DP es fuertemente más importante que DH, asignamos un valor de 5. Una vez comparados todos los criterios, la matriz queda de la siguiente forma.

	DP	DC	DB	DH	DPo	DCC	P
DP	1	3	5	5	5	7	7
DC	1/3	1	3	3	3	5	5
DB	1/5	1/3	1	1	3	5	5
DH	1/5	1/3	1	1	3	5	5
DPo	1/5	1/3	1/3	1/3	1	3	5
DCC	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1	3
P	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1

Tabla 2 - Matriz de comparación

Elaboración propia

Después de construir la matriz, se determinan los pesos de cada criterio:

- Densidad poblacional (DP): 40,41%
- Disponibilidad de carreteras (DC): 21,29%
- Distancia a bomberos (DB): 12,29%
- Distancia a hospitales (DH): 12,29%
- Distancia a policía (DPo): 7,25%
- Distancia de otros centros comerciales (DCC): 3,82%
- Pendientes (P): 2,65%

Estos valores (Figura 10) indican la importancia de cada criterio en el proceso de toma de decisiones para la ubicación del centro comercial. La densidad poblacional es el criterio más importante, seguido por la disponibilidad de carreteras, y los criterios de distancia a servicios de emergencias (bomberos y hospitales) tienen una importancia intermedia. La distancia a otros centros comerciales y las pendientes del terreno son menos relevantes en comparación con los otros criterios.



Figura 10 - Pesos de los criterios

Elaboración propia

Es necesario comprobar que las comparaciones entre los criterios en nuestra matriz AHP sean coherentes. Esta verificación asegura que nuestra matriz no contiene contradicciones significativas. Para ello, calculamos el índice de consistencia (CI) usando la fórmula:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - N}{N - 1}$$

donde λ_{max} es el valor propio máximo de la matriz y N es el número total de criterios. En nuestro caso, $\lambda_{max} = 7,639$ y $N = 7$:

$$CI = \frac{7,639 - 7}{7 - 1} = 0,107$$

Para evaluar la aceptabilidad de la consistencia, calculamos la razón de consistencia (CR) utilizando la fórmula:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

donde RI es el índice aleatorio, que depende del tamaño de la matriz y se obtiene de tablas estándar (Tabla 3). En nuestro caso, para $N = 7$, $RI = 1,32$:

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabla 3- Índice aleatorio según número de criterios
Elaboración propia empleando información de (Saaty, 1980)

Por lo tanto, la razón de consistencia se calcula como:

$$CR = \frac{0,107}{1,32} = 0,081$$

Dado que $CR = 0,081$, y una $CR \leq 0,1$ indica que la matriz es consistentemente aceptable. Esto confirma que nuestras comparaciones son coherentes y que los valores obtenidos son fiables.

Con estos cálculos, se puede concluir que nuestra matriz de comparación es válida.

8 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

8.1 Definición

Como explica (Jonker, 2023), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas tecnológicas integradas que involucran el uso de sistemas de computación para recoger, almacenar, analizar, gestionar y presentar datos que están vinculados a ubicaciones específicas. Básicamente, los SIG combinan capas de información geográfica para dar una mejor comprensión del mundo real. Estos sistemas utilizan datos que incluyen coordenadas geográficas y atributos asociados a esas coordenadas, permitiendo a los usuarios visualizar mapas, gráficos y estadísticas para interpretar datos que pueden ser críticos para la toma de decisiones.

Los SIG se utilizan en una multitud de disciplinas incluyendo, pero no limitándose a, urbanismo, gestión ambiental, logística, policía y servicios de emergencia. Estos sistemas permiten a los urbanistas calcular tiempos de respuesta en situaciones de emergencia, identificar zonas de riesgo de inundación y planificar la ubicación de nuevos servicios e infraestructuras. En el campo ambiental, los SIG son muy útiles para la gestión de recursos naturales y la conservación, permitiendo a los ecologistas monitorizar y gestionar la biodiversidad y los hábitats naturales más efectivamente.

8.2 Evolución histórica

Tal y como expone en su artículo (Jonker, 2023), el concepto de SIG comenzó a tomar forma en los años 1960 con los avances en tecnologías de computación. Roger Tomlinson, conocido como el padre de los SIG, fue pionero en la introducción de métodos para manejar datos geográficos electrónicamente. Durante la década de 1970, la comercialización de los SIG fue impulsada por la disponibilidad de computadoras más avanzadas y económicas, la expansión de la teledetección y la tecnología de satélites. Esto facilitó la adopción de los SIG en diversas áreas, desde gobiernos hasta empresas y academias. La introducción de *software* de SIG, como ArcGIS de Esri, y plataformas abiertas como QGIS (www.qgis.org), ha expandido aún más las capacidades y accesibilidad de estos sistemas, haciéndolos una herramienta indispensable en la actualidad para la gestión de datos geoespaciales.

A lo largo de los años, los SIG han visto significativas innovaciones y mejoras. Estas incluyen el desarrollo de técnicas de teledetección, que utilizan sensores remotos para recopilar datos sobre la tierra desde plataformas como satélites y aviones. Los datos recogidos mediante teledetección son útiles para la cartografía, la gestión de desastres naturales y la planificación urbana y rural. Por otro lado, la incorporación de tecnologías como *Light Detection And Ranging (LiDAR)*, que utiliza pulsos de luz para generar modelos precisos del terreno, ha mejorado la exactitud y la profundidad de los análisis geoespaciales proporcionados por los SIG.

A pesar de ser ampliamente utilizado, los SIG enfrentan desafíos como la necesidad de constantes actualizaciones de datos y la gestión de grandes volúmenes de información geoespacial. El futuro de los SIG parece favorable con el avance continuo en tecnologías de *big data* y la computación en la nube, que prometen mejorar la capacidad de análisis y procesamiento de datos geoespaciales. La incorporación de estas tecnologías podría llevar a una mayor automatización en la recopilación y análisis de datos, y una expansión en las aplicaciones de los SIG en sectores como la salud pública, la seguridad y el comercio.

Estos desarrollos continuarán transformando el campo de los SIG, aumentando su impacto y relevancia en

nuestra comprensión y gestión del espacio geográfico.

8.3 Áreas de aplicación de los SIG

Tal y como se explica en (Imasgal, 2023), los sistemas de información geográfica (SIG) son una herramienta multifuncional utilizada en múltiples campos gracias a su gran capacidad.

En el ámbito de las actividades deportivas, los SIG pueden ser de gran importancia para planificar rutas de senderismo y ciclismo. Esto incluye optimizar recorridos a partir de mapas de carreteras y caminos, lo que permite identificar senderos seguros y puntos de interés. Sin estas herramientas, el proceso sería ineficaz y pesado.

En el sector agrícola y forestal, los SIG ayudan a reconocer cultivos y bosques en grandes áreas sin la necesidad de un estudio de campo directo, lo que ahorra costos y tiempo. Las herramientas de teledetección y drones permiten estimar la biomasa, estudiar incendios y reconocer patrones de cultivo para implementar una agricultura de precisión.

El comercio y el *marketing* también se benefician de los SIG, ya que las empresas pueden estudiar la ubicación de sus clientes para desarrollar estrategias de *marketing* más focalizadas. A su vez, las rutas de distribución se optimizan, lo que reduce el costo y tiempo de entrega.

En la construcción y obra civil, los SIG ayudan a gestionar redes de servicios públicos y a implementar planes de protección ambiental. Esto es importante para la planificación territorial, permitiendo el ordenamiento urbano y la evaluación de riesgos asociados con la edificación.

Según (Sánchez, 2021), en el manejo de recursos naturales, los SIG son valiosos para monitorear áreas naturales como, por ejemplo, bosques y cuencas hidrográficas. Los datos recopilados permiten evaluar el estado de los recursos naturales y diseñar políticas de gestión sostenibles.

Por otro lado, como se cita en (Martínez-Trinidad & Islas-Rodríguez, 2008), los SIG son importantes para la gestión de árboles en áreas urbanas. Facilitan la identificación, ubicación y monitoreo de los beneficios del arbolado, incluyendo la reducción de islas de calor, la mejora de la calidad del aire y el ahorro energético. Las imágenes satelitales y el uso de múltiples capas temáticas hacen que los SIG sean indispensables para la gestión sostenible de la vegetación en ciudades.

Por lo tanto, los SIG son herramientas versátiles que, con sus capacidades de análisis espacial, ayudan a gestionar y optimizar actividades humanas en múltiples campos, desde el deporte hasta la gestión de recursos naturales y las ciencias sociales.

8.4 Componentes principales de un SIG

Los sistemas de información geográfica (SIG) combinan numerosos componentes que trabajan en conjunto para capturar, analizar y presentar datos geográficos.

El *hardware* es la infraestructura física que sostiene el sistema. Involucra ordenadores, dispositivos de almacenamiento, servidores y equipos periféricos para recopilar datos como estaciones totales, receptores GPS y escáneres de imágenes.

El *software* SIG proporciona herramientas para capturar, almacenar, analizar y visualizar datos geoespaciales. Entre las soluciones populares se encuentran ArcGIS y QGIS. También existen herramientas para trabajar con tecnologías como fotogrametría, LiDAR y plataformas de gestión colaborativa en la nube (DALPGIS, 2023).

La base de todo SIG son los datos geográficos, que pueden provenir de diferentes fuentes como imágenes satelitales, fotografías aéreas, censos y estudios de campo. Los datos también pueden ser de tipo vectorial

(puntos, líneas, polígonos) o ráster (imágenes satelitales, modelos digitales del terreno) (GISGeography, 2024).

Los profesionales que manejan un SIG, desde técnicos hasta analistas, son necesarios para su funcionamiento. La formación y conocimiento del personal determina la calidad del análisis y el valor de las decisiones tomadas.

Por último, se encuentran los métodos y procedimientos que se refieren a las técnicas y procesos utilizados para gestionar, analizar y visualizar datos geográficos (Construmática, 2009). Estos podrían incluir la creación de bases de datos geoespaciales, el desarrollo de modelos de análisis y la implementación de normas de calidad para asegurar datos precisos y actualizados.

Todos estos componentes trabajan en conjunto permitiendo a los SIG ofrecer soluciones efectivas.

8.5 Tipos de datos

En los sistemas de información geográfica (SIG), los datos se pueden clasificar en dos tipos principales: vectoriales y ráster (Figura 11). Cada tipo tiene características únicas que influyen en su aplicación en diferentes campos y análisis (GISGeography, 2024).

Los datos vectoriales se caracterizan por su alta precisión geográfica y estética gráfica. Este tipo de datos utiliza un sistema compuesto de puntos, líneas y polígonos para representar la geografía, lo que permite una visualización más clara y detallada. Son especialmente útiles en análisis de redes y operaciones de proximidad debido a su capacidad para manejar la topología, es decir, la relación espacial entre elementos conectados. Sin embargo, manejar datos continuos como elevaciones o temperaturas en formato vectorial puede ser complicado y generalmente requiere simplificaciones significativas. Por otro lado, cualquier edición de características implica actualizar la topología, lo que puede ser un proceso intensivo en recursos computacionales.

Los datos ráster se presentan en un formato de cuadrícula, donde cada celda de la cuadrícula tiene un valor que representa información sobre esa área específica. Este formato es particularmente eficaz para análisis espaciales que cubren grandes áreas geográficas. La estructura de datos ráster facilita la realización de operaciones como el álgebra de mapas, que es útil para manipular y analizar datos espaciales. No obstante, una desventaja de este modelo es que la calidad visual de los datos puede degradarse a medida que el tamaño de la celda aumenta, dando lugar a una apariencia pixelada. Por otra parte, los datos ráster no permiten la creación de redes o la aplicación de reglas topológicas, lo que limita su uso en ciertos tipos de análisis espaciales.

Ambos tipos de datos son indispensables en el campo de los SIG, pero su uso depende en gran medida del objetivo del análisis y de las características específicas del proyecto.

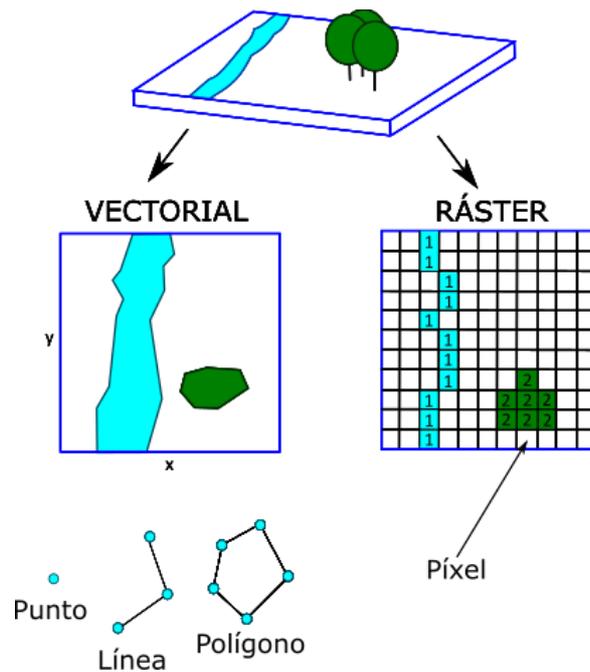


Figura 11 - Ejemplo de la diferencia entre vectorial y ráster
(MyGISNotebook, 2019)

8.6 QGIS

QGIS es una plataforma de SIG de código abierto que soporta una amplia gama de formatos de datos geográficos y ofrece funcionalidades extensibles a través de *plugins* desarrollados por su activa comunidad de usuarios. Por ejemplo, QGIS ha sido utilizado en estudios de hidrología para modelar el comportamiento de cuencas hidrográficas ante cambios en patrones de lluvia y uso del suelo, demostrando su capacidad para manejar análisis complejos importantes para la gestión ambiental y la planificación urbana (Lee et al., 2022).

Como explica (Dempsey, 2023), aparte de sus capacidades técnicas, QGIS promueve un entorno colaborativo donde los usuarios pueden obtener y compartir conocimientos. La extensa documentación, los tutoriales disponibles en su sitio web y la ayuda entre usuarios en foros en línea, aseguran que tanto usuarios novatos como expertos puedan aprender y resolver problemas de manera efectiva. Esta aproximación colaborativa, aparte de mejorar la experiencia del usuario, acelera la innovación y el desarrollo de nuevas herramientas dentro del *software*.

QGIS también resalta por su flexibilidad en la compatibilidad de diferentes tipos de datos y tecnologías. Puede leer y procesar una amplia variedad de formatos de datos vectoriales y rasterizados, y su compatibilidad con otros productos de SIG, como los de Esri, facilita la interoperabilidad entre plataformas. Este nivel de compatibilidad y soporte hace que QGIS sea una opción viable tanto para proyectos individuales como para grandes iniciativas de mapeo a nivel gubernamental o en organizaciones no gubernamentales.

A continuación, se muestra una imagen de la pantalla de carga del *software* QGIS (Figura 12).



Figura 12 - Pantalla de carga del programa QGIS

9 DESARROLLO DEL ESTUDIO

9.1 Introducción

El estudio se ha desarrollado utilizando datos obtenidos del DERA (Datos Espaciales de Referencia de Andalucía) (Junta de Andalucía, 2024), una fuente que proporciona información geográfica detallada y actualizada de la región. Estos datos son imprescindibles para llevar a cabo un análisis exhaustivo y preciso que permita identificar la posible ubicación para un nuevo centro comercial en la provincia de Sevilla.

El análisis con SIG comienza con la recopilación y preparación de los datos. El DERA (Junta de Andalucía, 2024) ofrece una base de datos robusta y actualizada que incluye mapas, capas de información y datos georreferenciados para nuestro estudio. La precisión de estos datos es importante para garantizar la fiabilidad de los resultados y tomar decisiones de forma correcta.

Una vez obtenidos los datos, se procedió a la creación de *buffers* para la mayoría de los criterios seleccionados. Los *buffers* son zonas de influencia creadas alrededor de un punto, línea o polígono en un mapa, que permiten evaluar la proximidad de diferentes elementos geográficos. En este estudio, los *buffers* nos ayudan a determinar las áreas más convenientes para la ubicación del centro comercial, basándonos en la proximidad a infraestructuras clave y otros aspectos de interés.

Para cada uno de los criterios seleccionados, estos *buffers* han sido creados utilizando el *software* QGIS, facilitando una visualización clara y detallada de las áreas de interés según su proximidad y relevancia.

A continuación, se detallará la aplicación de *buffers* para la mayoría de los criterios seleccionados: disponibilidad de carreteras, distancia a servicios de emergencia y distancia de otros centros comerciales. Para cada criterio, se explicará los rangos de *buffers* aplicados y la relevancia de cada uno en este estudio.

Para obtener los resultados del estudio, se han utilizado capas ráster. Se ha procedido a la rasterización de las capas vectoriales (con sus datos y sus respectivos *buffers*) con un tamaño de celda de 100 x 100 metros, tamaño del Modelo Digital de Elevaciones descargado del DERA (Junta de Andalucía, 2024). Esta rasterización permite el análisis detallado y la visualización clara de las áreas de interés.

Finalmente, se abordará un primer criterio excluyente relacionado con las zonas protegidas, donde se evaluará la posibilidad de construcción en áreas no protegidas y se excluirán las zonas donde la construcción está prohibida por razones ambientales o patrimoniales. Asimismo, se aplicará un segundo criterio excluyente para considerar únicamente el uso del suelo de tipo industrial o comercial.

9.2 Funciones SIG aplicadas

- Importación y preprocesamiento: las distintas capas de información geográfica se importaron en QGIS. Se realizó un preprocesamiento para asegurarse de que los datos estuvieran correctamente georreferenciados y se limpiaron de cualquier inconsistencia.
- Aplicación de *buffers*: utilizando la herramienta de *buffers* de QGIS, se crearon zonas de influencia específicas según los criterios evaluados. Cada zona de influencia se categorizó y se asignaron puntos según la proximidad y relevancia del criterio en cuestión. Este proceso se adaptó a las necesidades de cada criterio, asegurando que las áreas más favorables obtuvieran una mayor puntuación. Donde fue necesario utilizar la herramienta “Diferencia”.
- Visualización: los *buffers* se visualizaron en un mapa ráster para proporcionar una representación de las áreas según su puntuación. Esto permite una rápida identificación de las zonas más adecuadas para

la ubicación del centro comercial.

9.3 Análisis de los criterios

9.3.1 Densidad poblacional

Para evaluar la densidad poblacional, se utilizó la capa mep21_250 del DERA. Este archivo proporciona información detallada sobre la población distribuida en celdas de 250 metros por lado. El análisis se centró en calcular la densidad poblacional de cada celda dividiendo la población total de cada celda por el tamaño de la celda. Este método permite obtener una distribución de la población en la provincia de Sevilla.

El primer paso fue importar la capa de población en QGIS y realizar los cálculos necesarios para determinar la densidad poblacional. Una vez obtenida la densidad, se asignaron puntos en función de la densidad resultante, utilizando las siguientes categorías (Tabla 4):

Densidad (habitantes/kilómetro cuadrado)	0-4000	4000-10000	10000-25000	+25000
Puntos	1	4	7	10

Tabla 4 - Puntuación para la densidad poblacional

Elaboración propia

Las áreas con una densidad poblacional superior a 25000 habitantes por kilómetro cuadrado recibieron la puntuación más alta, 10 puntos, debido a su alta concentración de potenciales clientes. Las áreas con densidades entre 10000 y 25000 habitantes por kilómetro cuadrado recibieron 7 puntos, mostrando aún una buena concentración de clientes. Las celdas con densidades entre 4000 y 10000 habitantes por kilómetro cuadrado recibieron 4 puntos, indicando una densidad moderada. Finalmente, las áreas con menos de 4000 habitantes por kilómetro cuadrado recibieron solo 1 punto, reflejando una baja densidad poblacional y, por ende, un menor atractivo para la ubicación del centro comercial.

A continuación, se presenta el mapa generado en QGIS, donde se aprecia la distribución de los núcleos de población (Figura 13).

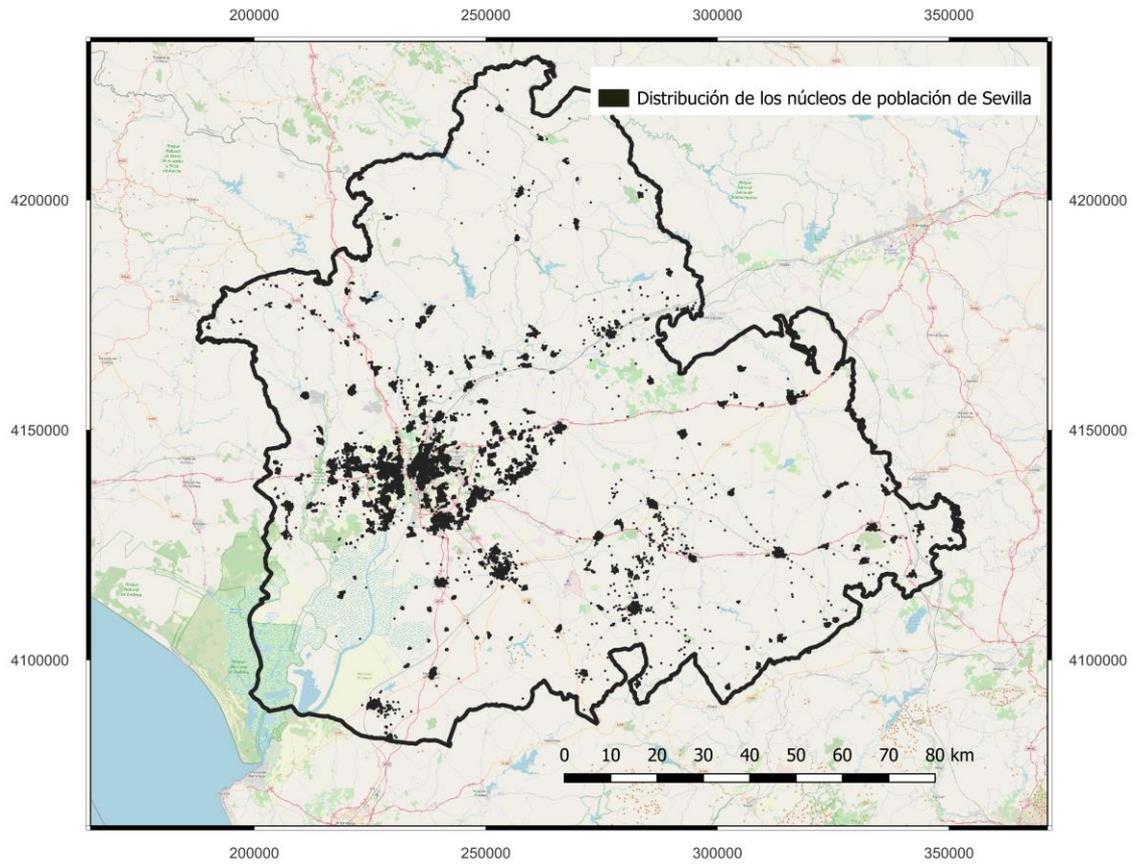


Figura 13 - Distribución de los núcleos de población de Sevilla
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

También se representa las puntuaciones asignadas en función de las diferentes categorías de densidad (Figura 14).

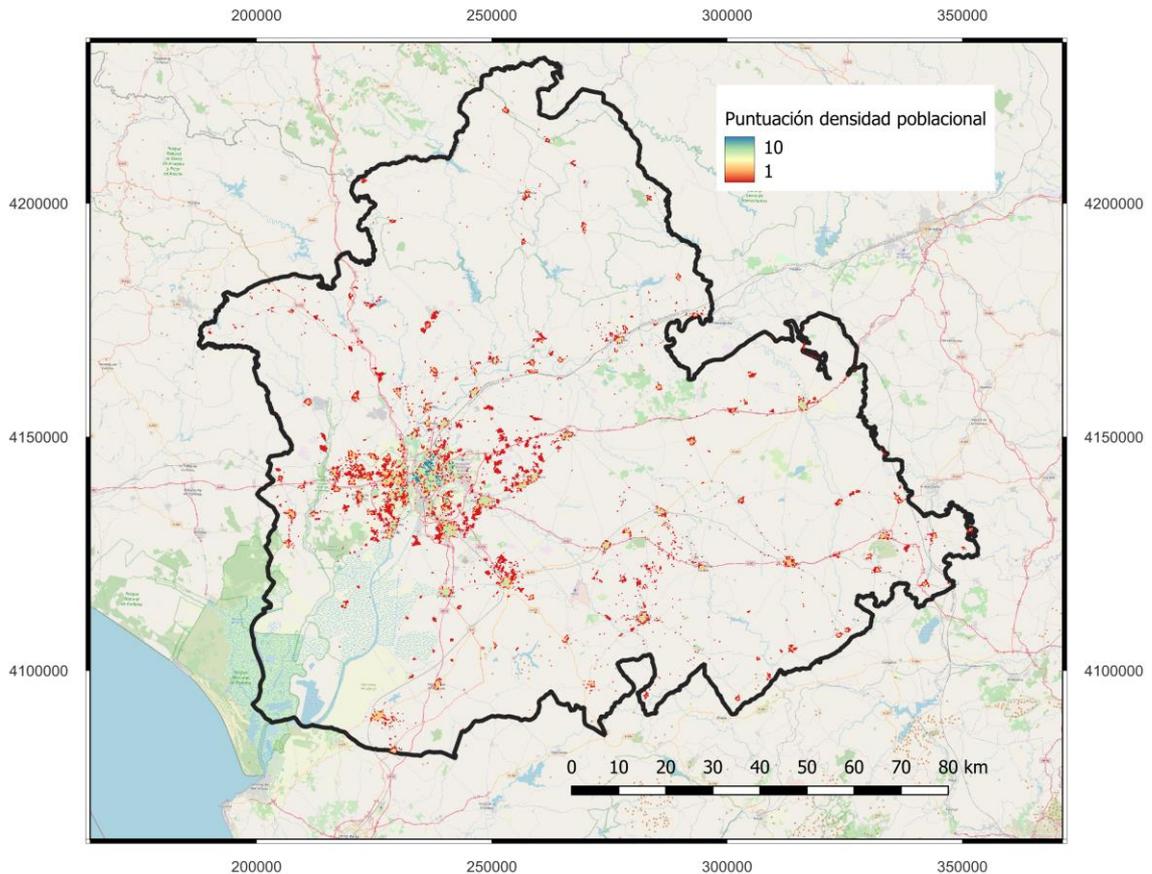


Figura 14 - Puntuación para la densidad poblacional

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

9.3.2 Distancia a carreteras

El acceso y la conectividad son elementos necesarios para el éxito de cualquier centro comercial. La facilidad con la que los clientes y proveedores pueden llegar al centro comercial influye directamente en su viabilidad y atractivo. Para evaluar la disponibilidad de carreteras, se utilizó la capa 09_14_RedCarreteras del DERA, que detalla la red de carreteras en la provincia de Sevilla y se filtró los datos para quedarnos únicamente con las carreteras principales, primer orden y segundo orden. Este análisis permite identificar las áreas mejor conectadas y, por lo tanto, más adecuadas para la ubicación del centro comercial.

El primer paso fue importar la capa de la red de carreteras en QGIS y aplicar los *buffers* según las siguientes categorías (Tabla 5):

Distancia (metros)	0-250	250-500	500-1000	1000-2000	+2000
Puntos	10	9	7	5	1

Tabla 5 - Puntuación para la distancia a carreteras

Elaboración propia

Las áreas dentro de los 250 metros recibieron la puntuación más alta, 10 puntos, debido a su acceso inmediato a las carreteras. Las áreas entre 250 y 500 metros recibieron 9 puntos, manteniendo aún un excelente nivel de accesibilidad. Las áreas entre 500 y 1000 metros recibieron 7 puntos, con una buena accesibilidad. Las áreas entre 1000 y 2000 metros recibieron 5 puntos, con una accesibilidad moderada. Las áreas a más de 2000 metros recibieron solo 1 punto, reflejando una baja accesibilidad.

A continuación, se expone el mapa generado en QGIS, mostrando la red de carreteras (Figura 15).

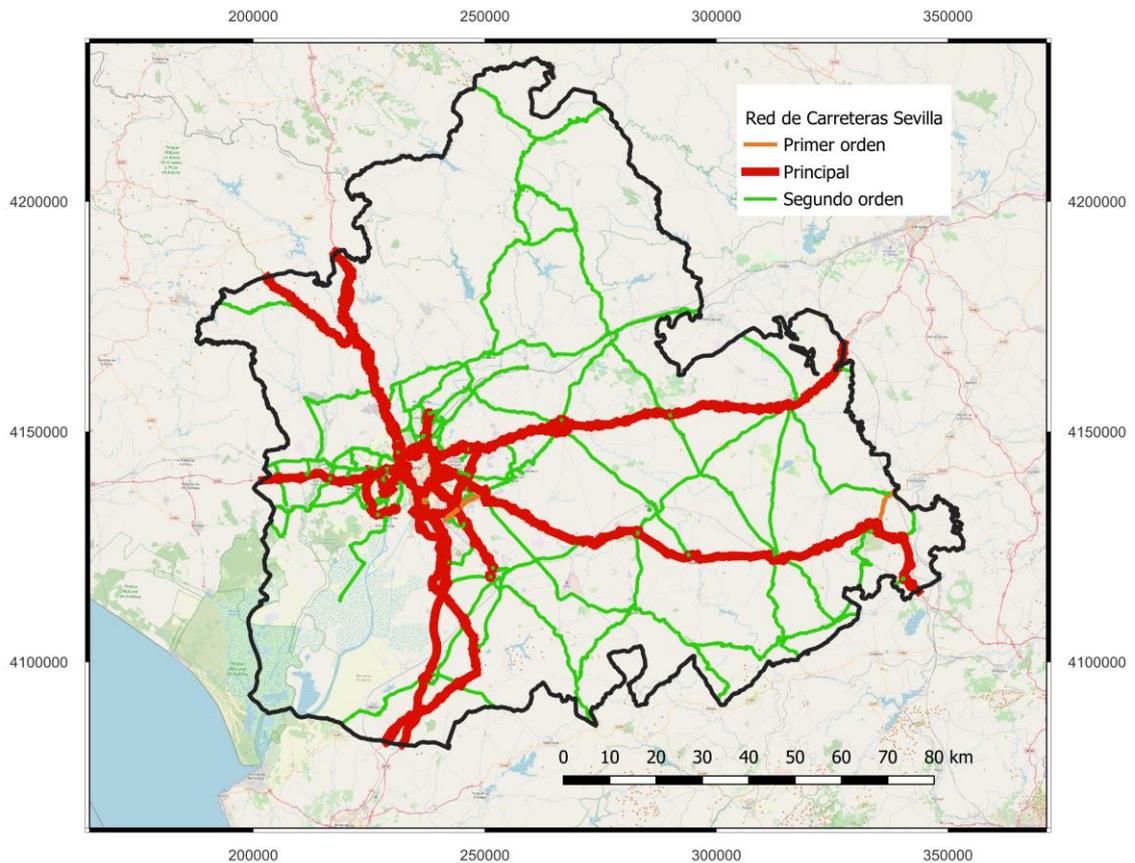


Figura 15 - Red de carreteras de Sevilla

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

Seguidamente, también se muestra el mapa con la puntuación obtenida según la distancia a la carretera (Figura 16).

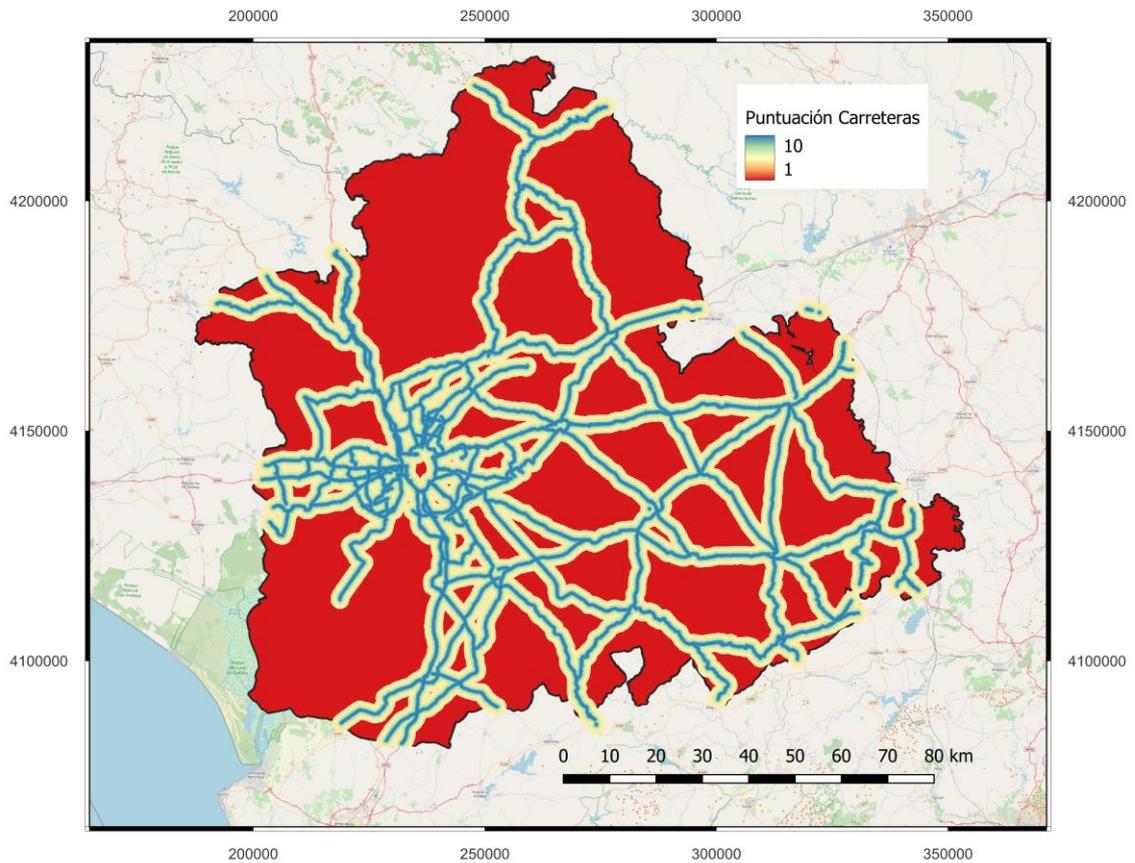


Figura 16 - Puntuación para la distancia a carreteras

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

9.3.3 Distancia a servicios de emergencia

La seguridad y la accesibilidad a los servicios de emergencias son imprescindibles para garantizar el bienestar de los visitantes y empleados del centro comercial. Un rápido acceso a servicios como bomberos, policía y hospitales es una medida de seguridad y una característica que puede influir en la percepción de seguridad del centro comercial. Para evaluar la distancia a servicios de emergencias, se emplearon las capas 12_29_ParqueBomberos, 12_26_Policia y 12_02_Hospital_CAE del DERA.

El primer paso fue importar la información de los servicios de emergencias en QGIS y aplicar los *buffers* según las siguientes categorías (Tabla 6):

Distancia (metros)	0-500	500-1000	1000-2000	+2000
Puntos	10	7	5	1

Tabla 6 - Puntuación para la distancia a servicios de emergencia

Elaboración propia

Las áreas dentro de los 500 metros recibieron la puntuación más alta, 10 puntos, debido a su acceso inmediato a los servicios de emergencias. Las áreas entre 500 y 1000 metros recibieron 7 puntos, manteniendo aún un buen nivel de accesibilidad. Las áreas entre 1000 y 2000 metros recibieron 5 puntos, con una accesibilidad moderada. Las áreas a más de 2000 metros recibieron solo 1 punto, reflejando una baja accesibilidad.

Posteriormente, la Figura 17 ilustra la ubicación de las estaciones de bomberos en la provincia de Sevilla.

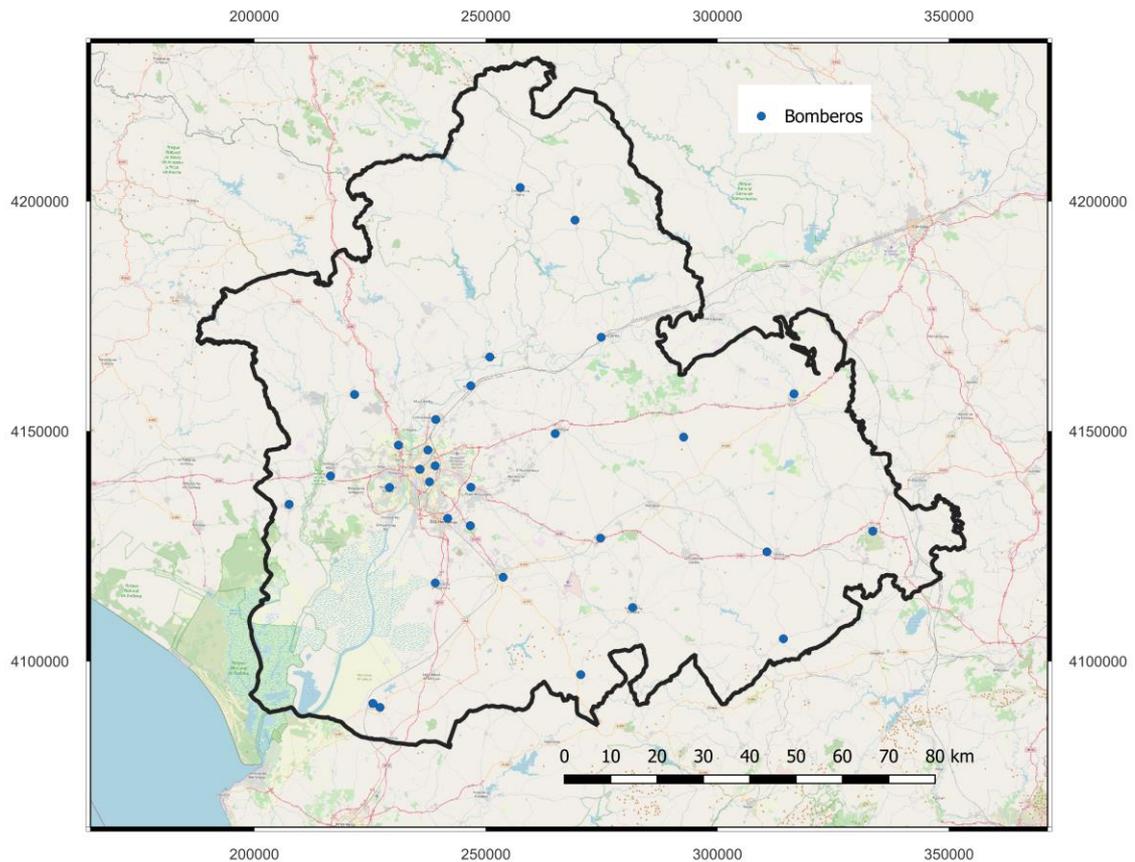


Figura 17 - Bomberos

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

Además, se muestra la puntuación según la distancia a las estaciones de bomberos (Figura 18).

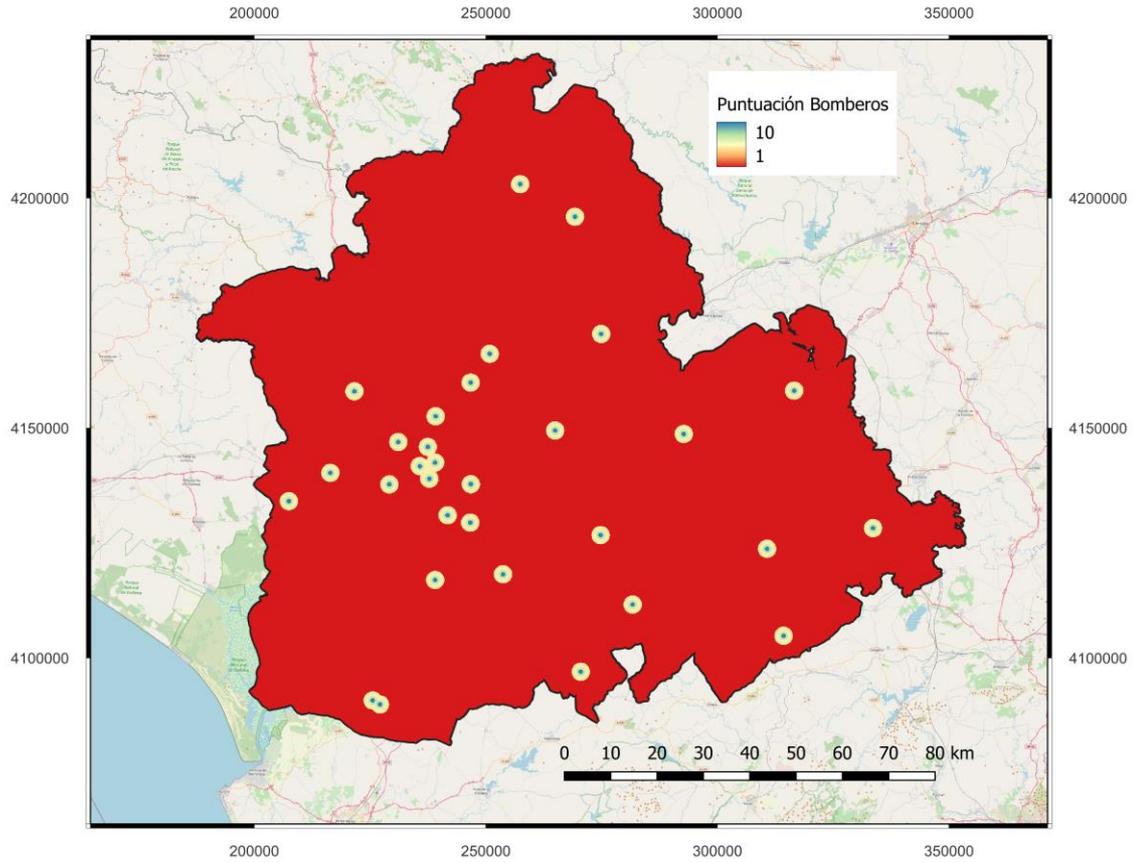


Figura 18 - Puntuación para la distancia a bomberos

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

La Figura 19 muestra los hospitales de la provincia de Sevilla.

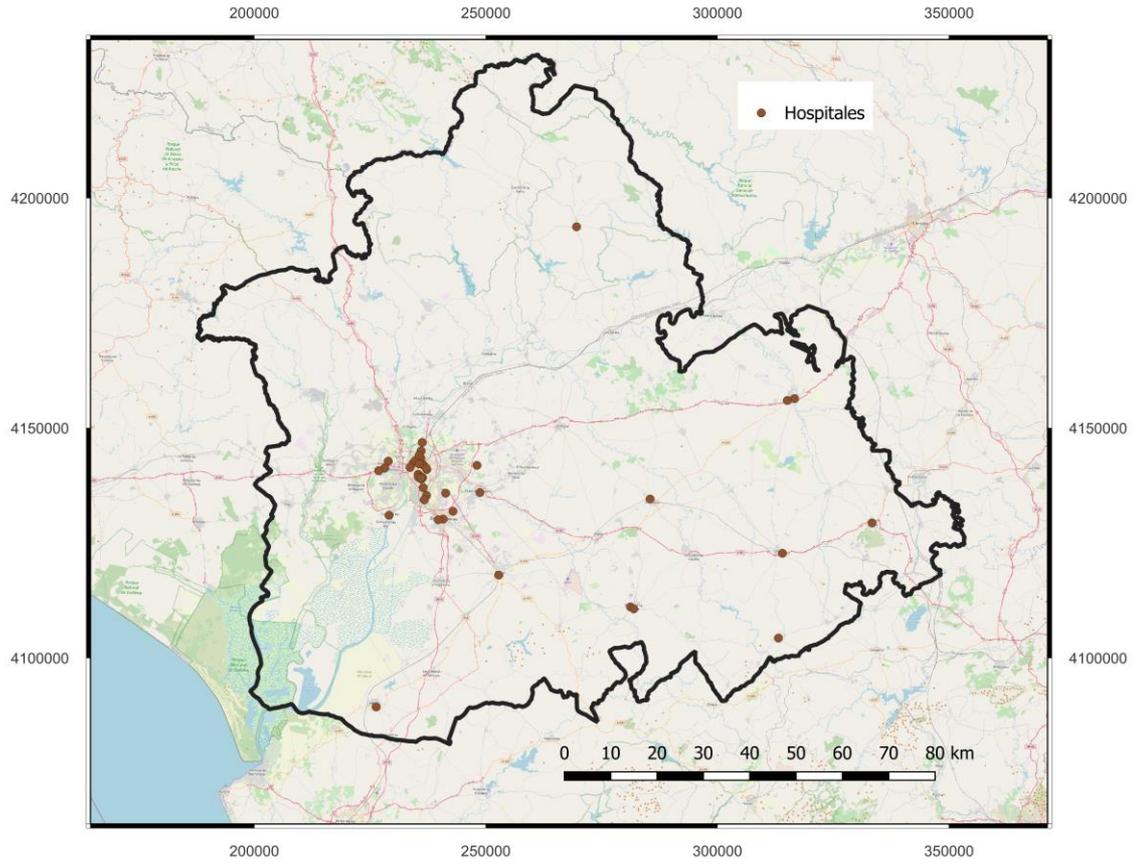


Figura 19 - Hospitales

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

Acto seguido, se presenta la puntuación según la distancia a los hospitales (Figura 20).

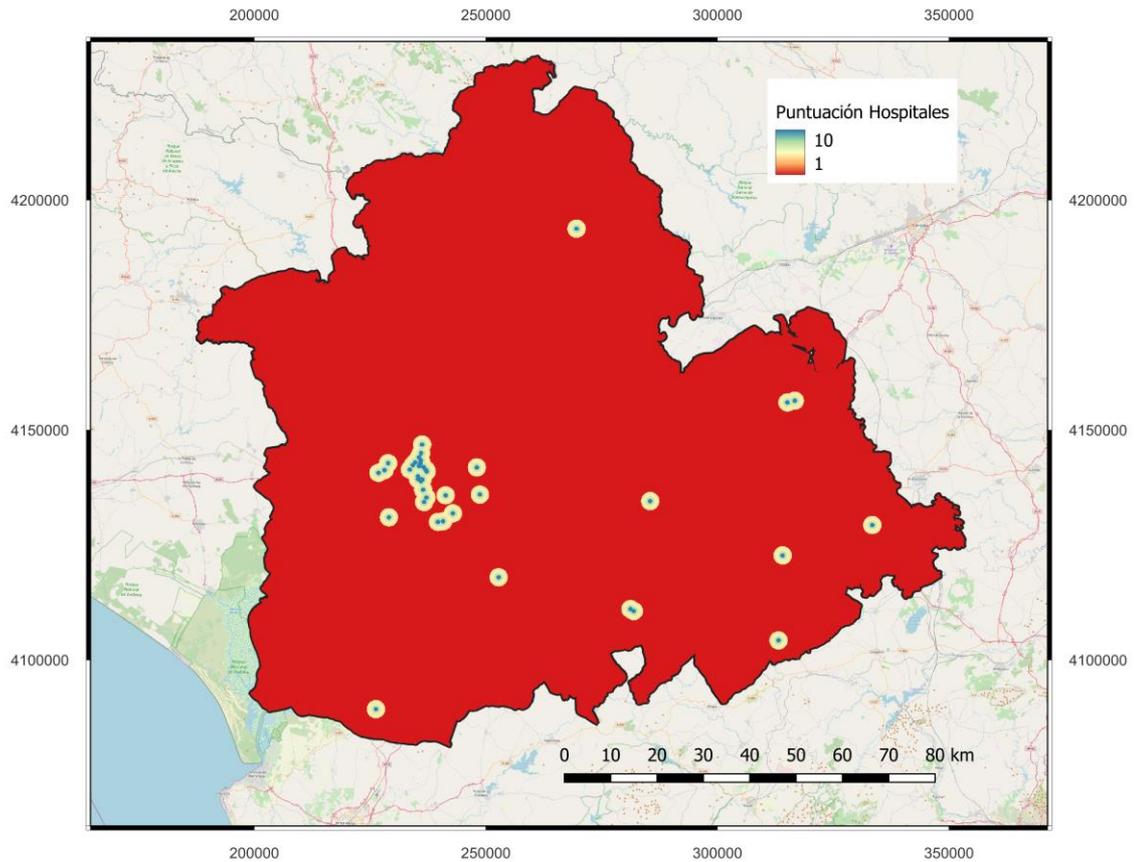


Figura 20 - Puntuación para la distancia a hospitales
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

A continuación, se presenta la distribución a la policía local y nacional (Figura 21).

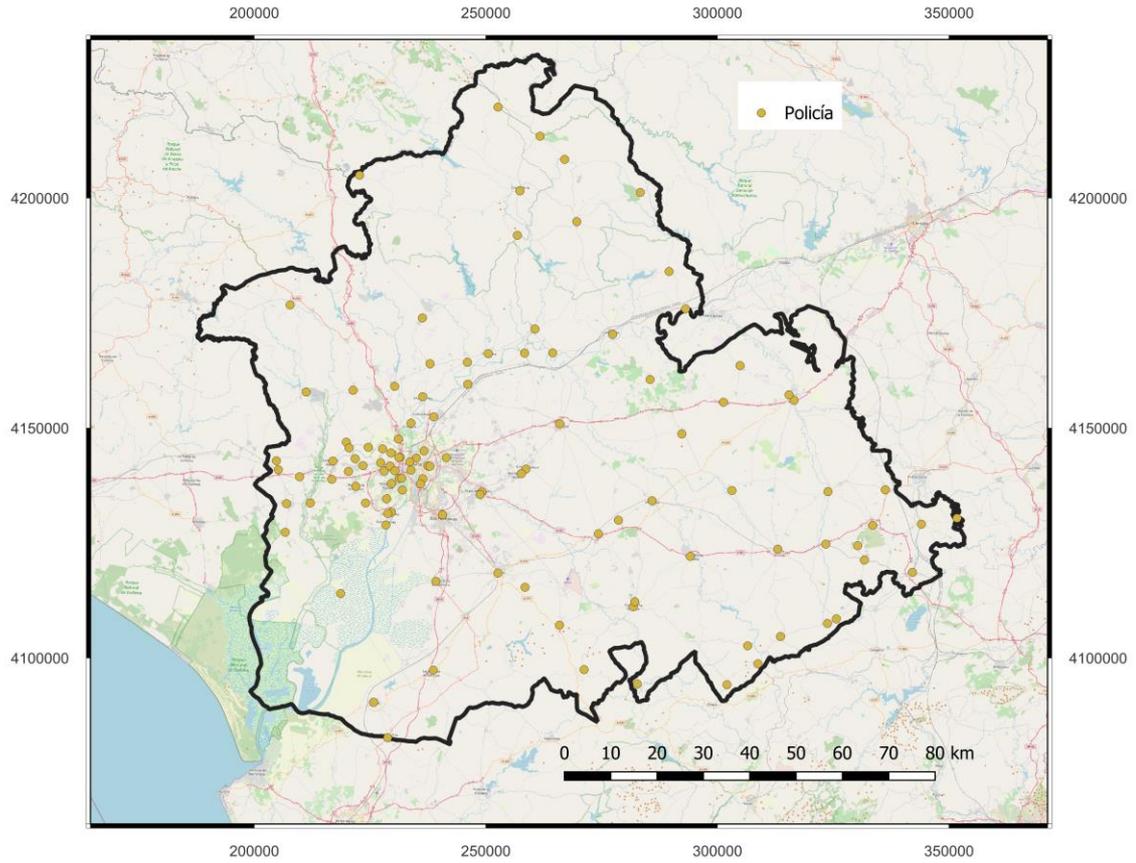


Figura 21 - Policía Local y Nacional

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

La Figura 22 ilustra la puntuación según la distancia a la policía local y nacional.

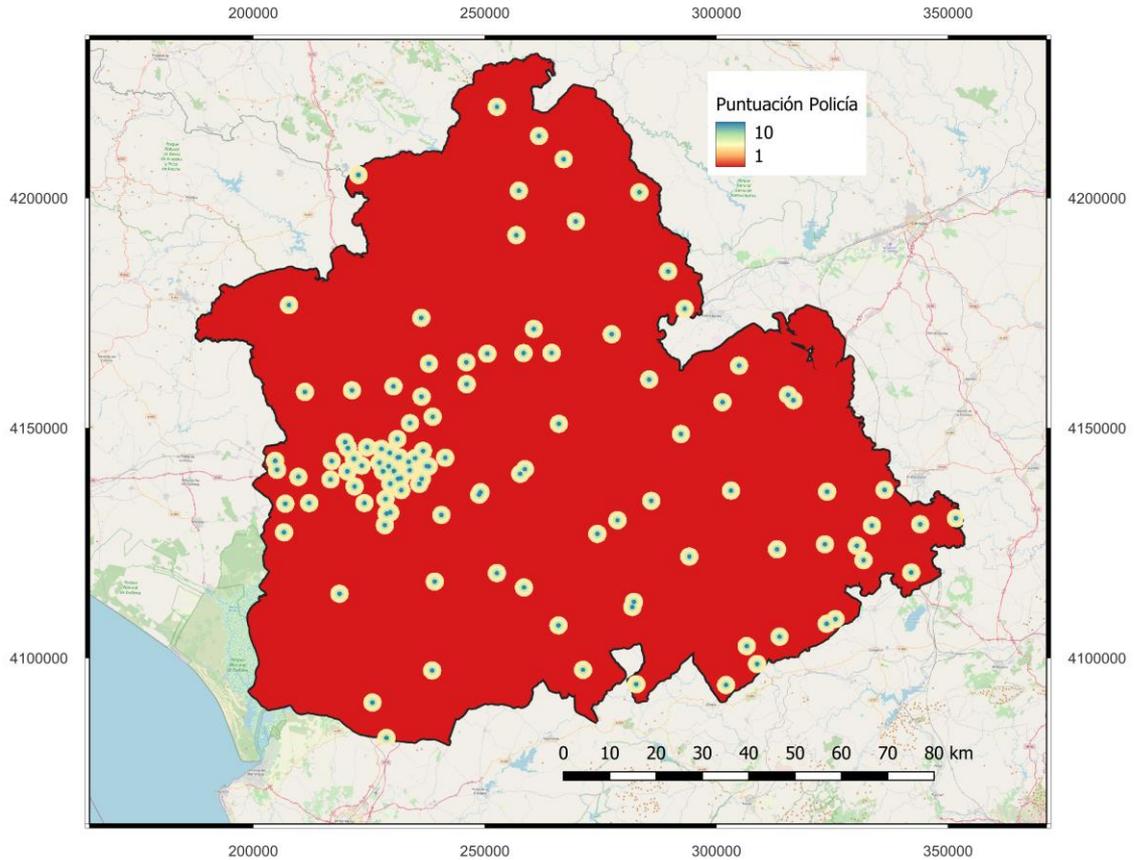


Figura 22 - Puntuación para la distancia a policía

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

9.3.4 Distancia de otros centros comerciales

La evaluación de la distancia a otros centros comerciales es una interesante idea en la planificación de un nuevo centro comercial. Este criterio ayuda a evitar la competencia directa y la saturación del mercado, asegurando que el nuevo centro tenga un espacio suficiente para captar una clientela sin sobreponerse a los ya existentes. Para analizar este criterio, se utilizó la capa 12_14_GranComercio que muestra datos sobre la ubicación de grandes centros de comercio existentes en la provincia de Sevilla.

El análisis se llevó a cabo importando los datos de ubicación de otros centros comerciales en QGIS y aplicando *buffers* según las siguientes categorías (Tabla 7):

Distancia (metros)	0-2000	+2000
Puntos	0	10

Tabla 7 - Puntuación para la distancia a otros centros de comercio

Elaboración propia

Las áreas dentro de los 2000 metros recibieron 0 puntos debido a la alta competencia directa. Las áreas a más de 2000 metros recibieron 10 puntos, indicando una menor competencia y mayores oportunidades de captación de clientes.

Se presenta el mapa generado en QGIS, mostrando los centros comerciales de la provincia de Sevilla (Figura 23).

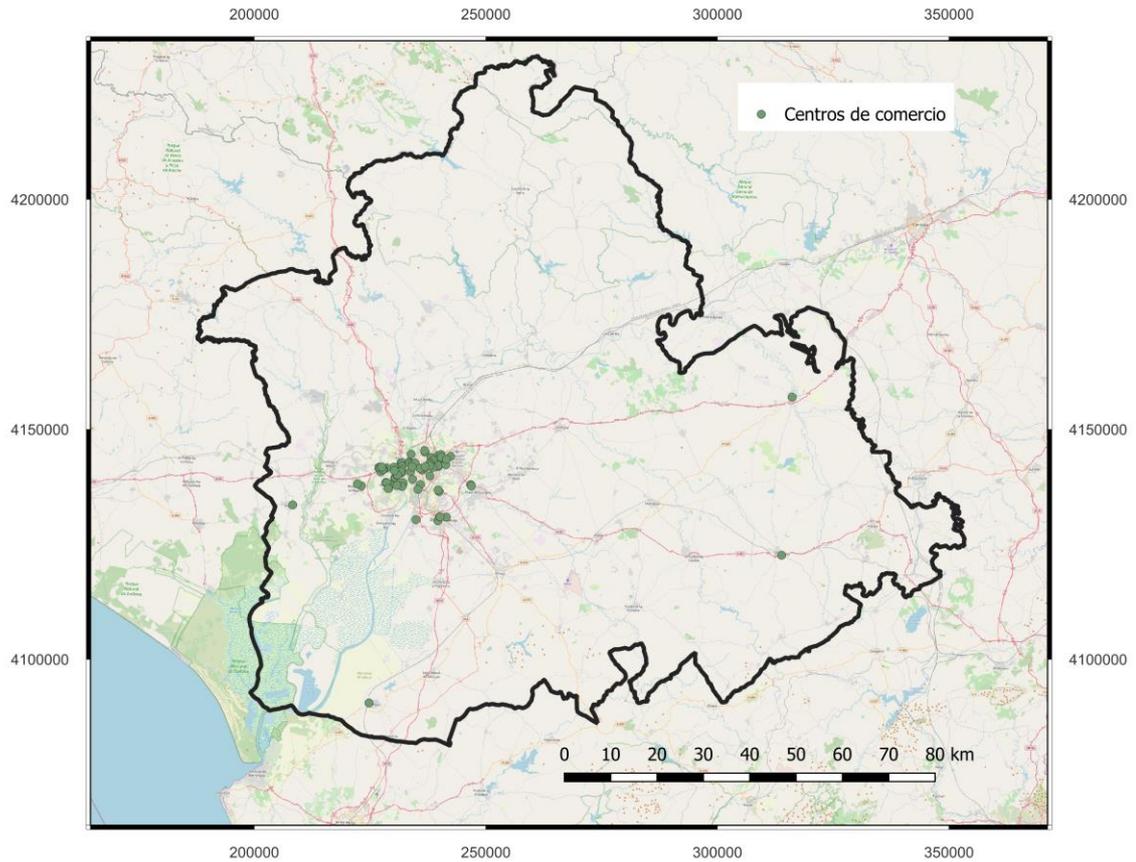


Figura 23 - Otros centros de comercio

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

La Figura 24 muestra la puntuación para la distancia a otros centros de comercio.

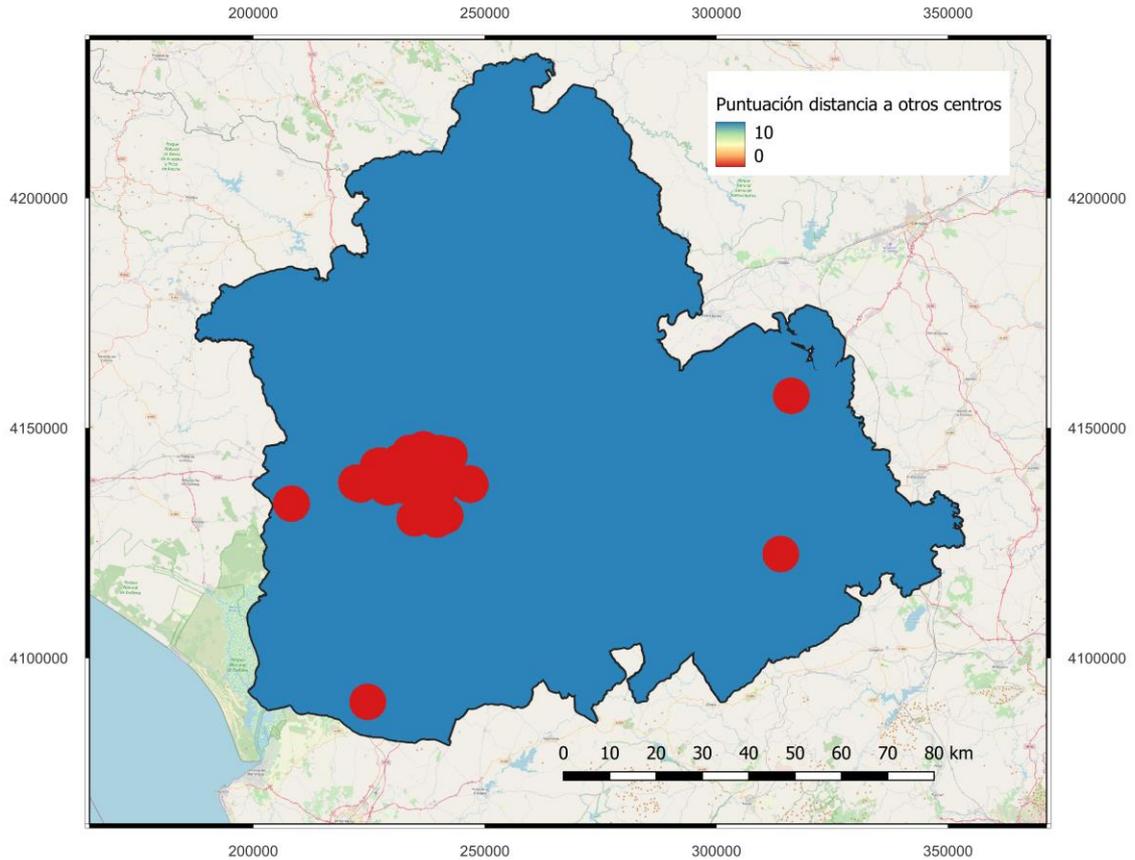


Figura 24 - Puntuación para la distancia a otros centros de comercio
 Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

9.3.5 Pendientes

El análisis de las pendientes del terreno es importante para la planificación de un centro comercial, ya que terrenos con pendientes pronunciadas pueden incrementar los costos de construcción y presentar desafíos en términos de accesibilidad y seguridad. Para evaluar este criterio, se utilizó el Modelo Digital de Elevaciones proporcionado por el DERA y, posteriormente, se ha convertido en una capa de pendientes, que detalla la inclinación del terreno en la provincia de Sevilla.

Lo primero que se llevo a cabo fue la importación de la capa de información de pendientes en QGIS y aplicar los *buffers* según las siguientes categorías (Tabla 8):

Porcentaje (%)	0-3	3-10	10-90
Puntos	10	5	1

Tabla 8 - Puntuación para la pendiente
 Elaboración propia

Las áreas con pendientes del 0% al 3% recibieron la puntuación más alta, 10 puntos, debido a su facilidad para la construcción y accesibilidad. Las áreas con pendientes del 3% al 10% recibieron 5 puntos, presentando un nivel moderado de dificultad para la construcción. Las áreas con pendientes del 10% al 90% recibieron solo 1 punto, reflejando una alta dificultad para la construcción y posibles problemas de accesibilidad.

Se expone el mapa generado en QGIS con la puntuación según la pendiente del terreno (Figura 25).

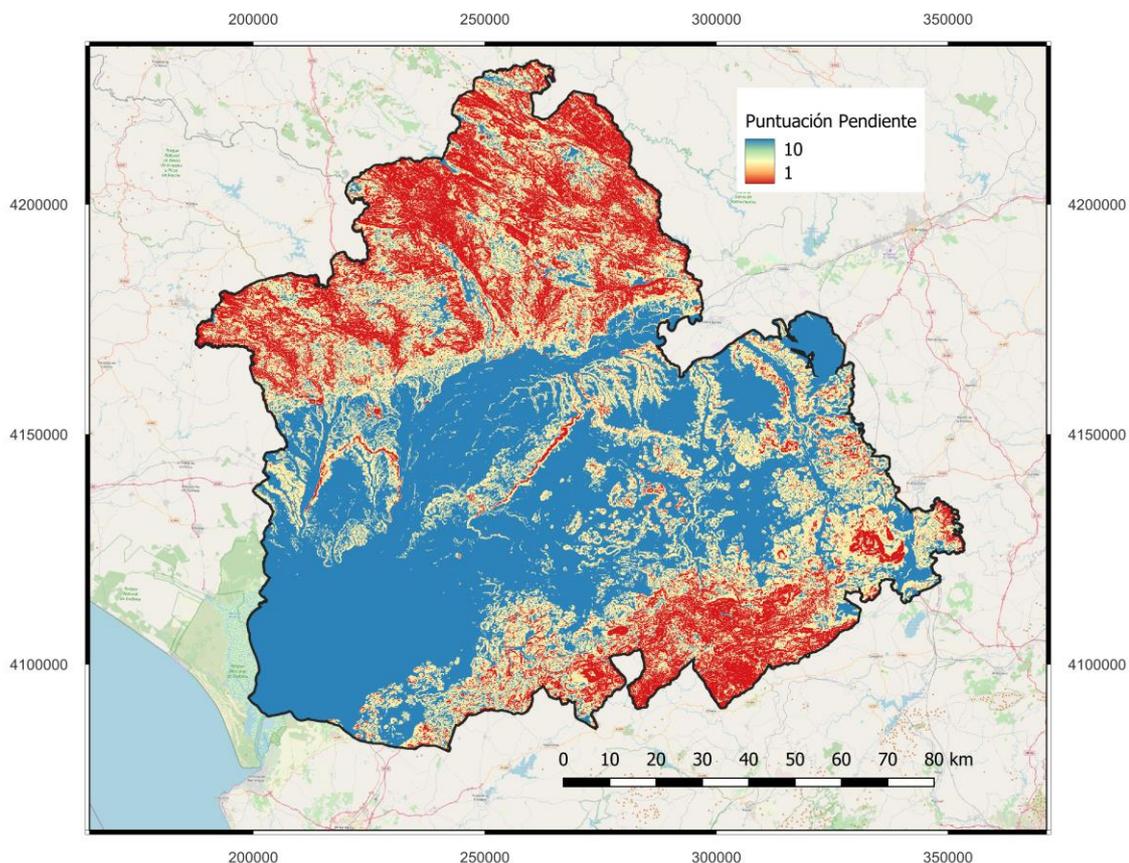


Figura 25 - Puntuación para la pendiente

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

9.3.6 Zonas protegidas (criterio excluyente)

El análisis de las zonas protegidas es necesario para asegurar que el desarrollo del centro comercial no tenga un impacto negativo en el medio ambiente. La preservación de áreas naturales y patrimoniales es un imperativo tanto legal como ético. Para evaluar este criterio, se descargó la capa de zonas protegidas del DERA, 11_07_Enp_FiguraProtección, que identifica las áreas donde la construcción está restringida o prohibida debido a su valor ambiental o patrimonial.

Lo primero que se realizó fue importar la información de zonas protegidas en QGIS y asignar puntuaciones según las siguientes categorías (Tabla 9):

	Zonas protegidas	Zonas no protegidas
Puntos	0	1

Tabla 9 - Puntuación para las zonas protegidas

Elaboración propia

Las áreas no protegidas se consideran adecuadas para el desarrollo y recibieron 1 punto. Las áreas protegidas, donde la construcción está restringida o prohibida, se marcaron con 0 puntos, excluyéndolas automáticamente de ser consideradas como posibles ubicaciones para el centro comercial.

Seguidamente, se presenta el mapa generado en QGIS, mostrando las zonas protegidas y no protegidas (Figura 26).

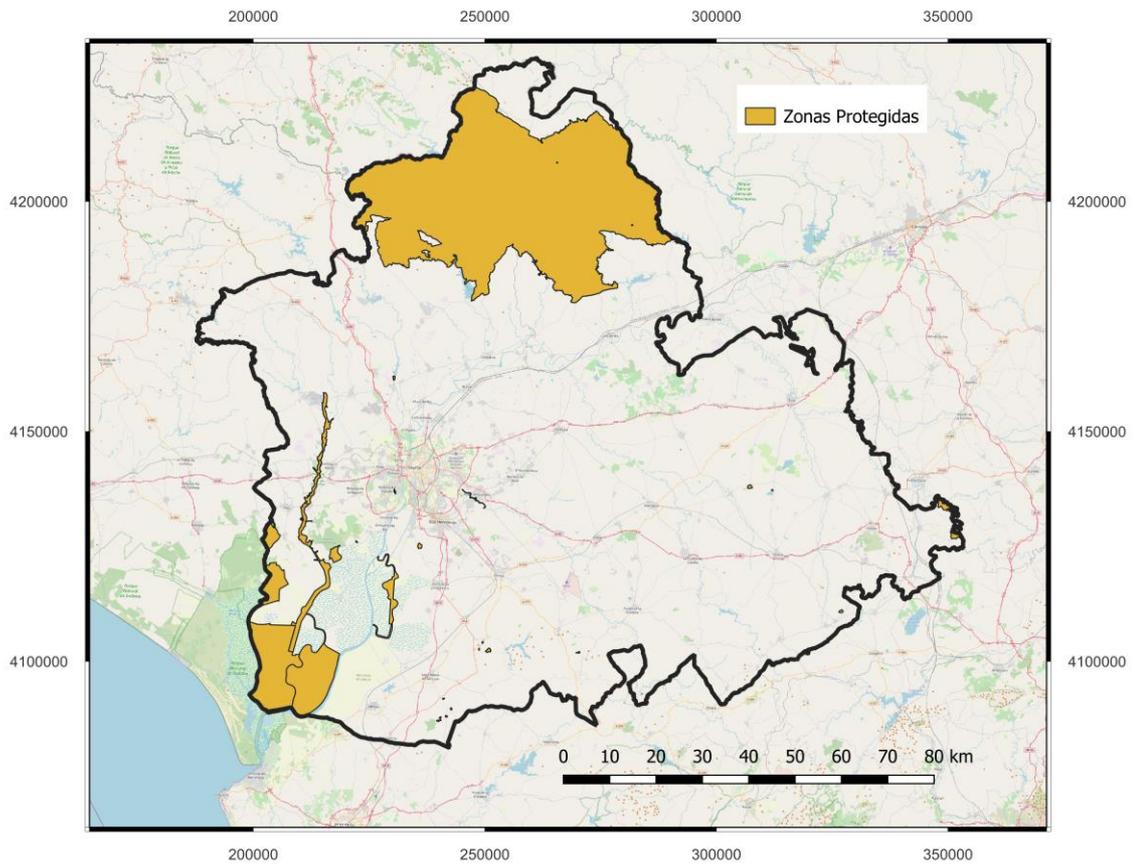


Figura 26 - Zonas protegidas

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

La Figura 27 muestra la puntuación asignada para las zonas protegidas.

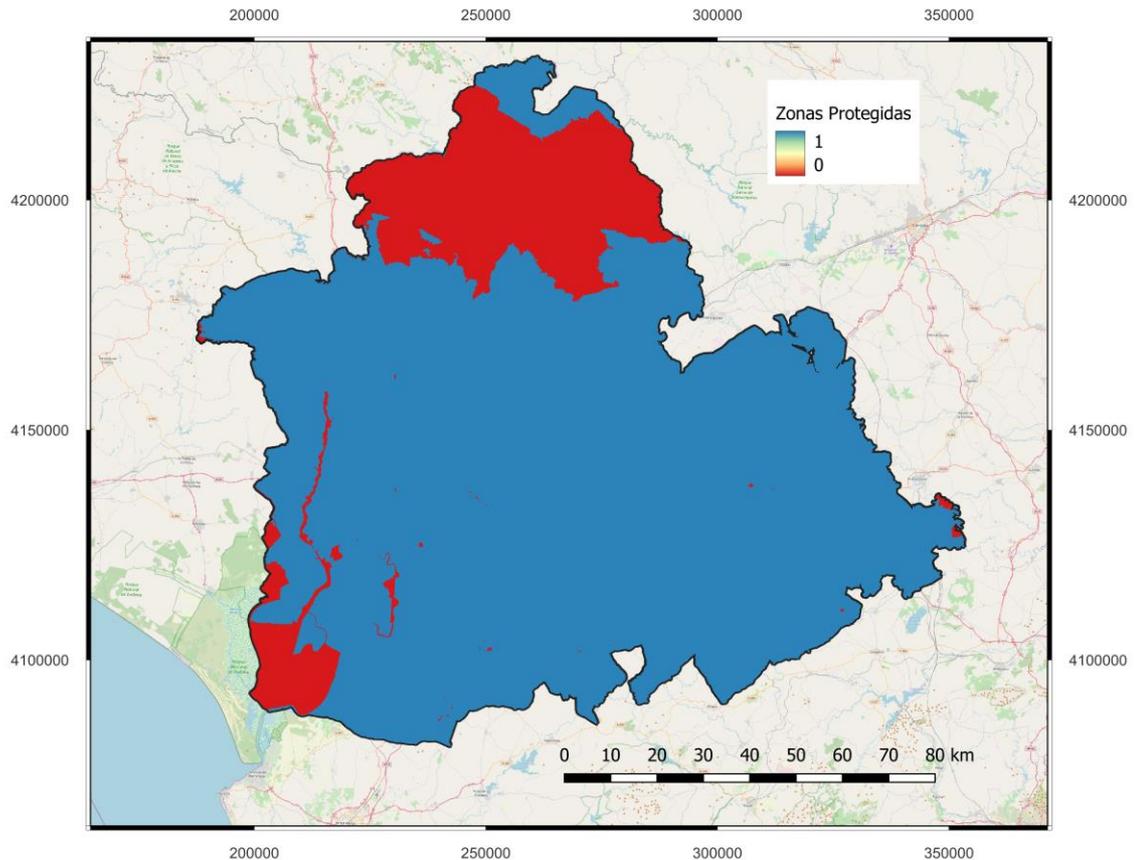


Figura 27 - Puntuación para las zonas protegidas

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

9.3.7 Uso del suelo (criterio excluyente)

La consideración del uso del suelo es un aspecto necesario en la selección de la ubicación para el nuevo centro comercial. Este criterio asegura que el terreno seleccionado sea adecuado y cumpla con las normativas urbanísticas locales, minimizando los conflictos legales y facilitando el proceso de construcción y desarrollo del proyecto.

Para evaluar este criterio, se utilizó la capa 06_01_UsoSuelo del DERA, que proporciona información sobre las clasificaciones de uso del suelo en la provincia de Sevilla. Esta capa permite identificar las áreas designadas específicamente para usos industriales y comerciales, las cuales son las más adecuadas para la construcción de un centro comercial. Esta capa presenta un grado de generalización muy elevado, por lo que se trata de una clara limitación de este trabajo.

El primer paso fue importar la capa en QGIS y asignar puntuaciones según las siguientes categorías (Tabla 10):

	Otros usos	Uso industrial y comercial
Puntos	0	1

Tabla 10 - Puntuación para el uso del suelo
Elaboración propia

Las áreas con uso del suelo designado como industrial y comercial recibieron la puntuación de 1 punto y las áreas no designadas para estos usos recibieron 0 puntos, excluyéndolas automáticamente de ser consideradas como posibles ubicaciones para el centro comercial.

Se presenta el mapa generado en QGIS, mostrando las áreas de tipo industrial y comercial (Figura 28).

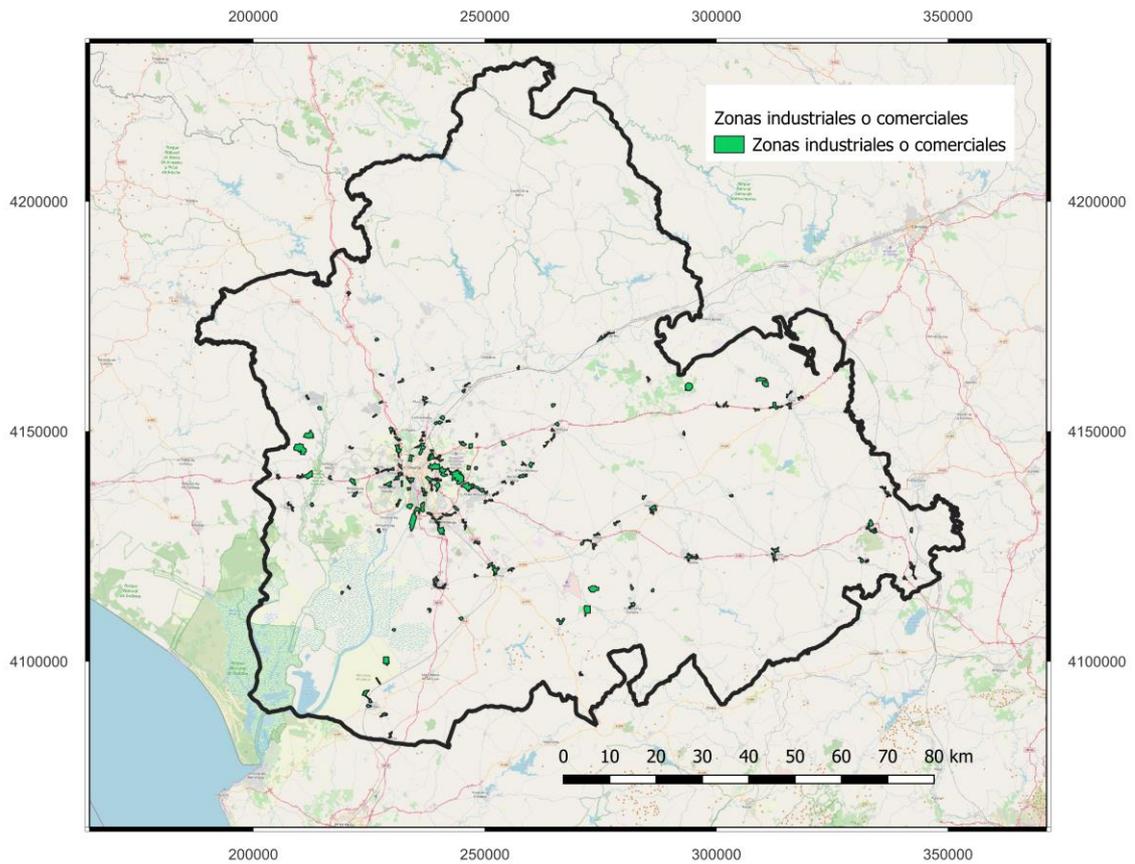


Figura 28 - Uso del suelo industrial o comercial
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

9.4 Resultados

Para hallar la mejor posible ubicación para el nuevo centro comercial en la provincia de Sevilla, se unió todos los ráster correspondientes a los criterios seleccionados utilizando la calculadora ráster en QGIS (Figura 29). Cada ráster fue ponderado según los pesos previamente calculados mediante el método AHP, asegurando que cada criterio se considere en su debida importancia relativa.

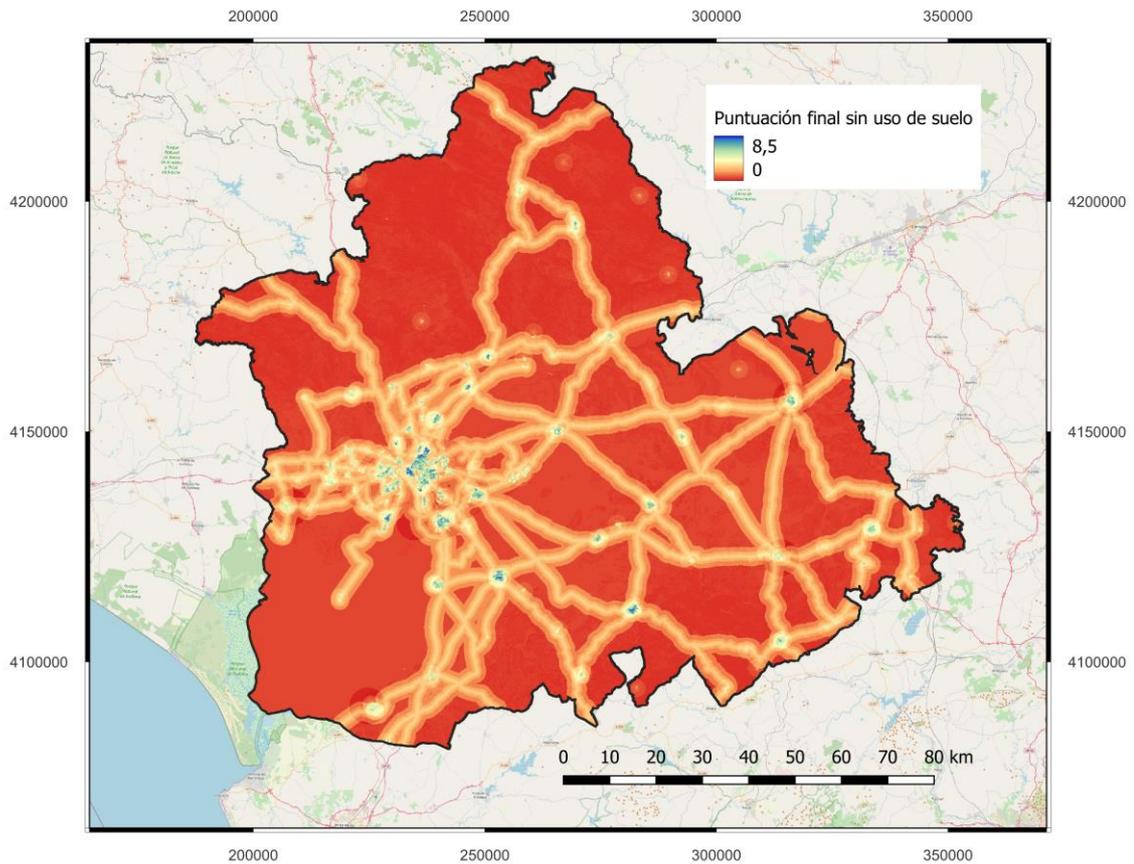


Figura 29 - Puntuación final sin zonas protegidas y sin considerar uso del suelo
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

Posteriormente, se ha considerado las zonas protegidas, que no serían aptas para la construcción del centro comercial (Figura 30).

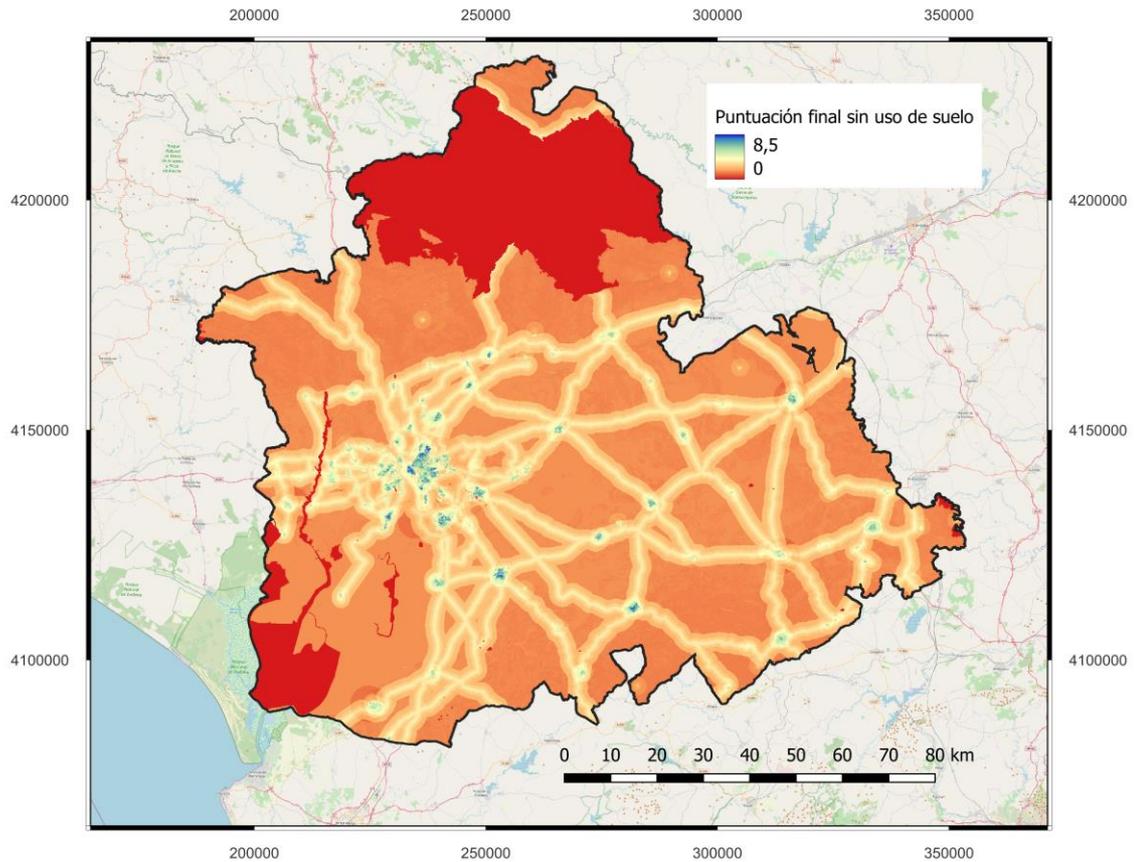


Figura 30 - Puntuación final con zonas protegidas y sin considerar uso del suelo
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

Finalmente, solo serían aptas las zonas consideradas como industriales o comerciales (según el DERA) (Figura 31).

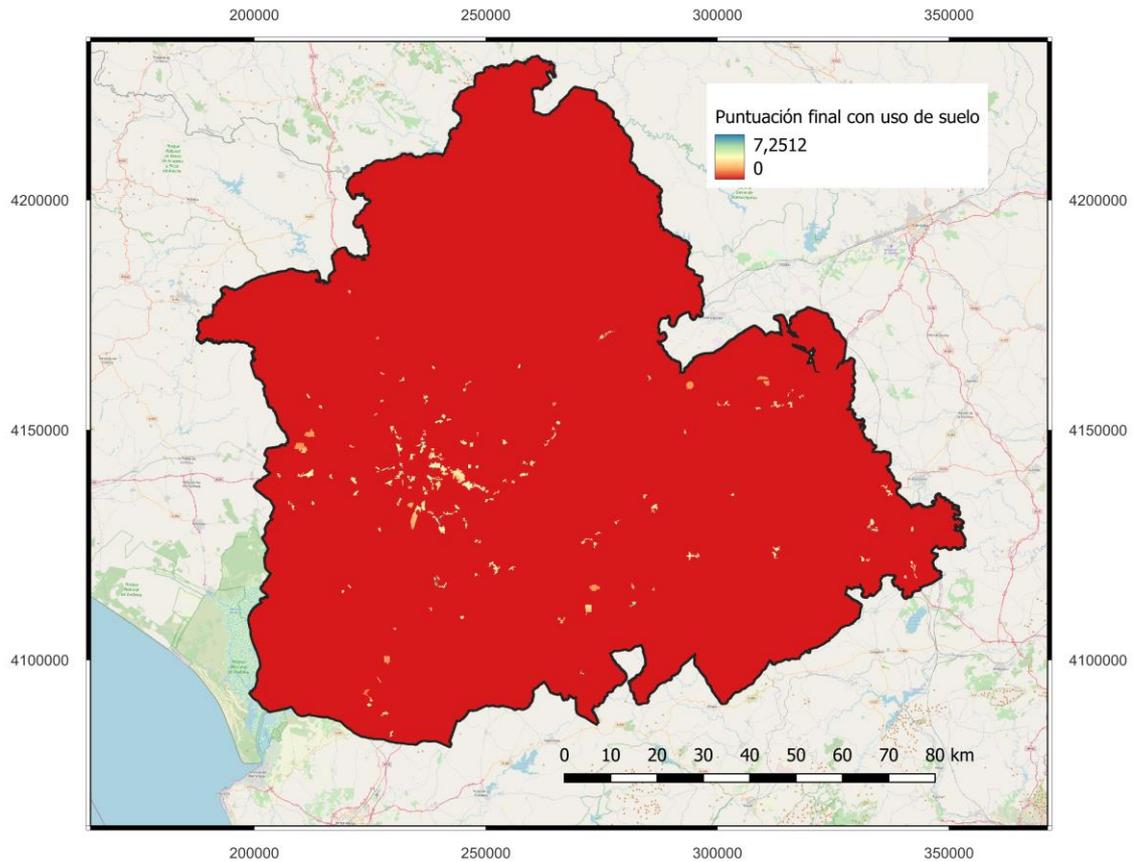


Figura 31 - Puntuación final con zonas protegidas y considerando uso del suelo
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

El resultado de esta operación fue un ráster con puntuaciones que variaban de 0 a 7,2512.

En el siguiente diagrama (Figura 32) se ilustra todo el recorrido realizado durante el trabajo para identificar las posibles soluciones:

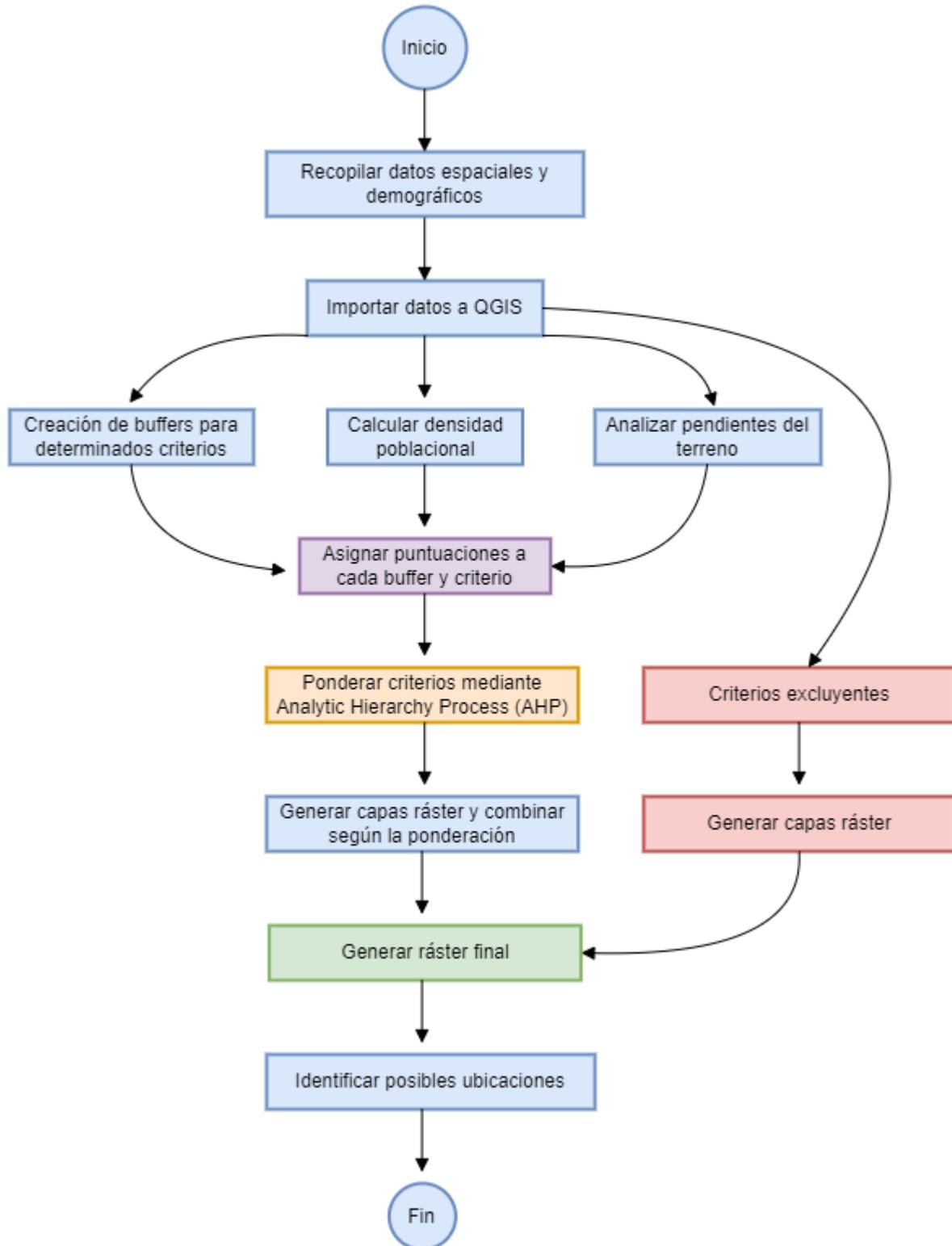


Figura 32 - Diagrama del proceso del estudio para la identificación de posibles ubicaciones

Elaboración propia

9.5 Posibles soluciones

Para analizar las áreas más prometedoras, el ráster final fue reclasificado para mostrar solo los valores que oscilaban entre 5 y 7,2512 (Figura 33). Esta reclasificación permitió identificar las zonas con las puntuaciones más altas, representando las ubicaciones más adecuadas según los criterios establecidos y ponderados.

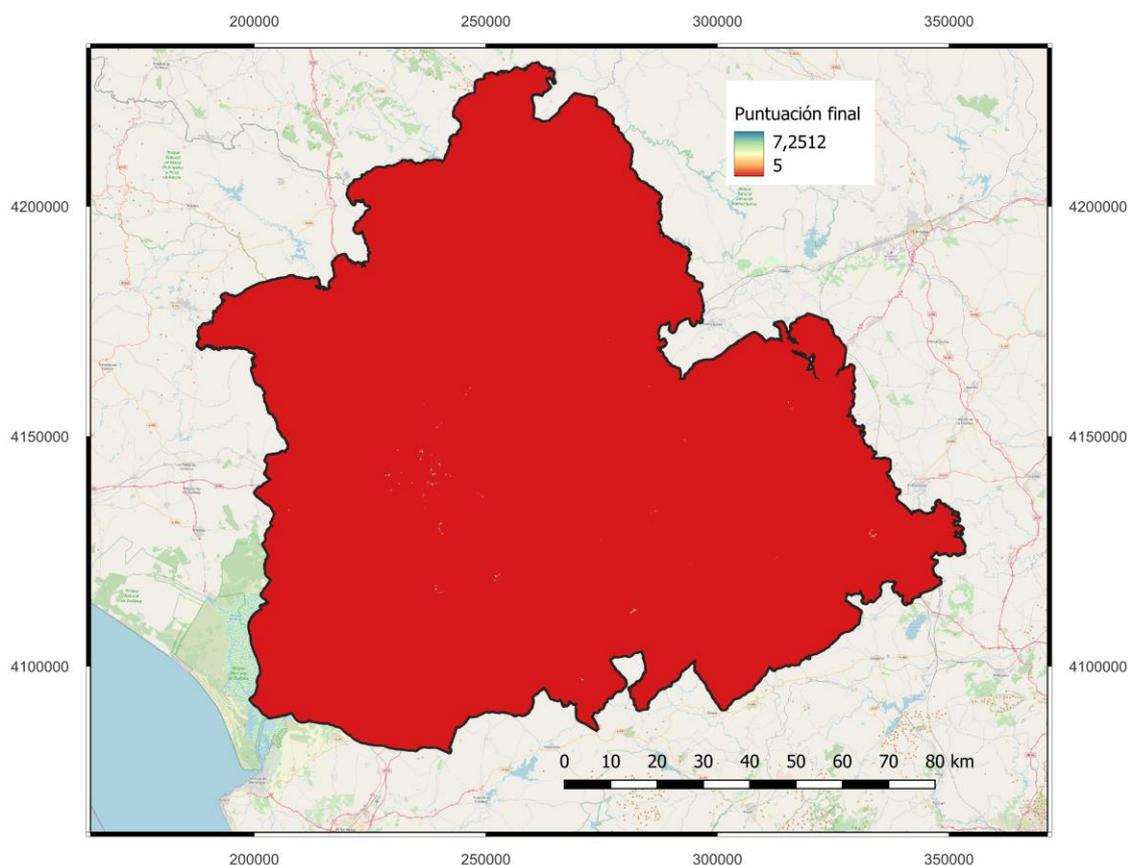


Figura 33 - Puntuación final con puntuaciones entre 5 y 7,2512
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

Las áreas que presentaron puntuaciones dentro de este rango final fueron consideradas como las más favorables para la construcción del nuevo centro comercial. Esta selección garantiza la viabilidad económica, accesibilidad del centro, un menor impacto ambiental y una mejor conexión con los servicios de emergencia y otras infraestructuras clave. Cabe recordar que se ha considerado que la superficie mínima para la construcción es de 20000 metros cuadrados.

Tras analizar las puntuaciones obtenidas mediante la metodología descrita, se identificaron tres lugares en la provincia de Sevilla que destacan como las más adecuadas para la construcción del nuevo centro comercial. Estos lugares se encuentran ubicados en Morón de la Frontera, Dos Hermanas y Sevilla.

Las ubicaciones seleccionadas para la construcción del nuevo centro comercial están estratégicamente situadas en polígonos industriales. Aunque este estudio es hipotético, la compra de estas parcelas industriales podría ser viable y así proceder con la construcción.

9.5.1 Morón de la Frontera

Morón de la Frontera es una localidad de la provincia de Sevilla, con una población de aproximadamente 28000 habitantes. Es conocida por su base aérea conjunta con Estados Unidos, lo que le da una relevancia estratégica y económica. Morón de la Frontera cuenta con una infraestructura bien desarrollada y una economía diversificada que incluye la industria, la agricultura y el comercio. La presencia de múltiples instalaciones y servicios, junto con su población considerable, hace que Morón de la Frontera sea un lugar muy prometedor para el desarrollo del nuevo centro comercial. Esta ubicación (Figura 34) (Figura 35) cuenta con aproximadamente 21000 metros cuadrados (zona señalada de color negro) y una puntuación de 6,5922.

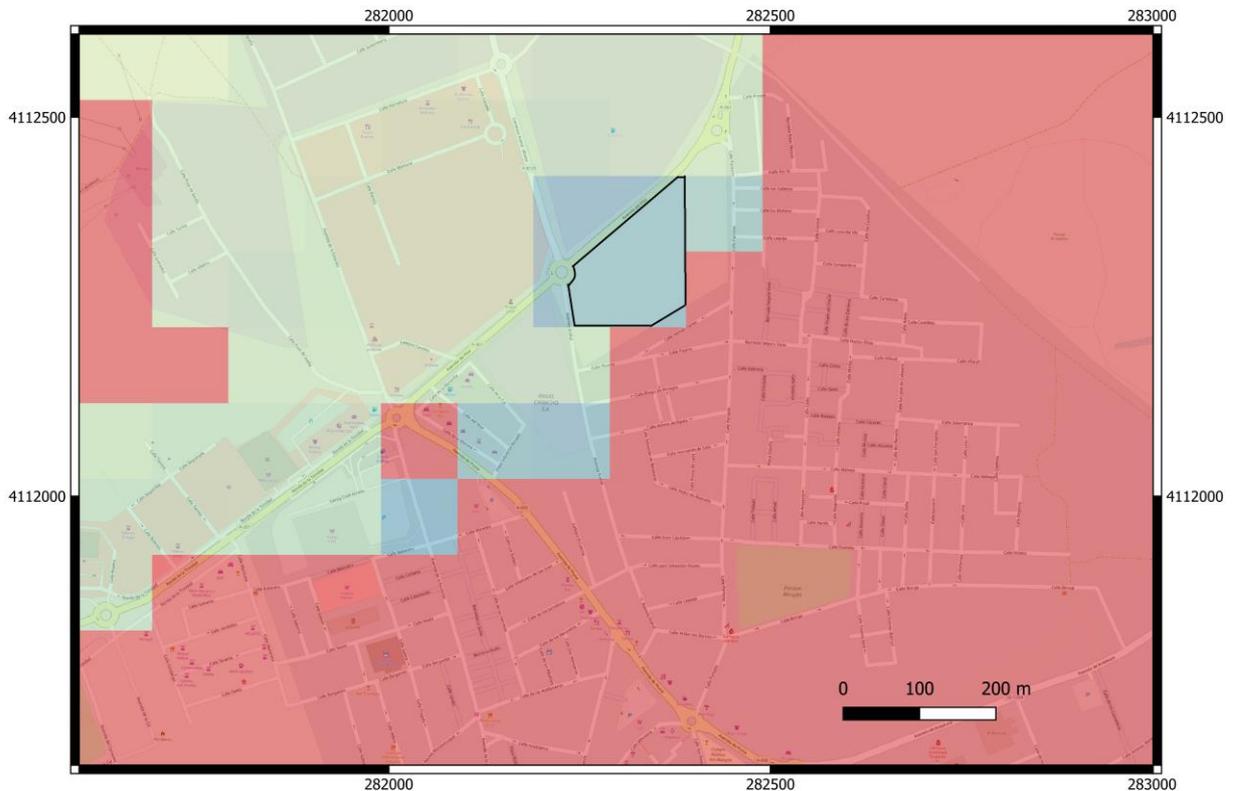


Figura 34 - Posible ubicación en Morón de la Frontera

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830

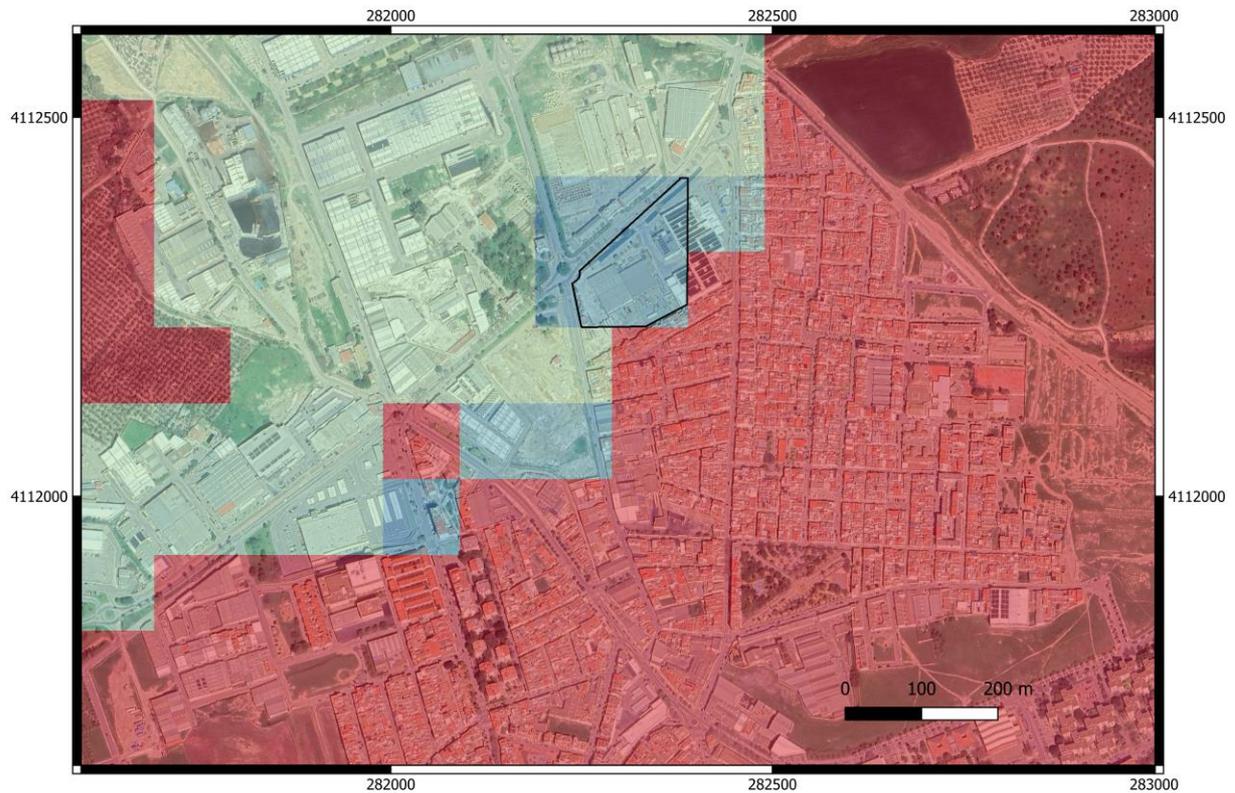


Figura 35 - Posible ubicación en Morón de la Frontera (imagen satelital)
 Elaboración propia. Imagen satelital (Google Earth, 2024). EPSG: 25830

9.5.2 Dos Hermanas

Dos Hermanas, con una población de alrededor de 137000 habitantes, es una de las ciudades más importantes de la provincia de Sevilla. Dos Hermanas cuenta con una infraestructura de transporte bien desarrollada, incluyendo conexiones ferroviarias y carreteras importantes como la A-4 y la SE-40. Su proximidad a Sevilla capital y su propia relevancia como centro urbano hacen de Dos Hermanas una opción altamente atractiva para la ubicación del centro comercial. La densidad poblacional y la conectividad aseguran un flujo constante de clientes potenciales, tanto locales como de áreas circundantes. Esta ubicación (Figura 36) (Figura 37) cuenta con aproximadamente 30000 metros cuadrados (zona señalada de color negro) y una puntuación de 6,9371.

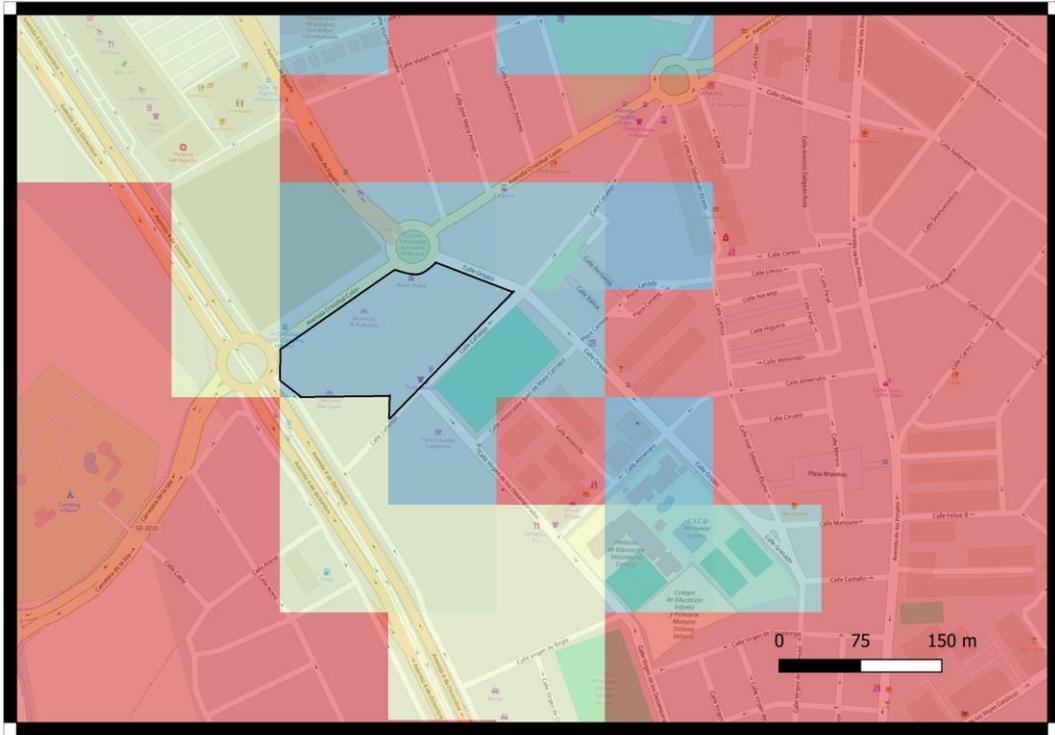


Figura 36 - Posible ubicación en Dos Hermanas
Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830



Figura 37 - Posible ubicación en Dos Hermanas (imagen satelital)
Elaboración propia. Imagen satelital (Google Earth, 2024). EPSG: 25830

9.5.3 Sevilla

Sevilla, la capital de la provincia y de Andalucía, es una ciudad con una población de 684164 habitantes, lo que la convierte en la cuarta ciudad más grande de España. El área destacada para el desarrollo de un nuevo centro comercial es la zona de San Pablo-Santa Justa, un distrito bien conectado y densamente poblado. Esta ubicación (Figura 38) (Figura 39) cuenta con aproximadamente 48000 metros cuadrados (zona señalada de color negro) y una puntuación de 6,4213.

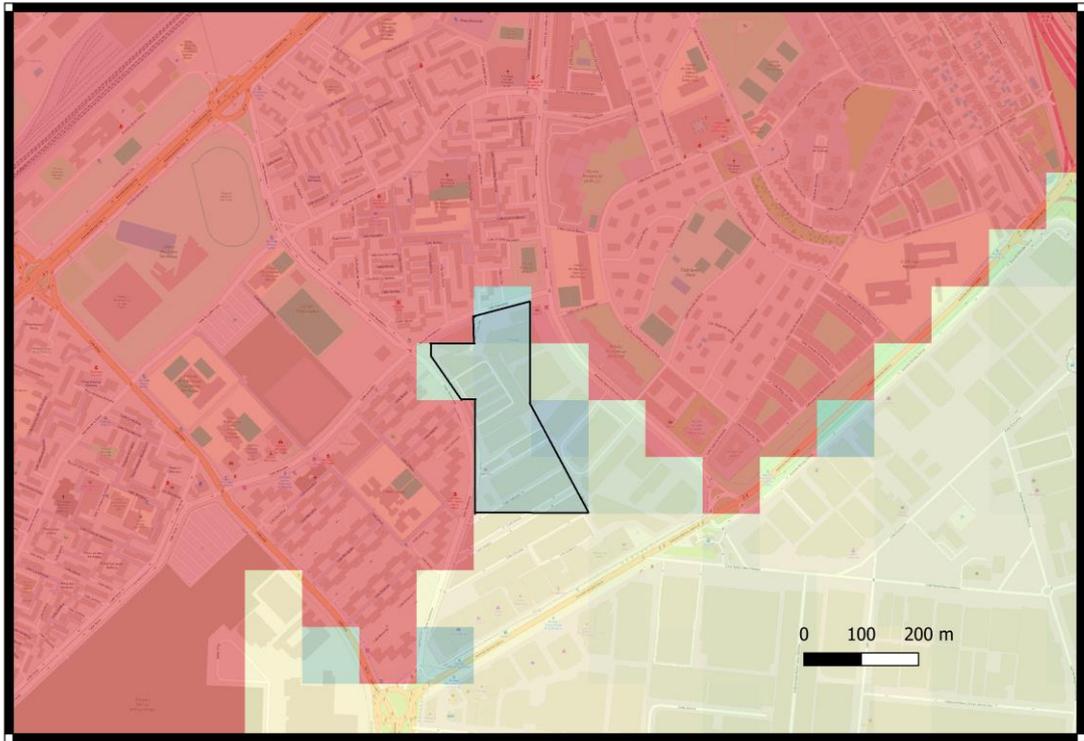


Figura 38 - Posible ubicación en Sevilla

Elaboración propia. Cartografía base (OpenStreetMap, 2024). EPSG: 25830



Figura 39 - Posible ubicación en Sevilla (imagen satelital)
Elaboración propia. Imagen satelital (Google Earth, 2024). EPSG: 25830

Estas ubicaciones presentan características que las hacen ideales para el desarrollo del nuevo centro comercial, ofreciendo un equilibrio entre accesibilidad, densidad poblacional, infraestructura y potencial económico. La adquisición de los terrenos queda fuera del alcance de este trabajo.

10 CONCLUSIÓN

Analizar la ubicación adecuada para un centro comercial en la provincia de Sevilla es necesario para maximizar la accesibilidad, atraer un flujo constante de visitantes y asegurar la viabilidad económica del proyecto. A través de un análisis detallado utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), se ha podido identificar y evaluar varios criterios importantes, tales como la densidad poblacional, la disponibilidad de carreteras, la proximidad a servicios de emergencia, la distancia a otros centros comerciales, las pendientes del terreno, las zonas protegidas y el uso del suelo.

El estudio ha demostrado la eficacia de estas herramientas para proporcionar una visión precisa y detallada de las posibles áreas para la construcción del centro comercial. Después de un análisis exhaustivo, se ha determinado la ubicación más adecuada.

Esta metodología puede ser aplicada a futuros estudios de planificación urbana y desarrollo de infraestructuras, proporcionando un marco riguroso y sistemático para la toma de decisiones. El uso de SIG y AHP ha permitido considerar una amplia gama de factores y sus interrelaciones, asegurando una selección de ubicación estratégica. Este proyecto subraya la importancia de la planificación basada en datos y destaca el potencial de las tecnologías avanzadas para transformar la manera en que diseñamos y desarrollamos nuestras ciudades.

REFERENCIAS

- 1000minds. (2024). *1000minds*. Recuperado el 3 de junio de 2024, de What is the Analytic Hierarchy Process (AHP)?: <https://www.1000minds.com/decision-making/analytic-hierarchy-process-ahp>
- Andalupedia. (2013). *Andalupedia*. Recuperado el 13 de mayo de 2024, de https://www.andalupedia.es/p_termino_detalle.php?id_ter=18942
- BBVA Communications. (2024). *BBVA*. Recuperado el 5 de marzo de 2024, de BBVA Research revisa al alza el crecimiento del PIB español en 2024 desde el 1,5% hasta el 2,1%: <https://www.bbva.com/es/economia-y-finanzas/bbva-research-revisa-al-alza-el-crecimiento-del-pib-espanol-en-2024-desde-el-15-hasta-el-21/>
- Central Interactiva. (2024). *ABASTURmedia*. Recuperado el 10 de mayo de 2024, de Maximizando el Potencial del Turismo de Shopping: Estrategias para Experiencias Impactantes y Desarrollo Económico Local: <https://www.abasturhub.com/nota/turismo/maximizando-el-potencial-del-turismo-de-shopping>
- Construmática. (2009). *Construmática*. Recuperado el 10 de mayo de 2024, de Componentes y Funcionalidades de un SIG: https://www.construmatica.com/construpedia/Componentes_y_Funcionalidades_de_un_SIG
- DALPGIS. (2023). *DALPGIS*. Recuperado el 10 de junio de 2024, de Descubriendo los Componentes de un SIG: Manejo y Análisis Geoespacial: <https://blog.dalpgis.com/2023/08/componentes-de-un-sig.html>
- Dempsey, C. (2023). *GeographyRealm*. Recuperado el 27 de abril de 2024, de Five Reasons to Start Using QGIS: <https://www.geographyrealm.com/five-reasons-to-start-using-qgis/>
- Doblado, R. (2023). *ABC de Sevilla*. Recuperado el 10 de marzo de 2024, de <https://www.abc.es/sevilla/ciudad/nuevas-firmas-llegan-centro-comercial-lagoh-sevilla-20231205125426-nts.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fsevilla%2Fciudad%2Fnuevas-firmas-llegan-centro-comercial-lagoh-sevilla-20231205125426-nts.html%3Fref%3Dhttps%3A%2F>
- España Fascinante. (2023). *España Fascinante*. Recuperado el 5 de mayo de 2024, de Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla: <https://espanafascinante.com/aire-libre/sierra-norte-de-sevilla/>
- Expansión. (2024). *Expansión/Datosmacro*. Recuperado el 1 de abril de 2024, de PIB de España - Producto Interior Bruto: <https://datosmacro.expansion.com/pib/espana#:~:text=L%20cifra%20del%20PIB%20en,los%2053%20pa%C3%ADses%20que%20publicamos>
- Fantoni, R., Hoefel, F., & Mazzarolo, M. (2014). *McKinsey*. Recuperado el 23 de marzo de 2024, de The future of the shopping mall: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/the-future-of-the-shopping-mall>
- GISGeography. (2024). *GISGeography*. Recuperado el 20 de mayo de 2024, de Vector vs Raster in GIS: What's the Difference?: <https://gisgeography.com/spatial-data-types-vector-raster/>
- Google Earth. (2024). Recuperado el 15 de junio de 2024, de <https://earth.google.com/>
- Gutiérrez, J. I. (2016). *InformaBTL*. Recuperado el 17 de mayo de 2024, de ¿Cuáles son los beneficios de un Centro Comercial?: <https://www.informabtl.com/cuales-los-beneficios-centro-comercial/>
- Hameli, K. (2018). A Literature Review of Retailing Sector and Business Retailing Types. *ILIRIA International Review*, 8(1), 67-87.
- Howard, V., & Stobart, J. (2018). Arcades, shopping centres and shopping malls. En J. Stobart, & V. Howard, *The Routledge Companion to the History of Retailing* (págs. 197-215). Londres, Reino Unido: Routledge.

- Imasgal. (2023). *Imasgal*. Recuperado el 16 de mayo de 2024, de Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica: <https://imasgal.com/aplicaciones-sistemas-informacion-geografica/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2024). *INE*. Recuperado el 20 de marzo de 2024, de <https://www.ine.es/>
- Irvine, O. (2019). *AsiaPropertyAwards*. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de Mixed-use to dominate future development in Asia: <https://www.asiapropertyawards.com/en/mixed-use-to-dominate-future-development-in-asia/>
- Jonker, A. (2023). *IBM*. Recuperado el 23 de mayo de 2024, de What is a GIS?: <https://www.ibm.com/topics/geographic-information-system>
- Junta de Andalucía. (2024). *Portal Ambiental de Andalucía*. Recuperado el 15 de abril de 2024, de Parque Nacional de Doñana: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page/-/asset_publisher/4V1kD5gLiJkq/content/parque-nacional-do-c3-b1ana/20151
- Junta de Andalucía. (2024). *Portal de Datos Estadísticos y Geoespaciales de Andalucía*. Recuperado el 25 de abril de 2024, de Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA): <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/datos-espaciales-de-referencia-de-andalucia-dera>
- Kiger, P. (2023). *URBANLAND*. Recuperado el 24 de marzo de 2024, de Turning Malls into Neighborhoods: <https://urbanland.uli.org/economy-markets-trends/turning-malls-into-neighborhoods>
- Lee et al. (2022). Development and Application of a QGIS-Based Model to Estimate Monthly Streamflow. *ISPRS Int. J. Geo-Inf*, 11(1), 40. doi:<https://doi.org/10.3390/ijgi11010040>
- Marín Latonda, R. (2023). *Vozpopuli*. Recuperado el 15 de abril de 2024, de La recuperación meteórica de los centros comerciales: 30 aperturas previstas y un 35% más de alquileres: https://www.vozpopuli.com/economia_y_finanzas/recuperacion-centros-comerciales.html
- Martínez-Trinidad, & Islas-Rodríguez. (2008). *Urban Forestry South*. Recuperado el 3 de mayo de 2024, de Aplicación de los sistemas de información geográfica en el manejo del arbolado urbano: <https://urbanforestrysouth.org/resources/library/ttresources/aplicacion-de-los-sistemas-de-informacion-geografica-en-el-manejo-del-arbolado-urbano>
- Mohamad et al. (2015). A GIS Application for Location Selection and Customers' Preferences for Shopping Malls in Al Ain City; UAE. Recuperado el 1 de abril de 2024
- MyGISNotebook. (2019). *MyGISNotebook*. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de Ráster vs vectorial: <https://mygisnotebook.blog/2019/03/03/raster-vs-vectorial/>
- Nylander, J. (2013). *CNN*. Recuperado el 2 de abril de 2024, de World's biggest mall a China 'ghost town': <https://edition.cnn.com/2013/03/03/business/china-worlds-largest-mall/index.html>
- OpenStreetMap. (2024). Recuperado el 01 de mayo de 2024, de <http://www.openstreetmap.org/>
- Ostos, J. (2019). *Expansión*. Recuperado el 15 de abril de 2024, de El centro comercial Lagoh abre sus puertas con una extensa oferta: <https://www.expansion.com/andalucia/2019/09/27/5d8d0bf1468aeb65308b45ef.html>
- Parejo, J. (2019). *Diario de Sevilla*. Recuperado el 16 de abril de 2024, de Centros comerciales en Sevilla: De Los Arcos a Lagoh, un crecimiento imparable: https://www.diariodesevilla.es/sevilla/Centros-comerciales-Sevilla-Arcos-Lagoh_0_1395460797.html
- Piercy, G. (2024). *Express*. Recuperado el 16 de abril de 2024, de The huge £1bn shopping centre that's the world's biggest with 2,350 stores: <https://www.express.co.uk/news/world/1880280/south-china-mall-worlds-biggest-shopping-centre-dongguan>
- Prodetur. (2023). *Prodetur*. Recuperado el 15 de marzo de 2024, de <https://www.prodetur.es/prodetur/www/reto-demografico/poblacion-provincia/>
- Ramírez, G. (2018). *Arquitectura Industrial*. Recuperado el 17 de abril de 2024, de ¿Cuál es la importancia de los centros comerciales en la economía regional?: <https://arquitecturaindustrial.org/abraham-cababie-daniel-la-importancia-los-centros-comerciales-la-economia-regional/>

- Sánchez, J. (2021). *CMICEF*. Recuperado el 1 de mayo de 2024, de Uso y aplicación de los sistemas de información geográfica para el manejo de recursos naturales: <https://cmicef.org/blog/2021/05/20/uso-y-aplicacion-de-los-sig-para-el-manejo-de-recursos-naturales/>
- TuNoticiaPR. (2021). *TuNoticiaPR*. Recuperado el 1 de mayo de 2024, de Exigen detener construcción de centro comercial en Aguadilla ante impacto ambiental en la zona cársica: <https://www.tunoticiapr.com/Gobierno-y-Politica/441931632--Exigen-detener-construcci%C3%B3n-de-centro-comercial-en-Aguadilla-ante-impacto-ambiental-en-la-zona-c%C3%A1rsica->
- Wells, M. (2022). *Richmond FED*. Recuperado el 10 de junio de 2024, de The Economic History of the Shopping Mall — and Its Future (Yes, It Does Have One): https://www.richmondfed.org/publications/research/econ_focus/2022/q3_economic_history