

Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de las Tecnologías Industriales

**Technoeconomic analysis for locating EV charging
infrastructures using locational intelligence**

Autor: Blanca Mateos Toribio

Tutores: Manuel Ordoñez Sánchez

Inmaculada Ventura

**Dpto. Matemática Aplicada II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Technoeconomic analysis for locating EV charging infrastructures using locational intelligence

Autor:

Blanca Mateos Toribio

Tutor:

Manuel Ordoñez Sánchez

Inmaculada Ventura

Profesor titular

Dpto. de Matemática Aplicada II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2022

Trabajo Fin de Grado: **Technoeconomic analysis for locating EV charging infrastructures using locational intelligence**

Autor:

Tutor:

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

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis amigos

La transición hacia la movilidad eléctrica se encuentra en un momento clave para su desarrollo. El crecimiento de este mercado tendrá repercusiones muy positivas sobre el medio ambiente, uno de los problemas globales que más preocupan actualmente. Este desarrollo se está viendo frenado por la ausencia de una red de carga lo suficientemente extendida que satisfaga las necesidades de los conductores de estos vehículos.

Este trabajo busca desarrollar las técnicas para la colocación estratégica de infraestructuras de carga de vehículos eléctricos haciendo uso de Inteligencia Espacial.

Abstract

Transition towards e-mobility is at a key moment for its development. The growth of this market will have a very positive impact on the environment, one of the most pressing global issues of concern today. This development is being held back by the lack of a sufficiently widespread charging network that meet the needs of drivers of these vehicles.

The aim of this work is to develop the techniques for the strategic placement of electric vehicle charging infrastructures using spatial intelligence.

Resumen	ix
Abstract	xi
Índice	xiii
Índice de Tablas	xv
Índice de Figuras	xvii
Notación	xix
1. El vehículo eléctrico	2
1.1. <i>Tipos de vehículos eléctricos</i>	3
1.2. <i>Tipos de baterías</i>	3
1.3. <i>Infraestructuras de recarga</i>	4
1.3.1. Modos de carga	4
1.3.2. Niveles de carga	6
1.3.3. Tipos de conectores [5]	7
2. Estado del arte. El vehículo eléctrico y la red de carga en Europa y España	11
2.1. <i>Situación del vehículo eléctrico en Europa</i>	11
2.2. <i>Situación del vehículo eléctrico en España</i>	14
3. Estado del arte. Análisis Espacial	16
3.1. <i>Datos espaciales</i>	16
3.2. <i>Análisis espacial</i>	17
3.3. <i>Herramientas de análisis espacial</i>	18
3.4. <i>CARTO</i>	18
4. Metodología	20
5. Aplicación a Sevilla	23
5.1. <i>Economía</i>	25
5.2. <i>Sociodemografía</i>	27
5.2.1. Población total	28
5.2.2. Educación	33
5.3. <i>Densidad de tráfico</i>	34
5.5 <i>Empresas</i>	40
5.6. <i>POIs</i>	41
6. Resultados	42
6.1. <i>Casco Antiguo</i>	42
6.2. <i>Macarena</i>	45
6.3. <i>Nervión</i>	45
6.4. <i>Cerro – Amate</i>	46
6.5. <i>Sur</i>	47
6.6. <i>Triana</i>	50
6.7. <i>Norte</i>	51
6.8. <i>San Pablo – Santa Justa</i>	51
6.9. <i>Este – Torreblanca - Alcosa</i>	52

6.10.	<i>Bellavista – La Palmera</i>	52
6.11.	<i>Los Remedios</i>	53
6.12.	<i>Tabla de Resultados</i>	55
6.13.	<i>Mapa de resultados clasificados por potencias</i>	56
7.	Anexos	57
7.1.	<i>Economía y densidad de tráfico media</i>	57
7.2.	<i>Demografía</i>	58
7.3.	<i>Educación</i>	58
7.4.	<i>Competidores</i>	58
7.5.	<i>POIS</i>	59
7.6.	<i>Densidad de tráfico</i>	59
8.	Bibliografía	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6-1: Resultados

55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Modo de carga 1	4
Figura 1.2: Modo de carga 2	5
Figura 1.3: Modo de carga 3	5
Figura 1.4: Modo de carga 4	5
Figura 1.5: Conector Schuko	7
Figura 1.6: Conector SAEJ1772	7
Figura 1.7: Conector Mennekes	8
Figura 1.8: Conector Scame	8
Figura 1.9: Conector CCS	8
Figura 1.10 Conectos CHAdeMO	9
Figura 2.1: Matriculaciones de turismos en la Unión Europea por tipo (ACEA)	11
Figura 2.2: Matriculaciones de vehículos eléctricos en Europa hasta noviembre de 2021	12
Figura 2.3: Venta de turismos eléctricos sobre el total durante el primer semestre de 2022	12
Figura 2.4: Resumen de ventas de vehículos eléctricos	14
Figura 3.1: Ejemplo de utilización.	19
Figura 4.1: Business Model Canvas	22
Figura 5.1: Distritos de Sevilla, CARTO	24
Figura 5.2: Barrios de Sevilla, CARTO	24
Figura 5.3: Distribución de la renta por persona en Sevilla	25
Figura 5.4: Distribución de la población total en Sevilla	28
Figura 5.5: Distribución de la población entre 16 y 64 años	28
Figura 5.6: Distribución de la población Casco Antiguo	29
Figura 5.7: Distribución de la población Macarena	29
Figura 5.8: Distribución de la población Nervión	29
Figura 5.9: Distribución de la población Cerro - Amate	30
Figura 5.10: Distribución de la población Sur	30
Figura 5.11: Distribución de la población Triana	30
Figura 5.12: Distribución de la población Norte	31
Figura 5.13: Distribución de la población San Pablo – Santa Justa	31
Figura 5.14: Distribución de la población Este – Torreblanca - Alcosa	31
Figura 5.15: Distribución de la población Bellavista – La Palmera	32
Figura 5.16: Distribución de la población Los Remedios	32
Figura 5.17: Distribución de la población con estudios de tercer grado	33
Figura 5.18: Barrios con mayor cantidad de población con estudios de tercer grado	33

Figura 5.19: Densidad de tráfico en Sevilla	34
Figura 5.20: Densidad de tráfico Casco Antiguo	34
Figura 5.21: Densidad de tráfico Macarena	35
Figura 5.22: Densidad de tráfico Nervión	35
Figura 5.23: Densidad de tráfico Cerro - Amate	36
Figura 5.24: Densidad de tráfico Sur	36
Figura 5.25: Densidad de tráfico Triana	37
Figura 5.26: Densidad de tráfico Norte	37
Figura 5.27: Densidad de tráfico San Pablo – Santa Justa	38
Figura 5.28: Densidad de tráfico Este – Torreblanca – Alcosa	38
Figura 5.29: Densidad de tráfico Bellavista – La Palmera	39
Figura 5.30: Índice superior a 90 Bellavista – La Palmera	39
Figura 5.31: Densidad de tráfico Los Remedios	39
Figura 5.32: Índice superior a 90 Los Remedios	39
Figura 6.1: Ubicación cargador Puente Cristo de la Expiración	42
Figura 6.2: Ubicación cargador Torneo	43
Figura 6.3: Ubicación cargador Paseo Colón	43
Figura 6.4: Ubicación cargador Plaza del Duque	44
Figura 6.5: Ubicación cargador Luis Montoto	45
Figura 6.6: Ubicación cargador Eduardo Dato	46
Figura 6.7: Ubicación cargador Calle Amor	46
Figura 6.8: Ubicación cargador Avenida Diego Martinez Barrio	47
Figura 6.9: Ubicación cargador Avenida Manuel Siurot	47
Figura 6.10: Ubicación cargador Avenida de La Paz 1	48
Figura 6.11: Ubicación cargador Avenida de La Paz 2	48
Figura 6.12: Ubicación cargador Alcalde Juan Fernández	49
Figura 6.13: Ubicación cargador Ronda de Triana 1	50
Figura 6.14: Ubicación cargador Ronda de Triana 2	50
Figura 6.15: Ubicación cargador Calle Metalurgia	51
Figura 6.16: Ubicación cargador Kansas City	51
Figura 6.17: Ubicación cargador Avenida Alcalde Luis Uruñuela	52
Figura 6.18: Ubicación cargador avenida de Jerez	52
Figura 6.19: Ubicación cargador Avenida de Alemania 1	53
Figura 6.20: Ubicación cargador avenida Flota de Indias 1	54
Figura 6.21 Ubicación cargador avenida Flota de Indias 2	54
Figura 6.22: Ubicación cargador José Delgado Brackenburry	54
Figura 6.23: Resultados	56

Notación

A^*	Conjugado
c.t.p.	En casi todos los puntos
c.q.d.	Como queríamos demostrar
■	Como queríamos demostrar
e.o.c.	En cualquier otro caso
e	número e
Re	Parte real
Im	Parte imaginaria
sen	Función seno
tg	Función tangente
arctg	Función arco tangente
sen	Función seno
$\sin^x y$	Función seno de x elevado a y
$\cos^x y$	Función coseno de x elevado a y
Sa	Función sampling
sgn	Función signo
rect	Función rectángulo
Sinc	Función sinc
$\partial y \partial x$	Derivada parcial de y respecto
x°	Notación de grado, x grados.
$\Pr(A)$	Probabilidad del suceso A
SNR	Signal-to-noise ratio
MSE	Minimum square error
:	Tal que
<	Menor o igual
>	Mayor o igual
\	Backslash
\Leftrightarrow	Si y sólo si

1. EL VEHÍCULO ELÉCTRICO

A pesar de que la primera aparición del coche eléctrico fue a finales del siglo XIX, no ha sido hasta estos últimos años que han tomado un papel fundamental en el mercado automovilístico [1].

Estos primeros vehículos eléctricos no tuvieron éxito debido a que los avances tecnológicos de la época no eran suficientes; la velocidad que podían alcanzar estaba muy limitada y el precio era elevado. Esto, sumado a la falta de infraestructuras de carga, obstáculo principal que también observamos en la actualidad, provocaron que los fabricantes detuvieran la producción de estos coches.

El desplazamiento de la población desde zonas rurales hacia las grandes ciudades ha agravado dos grandes problemas: la congestión y la contaminación. Podemos decir que el porcentaje de congestión se mide como el tiempo real que se tarda en realizar un recorrido frente al tiempo que se tardaría si no encontráramos ningún otro vehículo. Un porcentaje elevado implica un mayor número de coches, emitiendo gases que son nocivos y empeorando la calidad del aire de las personas que residen en las ciudades.

El abuso de la utilización de combustibles fósiles ha derivado en múltiples efectos adversos sobre el medio ambiente. Entre ellos el aumento de emisiones de CO₂, que sumado a otros gases están causando lo que se conoce como efecto invernadero.

Los vehículos de combustión son el segundo sector más contaminante de la atmósfera, por detrás del industrial. Está previsto que para el año 2055 este sector crezca en un 77% [2]. Es por esto por lo que reducir las emisiones producidas por estos representa un objetivo fundamental.

El agravamiento de los problemas medioambientales, el agotamiento de los combustibles fósiles y la creciente demanda de carburantes para abastecer el incremento de vehículos de combustión, han forzado las investigaciones en el sector eléctrico, que representa la más clara solución al problema. La electrificación de la próxima generación del transporte puede ser capaz de subsanar los problemas relacionados con los combustibles convencionales.

La conciencia ambiental y los avances tecnológicos han provocado el resurgimiento del coche eléctrico, nos encontramos en un proceso de transformación histórico que podría terminar por sustituir a largo plazo los vehículos de combustión.

El principal obstáculo para el desarrollo de este mercado, aparte de su precio notablemente superior, es la batería, la inexistencia de una red de carga suficiente crea inseguridad a la hora de comprar un coche de estas características. La baja demanda generada hace que los proveedores no inviertan lo suficiente en la creación de infraestructuras de recarga, debido a la poca fiabilidad ante la lenta recuperación de la inversión realizada.

Actualmente los gobiernos están tomando partido y aplicando medidas para acelerar la transición. A principios del año 2023 será obligatorio disponer de cargadores por cada 20 plazas de garaje lo que supondrá en España lo que se espera que suponga un gran avance en el sector.

1.1. Tipos de vehículos eléctricos

Podemos distinguir tres tipos de vehículo eléctrico [3]:

Vehículos híbridos (HEV)

Vehículos híbridos son aquellos que utilizan ambas fuentes de potencia, combustión y electricidad. Se alimentan únicamente con combustible, como un vehículo convencional. El motor eléctrico sirve como apoyo y contribuye al menor consumo. Dependiendo de si hablamos de un híbrido en serie o en paralelo la transmisión de la potencia a las ruedas se hace directamente desde el motor eléctrico, en este caso el motor de combustión tiene como función la generación de electricidad para el eléctrico, o desde ambos motores en el caso del híbrido en paralelo.

Vehículo híbrido enchufable (PHEV)

Al igual que los no enchufables, el motor principal es el motor de combustión interna. Ambos tipos de vehículos reducen considerablemente las emisiones de gases. El motor de combustión aumenta la autonomía.

Es posible su funcionamiento únicamente eléctrico durante distancias cortas. Como su nombre indica, la diferencia es frente a los HEV es que la batería puede cargarse al conectarse a una fuente de alimentación externa. Las baterías son de mayor tamaño, lo que se traduce en una mayor autonomía que puede llegar a alcanzar los 100 km en los modelos más actuales. Una batería puede llegar a pesar entre 250 y 300 kg por lo que aumentar su tamaño supone un aumento considerable del peso total lo que afecta al rendimiento de estos vehículos.

Vehículo eléctrico (EV o BEV)

Es el puramente eléctrico, tienen un único tipo de motor. La inexistencia del motor de combustión hace que no emitan gases contaminantes. La batería se carga enchufándola a la red eléctrica y puede aprovechar el frenado para cargar la batería, el conocido como frenado regenerativo.

1.2. Tipos de baterías

La elección de la batería más adecuada depende del tipo de vehículo, se busca que el rendimiento sea el mayor posible, la mayor potencia posible a la vez que el mayor tiempo de duración. La batería es actualmente el punto crítico de los coches eléctricos, la autonomía que proporcionan no es comparable con la de un vehículo de combustión y no llega a alcanzar las expectativas del usuario. La ansiedad de carga es el nombre que se le ha dado a el miedo de los conductores a quedarse sin batería antes de llegar a su destino.

Las baterías de iones de litio son las que presentan una mayor eficiencia, el peso de estas es reducido y su relación respecto a la cantidad de energía almacenada es alta. Actualmente es la que se encuentra en mayor desarrollo y la que utilizan la gran mayoría de vehículos. La vida útil de este tipo de baterías es mayor debida a que el número de ciclos de carga a la que se someta no disminuye su capacidad.

También existen baterías de plomo-ácido, de níquel cadmio y de hidruro metálico de níquel, estas últimas son comunes en coches híbridos.

1.3. Infraestructuras de recarga

Un cargador esta formado por un panel de carga, una interfaz de comunicación con el usuario y puede o no llevar incorporada la manguera de carga. La potencia se instala según la configuración del grid que depende del ratio de voltaje, de la frecuencia y los estándares de transmisión.

Al igual que los diferentes modelos de coche aceptan un tipo u otro de carga los cargadores pueden clasificarse según el tipo de potencia que son capaces de suministrar, el modo de carga y el tipo de conector.

La estandarización de los cargadores aún no ha llegado y a diferencia del repostaje de carburante, cada fabricante ha apostado por un tipo de conector, que está diseñado para cargar a un nivel y de un modo, pudiendo un mismo coche aceptar varios modos.

En cualquier caso, la velocidad máxima depende de la máxima potencia a la que puede cargar el coche, aunque un cargador permita la carga con una potencia superior.

1.3.1. Modos de carga

Según el estándar europeo, existen 4 modos de carga destinados a un uso diferente según la situación, la clasificación se hace según el nivel de comunicación que se da entre el coche y el cargador. Los modos de carga 1,2 y 3 se realizan en corriente alterna y el modo 4 en continua [4].

Modo 1

La característica principal es la inexistencia de comunicación entre el cargador y el vehículo, que se enchufa directamente a la red doméstica a través de una toma tipo Schuko. La intensidad de 16 A de la red monofásica limita la potencia a 3,7 kW. Es el modo más barato, pero también el más lento.

No se recomienda para la carga del coche eléctrico porque no incluye ningún tipo de protección y su uso habitual es para la carga de vehículos de menor tamaño, como patinetes eléctricos.



Figura 1.1: Modo de carga 1

Modo 2

La diferencia con el modo 1 es que este modo sí incluye un sistema de protección en el cable que puede incluir un temporizador o un controlador de la velocidad de carga. También es de carga lenta monofásica. El grado de comunicación con la red es bajo, pero permite verificar la correcta conexión.



Figura 1.2: Modo de carga 2

Modo 3

A partir del modo 3 la comunicación es mayor. Debe realizarse una instalación previa de un dispositivo, Wall Box, en el que se encuentran las protecciones del cargador y cuyo uso es exclusivo para la carga de vehículos. Este dispositivo permite la monitorización de la recarga.

En cada extremo del cable se pueden instalar conectores específicos.

Se realiza en corriente monofásica, pudiéndose realizar también en trifásica en cuyo caso alcanzaría una potencia de 43 kW.



Figura 1.3: Modo de carga 3

Modo 4

El grado de comunicación pasa a ser muy elevado. Se realiza en corriente continua por lo que es necesaria la instalación de un transformador de alterna a continua, incorporado en el cargador. Es el modo utilizado para la carga rápida, transfiriendo potencias elevadas. Está previsto que permita la carga en aproximadamente 30 minutos.

Está destinado para lugares de acceso público, debido al alto coste de la instalación que lo hace poco accesible para residencias privadas. Tanto los controladores como el propio cable pertenecen a la infraestructura de recarga. El extremo que se conecta al coche permite diferentes conectores.



Figura 1.4: Modo de carga 4 [5]

1.3.2. Niveles de carga

Existen cuatro niveles de carga [6]:

Carga lenta o doméstica

Se realiza en alterna monofásica. No es necesaria una instalación previa, un coche puede cargar directamente de la red doméstica a través de un enchufe convencional, tipo Shuko. Aunque esto podría producir un sobrecalentamiento del circuito.

Por lo que es recomendable la instalación de una toma SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico). Esta es capaz de transmitir una potencia de 3,7 kW para la que el tiempo de carga se sitúa en 8 horas. Son especialmente adecuadas para garajes privados, viviendas y como solución simple en comunidades de vecinos ya que está pensada para hacer cargas durante la noche. No supone un aumento de la potencia contratada.

Para que sea posible conectar el coche directamente al enchufe los fabricantes suelen suministrar un cable limitador de potencia, reduciendo la intensidad transmitida y aumentando el tiempo de carga. Es equivalente al modo 2 o 3.

Recarga semi-rápida

Puede trabajar en corriente alterna monofásica y en trifásica. La potencia necesaria en monofásica es de 7,4 kW, lo que sitúa el tiempo de carga en 4 horas.

Con corrientes trifásicas el tiempo de carga disminuye a 3 horas utilizando una potencia de 11 kW o a 1,5 horas si la intensidad es de 32 A, que se traduce a una potencia demandada de 22 kW. Debemos tener en cuenta que la instalación trifásica tiene una inversión asociada mayor.

El modo de carga equivalente para la carga semi-rápida es el modo 3. Es un tipo de carga adecuada para lugares de ocio o supermercados.

Recarga rápida

Se considera carga rápida, cargadores con potencias de 50 kW y 100 kW en corriente continua. Estos cargadores son de un tamaño superior, tienen que incluir el transformador. Son capaces de cargar por completo en 25 o 45 minutos. Han de venir equipados con tomas de tipo ChaDeMo o CSS COMBO, ya que son las que permiten la carga en continua.

Recarga ultra-rápida

A partir de 120 kW, con un punto de estas características el tiempo de carga se sitúa entre 15-30 minutos. Requieren un nivel de inversión y mantenimiento muy alto, si bien, en determinadas ubicaciones estratégicas como áreas de servicio y para vehículos de alta gama puede considerarse su instalación.

1.3.3. Tipos de conectores

Se pueden distinguir seis tipos de conectores [7]:

Schuko (tipo F)

Es el conector estándar europeo, el que utilizamos comúnmente para conectar cualquier aparato doméstico.

Puede soportar hasta 16 A de intensidad, aunque no se suelen superar los 12 A, por lo que lo clasificamos dentro de carga lenta en modo uno o dos. Nivel de carga superlenta o lenta.

Tiene dos bornes principales y una toma a tierra.



Figura 1.5: Conector Schuko

SAE J1772 (Tipo 1)

Fue desarrollado en Estados Unidos y está presente en las primeras generaciones de vehículos. Además de los mencionados en el conector de tipo F tiene dos contactos adicionales que proporcionan mayor seguridad y control sobre la carga. Es compatible con los modos de carga 1, 2 y 3.



Figura 1.6: Conector SAEJ1772

Mennekes (Tipo 2)

Desarrollado por la empresa alemana Menneke, estandarizado por la ACEA (Asociación Europea de Constructores).

Admite cargas en trifásica por lo que cuenta con tres pines de fase y un neutro, al que sumamos una toma a tierra y al igual que en los casos anteriores dos tomas para comunicación y control de carga, 7 en total.

La carga puede realizarse con potencias entre 3,7 y 43 kW, en modo 3.



Figura 1.7: Conector Mennekes

Scame

Conocido como EV plug-in Alliance. No está muy extendido y por lo general lo utilizan compañías de pequeños vehículos eléctricos. Implantado, de manera general, en Formula e.



Figura 1.8: Conector Scame

CCS: Combo 1 y Combo 2

Añade 2 pines a una toma de tipo 2, para corriente continua lo que lo hace compatible con el modo 4 de carga.



Figura 1.9: Conector CCS

CHAdeMO

La japonesa TEPCO desarrollo CHAdeMO y la convirtió en la toma estándar oficial de Japón, la gran mayoría de estaciones de recarga de este país disponen de este tipo de salida. Sin embargo, en Europa está desapareciendo y esto es debido a la tendencia a equipar los nuevos vehículos con una entrada CCS.



Figura 1.10 Conectores CHAdeMO

2. ESTADO DEL ARTE. EL VEHÍCULO ELÉCTRICO Y LA RED DE CARGA EN EUROPA Y ESPAÑA

La estructura del mercado actual es ideal para la continuación de la explotación de los coches convencionales y los consumidores aún no están familiarizados con los EV, la gran mayoría no los han conducido y menos aún considerado comprar uno a corto plazo. Es por esto por lo que el papel de los gobiernos y las medidas que están tomando son un factor clave para impulsar el mercado.

Los jefes de estado, en un intento de promover la transición hacia la *e-mobility* están ofreciendo compensaciones y ayudas a los conductores de este tipo de vehículo, viendo esta como una solución real contra el problema climático. La subida de los precios de la gasolina también es un motivo para el planteamiento de la opción de compra de un vehículo eléctrico.

2.1. Situación del vehículo eléctrico en Europa

Observando los datos sobre la cuota de mercado podemos apreciar el crecimiento de las matriculaciones de coches eléctricos. Por primera vez en Europa, el pasado año 2021, se alcanzó la cifra de ventas de 1.000.000 de vehículos matriculados. El volumen de ventas superó en más de un 40% el del año anterior. Durante el año 2021 la venta de vehículos eléctricos representó un 11% de la cuota de mercado, un 3,3% mayor que la cuota de 2020, quiere decir que las matriculaciones de este tipo de vehículo representan una de cada diez [8].

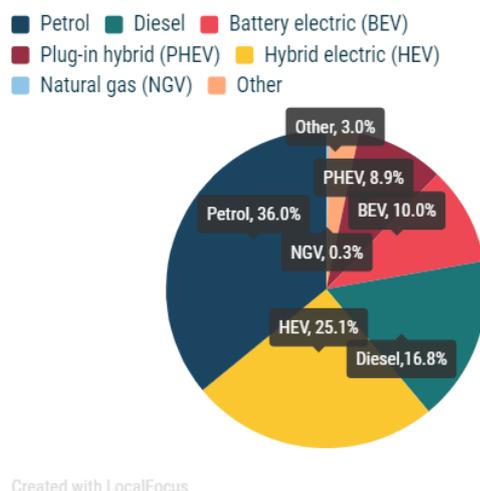
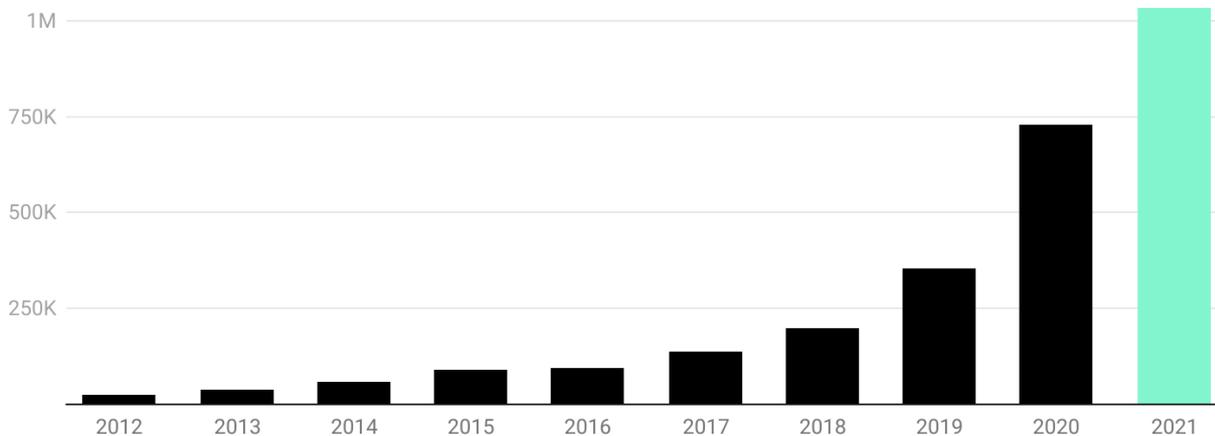


Figura 2.1: Matriculaciones de turismos en la Unión Europea por tipo (ACEA)

Las estadísticas no solo reflejan la evolución, también la distribución desigual del mercado en toda Europa, el crecimiento de la industria en los países del norte supera con creces el de los países del sur de Europa cuyo crecimiento esta siendo más lento.



Western Europe = EU Member States prior to the 2004 enlargement, plus EFTA markets Norway, Switzerland, Iceland, plus UK
 Source: Schmidt Automotive Research • Created with Datawrapper

Figura 2.2: Matriculaciones de vehículos eléctricos en Europa hasta noviembre de 2021 [2]

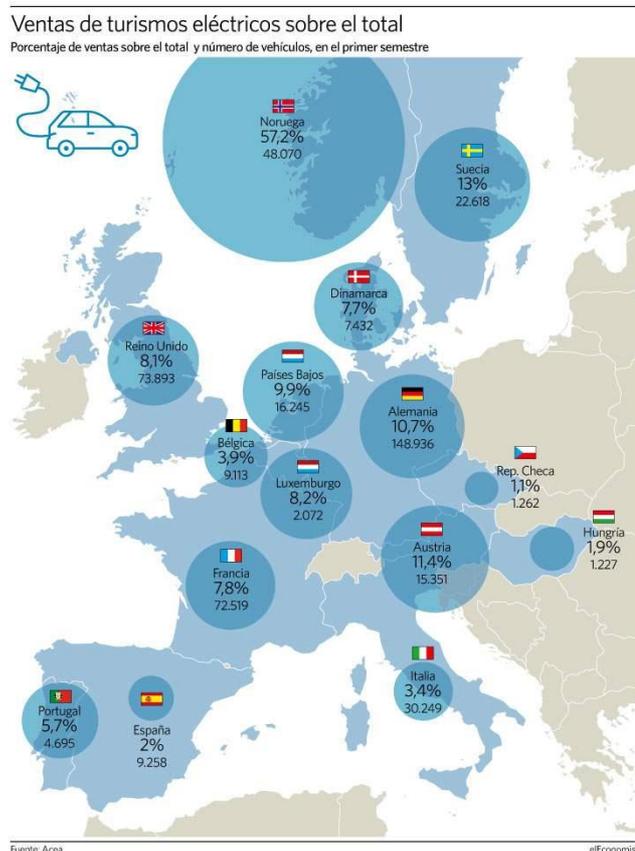


Figura 2.3: Venta de turismos eléctricos sobre el total durante el primer semestre de 2022 (El economista)

Situación de la red de carga

Según datos de ACEA (Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles) las matriculaciones de coches eléctricos durante los últimos cinco años se han visto multiplicadas por 10, mientras tanto las infraestructuras de carga no están creciendo a la misma velocidad, durante el mismo periodo de tiempo solo han aumentado 2,5 veces. Para alcanzar los objetivos de reducción de gases contaminantes prevista para 2055 el número de cargadores públicos deberá alcanzar los 6,8 millones en toda la unión europea.

En la actualidad, Europa dispone de unos 374.000 cargadores públicos. El crecimiento de la red es notablemente superior en Alemania, Países Bajos, Francia, Italia y Reino Unido, entre ellos suman dos tercios del total.

Según un reporte desarrollado por ChargeUp Europe, en Europa la media es de 73 cargadores por cada 100.000 habitantes. Lo que más resalta de este dato es que la mitad de estos cargadores se distribuyen en dos únicos países, Alemania y Países Bajos. Además, la distribución de potencias de los cargadores tampoco es uniforme, el 90% no superan los 22 kW, es decir, son de carga lenta.

Política e incentivos

Recientemente la consultora PWC ha publicado un informe en el que se detallan las ayudas destinadas a los conductores de coches eléctricos, que tratan de impulsar el mercado.

En general, y debido a la pandemia, las ayudas han disminuido si las comparamos con años anteriores, ejemplo de esto es Reino Unido donde en el año 2022 ha recortado las ayudas en un 50%. Alemania, sin embargo, en vez de recortar las ayudas endurecerá los requisitos para acceder a ellas.

En cuanto a las inversiones destinadas para la instalación de infraestructuras de carga, la ACEA ha advertido de la necesidad de aumentarlas de manera inmediata. Para alcanzar los objetivos marcados deberían instalarse cada semana, en toda la UE, unos 14.000 puntos de recarga, que pertenezcan a la red pública.

Dentro del plan propuesto se incluye [9]:

- El propósito de alcanzar los 6,8 millones de lugares públicos de recarga, par la descarbonización de los turismos de pasajeros.
- La distribución de estos deberá ser tal que garantice que por cada 100 km de carretera correspondan 184 puntos de carga.
- Para el caso de puntos de carga para autobuses y camiones se necesitarán 56.000 y 279.000 puntos respectivamente.

Esto supone una inversión de 280 mil millones de euros que incluyen una mejora de la red eléctrica actual.

Europa ha puesto en marcha una serie de medidas que ayudaran a aceleran el proceso de transformación. Como parte del European Green Deal, se ha fijado 2050 como la fecha en la que se alcanzará la neutralidad climática, para esto además en el año 2030 se reducirán en un 55% los gases contaminantes emitidos a la atmósfera.

Dentro del paquete de medidas “Fit for 55” se recoge una propuesta “sobre el despliegue de infraestructuras de combustibles alternativos y por la que se deroga la directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo”

En los artículos 3 y 4 los Estados miembros se comprometen proporcionar, al menos, 1kW de potencia a través de estaciones de recarga públicas por cada matriculación de un coche eléctrico (EV) y de 0,66 kW por cada híbrido eléctrico enchufable (PHEV).

2.2. Situación del vehículo eléctrico en España

Según datos de ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Auotomóviles y camiones) en 2017, en España, solo el 0,001% de los vehículos eran eléctricos. Actualmente este mismo porcentaje se encuentra en un 2%.

Durante los meses que han transcurrido del año 2022, las ventas de vehículos eléctricos y híbridos enchufables suman mas de 30.000, comparada con la cifra para el mismo periodo de el pasado 2021, las ventas han aumentado un 32%. En el mes de abril, los turismos electrificados representaban 9 de cada 100 vendidos.

Todas estas cifras indican que el mercado se encuentra en constante crecimiento y que se espera que el crecimiento sea exponencial. Este crecimiento se esta viendo afectado por el desabastecimiento de las piezas necesarias para la fabricación [10].

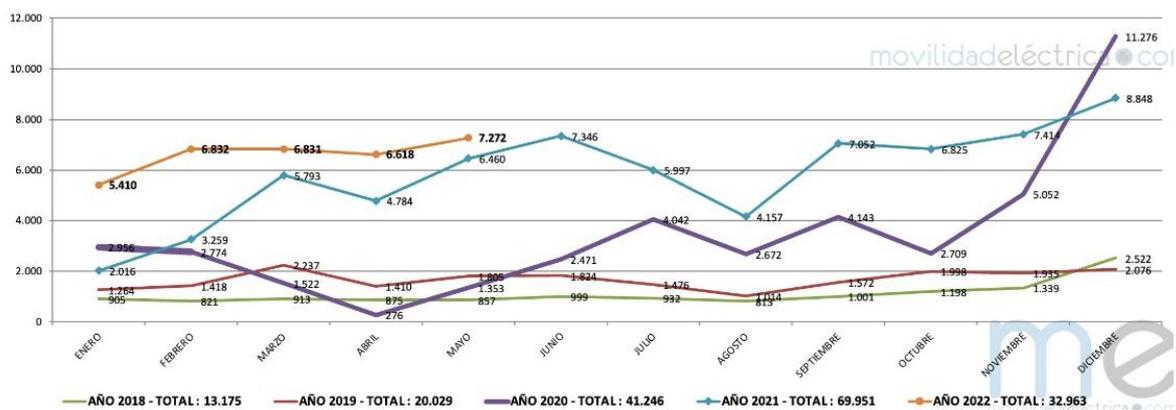


Figura 2.4: Resumen de ventas de vehículos eléctricos 2018/2019/2020/2021/2022 (BEV/PHEV+EREV/Totales) [11]

La distribución de las ventas dentro del territorio español tampoco es uniforme, la mayor cantidad de matriculaciones se dan en Barcelona y Madrid. La renta superior de los habitantes de estas ciudades, así como las medidas gubernamentales aplicadas, como la restricción al tráfico de vehículos de combustión en Madrid Central, han favorecido el crecimiento del mercado.

Situación de la red de carga en España

El principal motivo por el que el crecimiento del mercado en España no está alcanzando los niveles de otros países de Europa es la escasez de puntos de recarga. Por cada millón de habitantes España cuenta con 245 puntos, lo que comparado con datos de Alemania (567) o Francia (686) nos sitúa lejos de liderar el movimiento. En total en España se pueden contar 11.517 cuyo acceso sea público. (Datos de ANFAC)

Alcanzar los objetivos supone multiplicar por 7,4 antes de 2023 el número de cargadores actual. El ritmo al que se encuentra creciendo la red actualmente es bajo comparado con el que se espera. Sumando el hecho de que más del 85% de estos son cargadores de potencias iguales o menores a 22 kW.

Cataluña es la comunidad autónoma en la que se encuentran instalados más estaciones, seguida de la Comunidad Valenciana y de Madrid.

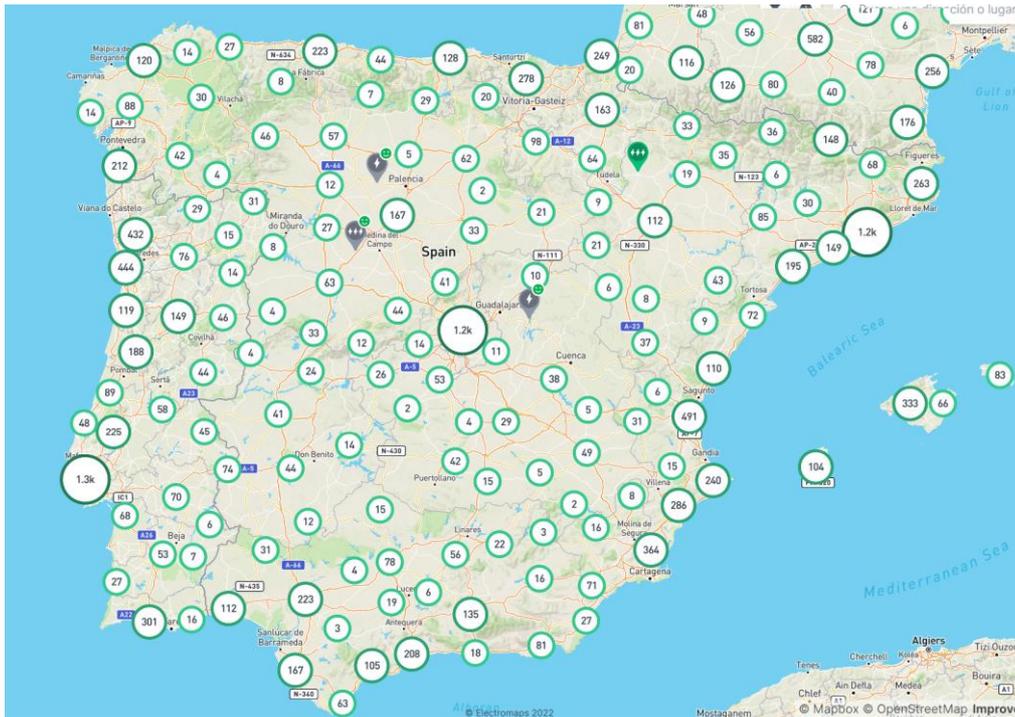


Figura 4: Distribución cargadores en España

Política e incentivos

En mayo de 2021 se publicó en España la Ley de Cambio climático y Transición energética, en ella se recogen las medidas para alcanzar los objetivos de descarbonización. En lo que respecta a la transición a la movilidad eléctrica los dos artículos con más relevancia son el artículo 14 y el 15. Se declara como obligatorio para las administraciones tomar medidas para que las flotas de vehículos comerciales alcancen las cero emisiones de CO₂. Gasolineras cuyo volumen de ventas sea superior al establecido deberán instalar, como mínimo, un cargador de VE y la potencia de este debe ser de al menos 150 kW en continua. Si las ventas se encuentran por debajo de este valor, pero sigan siendo mayores a 5 millones de litros, se deberá instalar en la estación una infraestructura de carga, pero la potencia mínima se establece en 50 kW. Estas infraestructuras, para gasolineras franquiciadas, podrán ser de distribuidoras diferentes.

A finales de este mismo año se aprueba un Real Decreto, se puede identificar que el objetivo de este es aumentar la red de puntos de carga pública hasta llegar a los 100.000 puntos para alcanzar esta cifra, a partir del 1 de enero de 2023 los aparcamientos que cuenten con un número de plazas mayor a 20, por cada 40 deberán instalar un cargador. La obligatoriedad se limita a edificios no residenciales como pueden ser oficinas, hostelería, hospitales, centros de ocio, centros educativos o centros comerciales. En esta nueva normativa también se recogen bonificaciones relacionadas a los impuestos a dicha instalación.

El Plan Moves III es una ayuda para la compra de vehículos eléctricos que se ofrece a nivel nacional, aunque son las comunidades autónomas las encargadas de repartir el presupuesto. Los descuentos de este plan alcanzan los 7.000 euros, en el caso de que la compra del vehículo fuera acompañada de la retirada de un vehículo antiguo, en caso contrario hasta 4.500 euros [12].

Con el Plan Moves III, el Plan Moves Flotas y el Plan Moves singular, puede decirse que España ofrece una de las mejores ayudas de Europa.

3. ESTADO DEL ARTE. ANÁLISIS ESPACIAL

Se define dato como “información concreta sobre hechos, elementos, etc., que permite estudiarlos, analizarlos o conocerlos”. Actualmente toda la información se recoge y se almacena, tanto si se habla de una siderurgia, en la que se recogen los datos de calidad de la producción con el fin de mejorarlos de manera continua, como empresas de marketing que recogen datos personales para obtener un mayor alcance de sus campañas.

En muchas ocasiones se crean bases de datos cuyo tamaño se vuelve inmanejable mediante las herramientas convencionales, la estrategia para la gestión y el estudio de estos datos se denomina Big Data. Las características del Big Data son las conocidas como las cinco V, velocidad, volumen, valor, variedad y veracidad. Este concepto, presente en todos los sectores, tiene como objetivo principal convertir datos en información.

Ser capaces de discriminar los datos que afectan, y en que medida, a un determinado estudio y la realización de un correcto análisis de los mismos puede ayudar las empresas a tomar decisiones con gran criterio que afecten de manera positiva a su crecimiento. Además de la posibilidad de identificar problemas que podrían ser desconocidos.

El desarrollo de esta tecnología se está viendo positivamente afectado por el incremento de las tecnologías y la recogida masiva de datos a través de fuentes muy diversas, entre estas destacan internet, la geolocalización de los dispositivos móviles y las redes sociales o el desarrollo del internet de las cosas.

3.1. Datos espaciales

La directiva Inspire define como dato espacial a “cualquier dato que, de forma directa o indirecta, hace referencia a una localización o zona geográfica específica”; según el Instituto Geográfico Nacional son “datos que implícita o explícitamente refieren a una localización relativa a la Tierra”.

Estas georreferencias pueden venir dadas de tres formas diferentes:

-Puntos: cuya representación es un par de coordenadas (latitud, longitud). Utilizados para marcar, ubicaciones exactas, objetos sin dimensiones.

-Líneas: que no son más que la unión de un punto inicial y uno final. A través de ellas se pueden representar fronteras políticas, vías, carreteras o ríos.

-Polígonos: definidos por el conjunto de puntos que forman sus vértices. Forman áreas que pueden representar las dimensiones reales de viviendas, barrios, municipios, países, etc.

Los datos espaciales son una categoría dentro de la ciencia de datos, que necesitan ser tratados de una manera diferente para poder extraer la información de manera correcta. La particularidad de este tipo de datos es debida a su referencia a un lugar geográfico y el potencial reside en la posibilidad de ser representados en un mapa que nos permita hacer un estudio en una zona geográfica concreta.

La información que se almacena del lugar geográfico al que se hace referencia puede ir desde características físicas o ambientales de la zona, económicas, sociales o demográficas, o incluir códigos numéricos que definen zonas, como secciones censales. Esta información es lo que se llama “atributo”.

Es posible que, además de vincular localizaciones y atributos, los datos espaciales contengan información temporal, lo que puede llegar a ser de gran utilidad a la hora de realizar ciertos análisis como podría ser el crecimiento demográfico de una zona en un periodo de tiempo. Pese a esto, no son requisito indispensable; para que se consideren datos espaciales solo debe contener información de los dos primeros.

El formato de archivo Shapefile (SHP) es el más comúnmente utilizado, en realidad se trata de un conjunto de archivos que deben encontrarse dentro de una misma carpeta. También son comunes los formatos GeoJSON, KML o CSV.

3.2. Análisis espacial

Las tecnologías GIS (Sistema de información geográfica) permiten utilizar los datos espaciales para realizar análisis y encontrar solución a problemas de gran complejidad. El análisis espacial consiste en la interpretación de los datos representados, un estudio tanto cualitativo como cuantitativo de los acontecimientos referidos al espacio. Podemos encontrar patrones de comportamiento humano en una zona, comprender el motivo por el que un determinado acontecimiento ocurre en un lugar y ser capaces de hacer predicciones [13].

Este tipo de análisis puede ofrecer grandes aportaciones a los diferentes sectores y dar respuesta a multitud de problemas actuales, desde predicciones meteorológicas, estudios poblacionales y de movilidad, monitorización de cambios medioambientales o el análisis del mercado inmobiliario. Si se observa un mapa con la información correcta se puede llegar a las hipótesis necesarias para la toma de decisiones.

El desarrollo de estas técnicas, con la cantidad de información con la que podemos contar en estos momentos, hace que estos análisis sean cada vez sean más enriquecedores y los resultados que obtengamos de ellos más fiables. Estos datos que, a priori pueden parecer inmanejables, pasan a ser visuales y a transmitir información precisa.

El objetivo, como en otros tipos de análisis de datos, es obtener información concreta y discretizada a partir de bases de datos de gran tamaño que ayude a tomar decisiones que pueden llegar a tener repercusiones más o menos importantes.

Para la realización de este tipo de análisis se debe definir en primer lugar de manera clara el problema. Se desea que el mapa que vamos a obtener responda a una pregunta concreta.

Explorar los datos que será necesario tener en cuenta por su mayor o menor efecto sobre el problema también forma parte del análisis. Igualmente, si el análisis que se desea realizar solo tiene en cuenta una zona concreta no será necesaria la representación de los datos de manera global, esto puede hacer que la plataforma que utilizamos trabaje de manera más lenta.

El alcance de los mapas puede ser global, nacional, regional o del tamaño que se considere necesario. Cuanto más concretos sean los datos, es decir, cuando se refieran a una zona más pequeña, los resultados serán igualmente más concretos en cuanto a la ubicación. Si bien es cierto que, cuanto más seccionada esté la información la tabla de datos que se estará utilizando será igualmente mayor, lo que supone un procesamiento más lento.

El lenguaje más utilizado por los científicos de datos espaciales son sobre todo Python y R.

3.3. Herramientas de análisis espacial

Para el análisis del que hablamos son necesarias una serie de herramientas informáticas que trabajen con información georeferenciada, estos softwares son los denominados softwares GIS y deben permitir la ejecución de una serie de operaciones. Deben ser capaces de leer datos espaciales, editarlos, almacenarlos y administrarlos. Dependiendo de lo sofisticado que sea el software deberá ser capaz de realizar análisis más o menos complejos. Por último, debemos ser capaces de obtener resultados, que pueden ser mapas, o gráficas. Para cumplir con estos, deben contar con un sistema de lectura de datos y otro de visualización [14].

3.4. CARTO

CARTO es una plataforma de gestión y visualización de datos espaciales fundada en España en 2012, que se ha convertido en la plataforma líder de Locational Intelligence (LI), su principal objetivo es proporcionar soluciones a sus clientes con datos y análisis espaciales. A estos clientes se les da conexión al *data warehouse* propio además de poder conectar con otros *data warehouse* existentes que incluyen Google BigQuery y Snowflake.

Dentro de la plataforma CARTO se encuentra CARTO Builder, se trata de un software que permite crear mapas con datos espaciales de manera sencilla, es capaz de importar y leer archivos propios, como datos internos, que pueden ser creados u obtenidos fuera de la plataforma en diferentes formatos (CSV, Shapefile, GeoJson) y por último publicarlos. También ofrece un catalogo de datos que están disponibles tanto de forma gratuita como de pago, estos datos incluyen índices de tráfico, de movilidad, puntos de interés, datos financieros, etc. Son recogidos por empresas como Vodafone, Mastercard o tomtom, para garantizar que estos sean fiables y enriquezcan los análisis.

Una vez integradas las bases de datos en la plataforma, podemos seleccionar aquellas que nos serán útiles para el análisis que se va a realizar. Cada tabla de datos se incorpora al mapa como una capa diferente, combinando distintas capas y ofreciendo para cada una la posibilidad de mostrar la información de la manera que mas nos beneficie y que aporte mayor cantidad de información.

La herramienta Builder, ofrece diferentes tipos de funciones que de manera intuitiva con la posibilidad aplicar filtros, clasificar, generar clústeres, etc. Si el *dataset* seleccionado es un conjunto de puntos, podemos clasificarlos en el mapa según algún atributo numérico y es posible mostrar círculos de mayor o menor tamaño en función de este, incluso representarlos de un color u otro en función de alguna otra característica. Igualmente, si se representa una línea o un polígono, pudiendo cambiar sus características en función de diferentes atributos, facilitando el análisis y resaltando la información mas relevante.

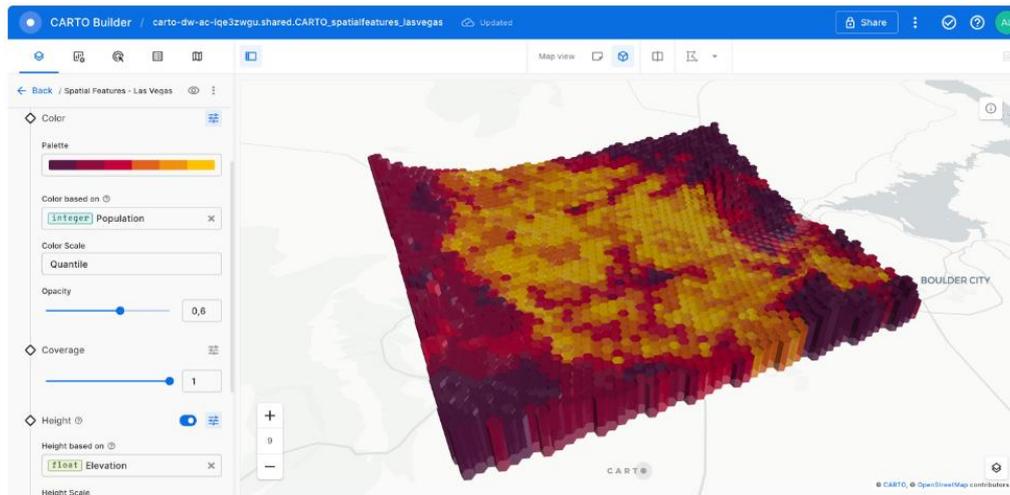


Figura 3.1: Ejemplo de utilización. Color basado en la densidad de población y altura basada en la elevación del terreno.

Las consultas y funciones están programadas en lenguaje SQL, añadiendo la posibilidad de programar análisis propios, así como editar los existentes. Si se conoce lo suficiente de este lenguaje de programación las posibilidades se multiplican, fusionar diferentes tablas a partir de algún nexo, mostrar los datos en un área restringida definida por el usuario, crear buffers alrededor de las ubicaciones, e infinidad de consultas. Cada *query*, consulta en SQL, se representa en el mapa como una nueva capa. Los Widgets, con los que se aplican filtros directamente sobre el mapa, agregan aún más atractivo a la aplicación [15].

4. METODOLOGÍA

Se ha mencionado la necesidad actual de crear una red de carga para poder satisfacer las necesidades de los conductores de vehículo eléctrico, y favorecer la transición hacia la *e-movility*. Una vez comprendida esta la necesidad podemos suponer que no cualquier lugar es adecuado para la *construcción* de las infraestructuras. Actualmente el número de coches eléctricos que circulan no es elevado es por ello por lo que, las empresas dedicadas al desarrollo de estas infraestructuras deben garantizarse, antes de la construcción del proyecto, que la utilización de este será suficiente para la recuperación de la inversión realizada en el menor tiempo posible.

Surge entonces la pregunta a la que trataremos de dar respuesta ¿Qué lugar es el más adecuado para la colocación de un cargador para vehículo eléctrico? Para ello debemos contestar primero a otra ¿Qué factores afectan, en mayor o menor medida, a la utilización de un cargador?

Para responder a estas preguntas necesitaremos analizar el perfil de un potencial conductor de vehículo eléctrico y explorar sus necesidades.

Sabemos que las ventas de este tipo de vehículos están creciendo, pero este crecimiento no es uniforme y existen sectores de la población que tienen más probabilidad de comprar un coche eléctrico antes que uno de combustión. Por esto debemos analizar el perfil de un potencial conductor de vehículo eléctrico.

La adquisición de un coche de estas características está claramente relacionada con el nivel de renta, es por esto por lo que la franja de edad en la que se encuentran más propietarios de vehículos eléctricos, un 2,08% en 2021, es de entre 51 a 65 años. El lugar de residencia está directamente relacionado con el nivel económico.

Conductores que realizan kilómetros suficientes al día pueden ver como una inversión rentable la adquisición de este vehículo ante la subida de los precios del combustible. Aquellos cuyas empresas se encuentran en las afueras de las ciudades o que incluso trabajan en ciudades distintas de en las que viven, también aquellos cuyos puestos se encuentren en zonas céntricas de las ciudades ya que se pueden beneficiar de las ventajas de la etiqueta de cero emisiones para acceder con mayor facilidad.

En la actualidad el 65% de los taxis son disponen de la etiqueta eco, y las flotas comerciales como los vehículos de empresas de reparto también están electrificando.

La preocupación medioambiental de las nuevas generaciones también les hace perfil potencial, aunque si bien es cierto que la renta de estas es menor.

La ubicación de un cargador debe ser tal que maximice su uso, un lugar estratégico que garantice que tanto los conductores como los propietarios queden satisfechos.

Los factores que más influyen y sobre los que trabajamos para tener en cuenta:

Densidad de tráfico

Medir la densidad de tráfico de las calles por las que pasan más coches. Es un indicador de gran relevancia a la hora de hacer una estimación de la utilización.

Puntos de interés (POI's)

Debemos tener en cuenta que la carga de un vehículo eléctrico es considerablemente más lenta que la de un vehículo de combustión. Que existan zonas de ocio o de restauración en los que poder pasar el tiempo que invierte el coche en cargarse es un factor importante. Centros comerciales, restaurantes, supermercados, cines, zonas de interés turístico, etc.

Características de la población

Se analizará las características socioeconómicas de la población. Tanto la densidad, como el nivel económico y educacional.

Para hacer un correcto análisis de la población se debe estudiar la distribución, tanto en territorios como en rango de edades, como la evolución temporal

A esto debe sumarse el que tengan un lugar para aparcar lo suficientemente espacioso para albergar la infraestructura.

La metodología que usada se divide en dos partes:

La primera, una revisión de la literatura en la que se profundizará tanto en la propia tecnología (IoT) como en su aplicación al sector de la movilidad urbana. Se estudiarán las bases de la tecnología, su origen, su arquitectura y, por último, sus aplicaciones. En este campo, se realizará un planteamiento inductivo, donde a partir de las aplicaciones generales, se desarrollará un *framework* de aplicaciones concretas a la industria de la movilidad. Para realizar esta revisión, el estudio se apoyará tanto en fuentes académicas, como en fuentes profesionales o de mercado. En cuanto a las fuentes académicas, se utilizarán buscadores de gran peso académico como Dialnet o Google Scholar. Con respecto a las fuentes profesionales, se contará con acceso a informes y presentaciones.

La segunda parte, se centrará en el desarrollo del plan de negocio de la *start-up E – Plug* a través del *Business Model Canvas*. Desarrollado por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur en su libro *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers and Challengers* (2009), el Business Model Canvas es una de las herramientas más populares en el mundo de emprendimiento para el análisis y definición de los modelos de negocio. Tal y como podemos ver en la figura 4.1, la herramienta permite analizar modelos de negocio a través del análisis de nueve elementos clave que quedan recogidos en la plantilla siguiente.

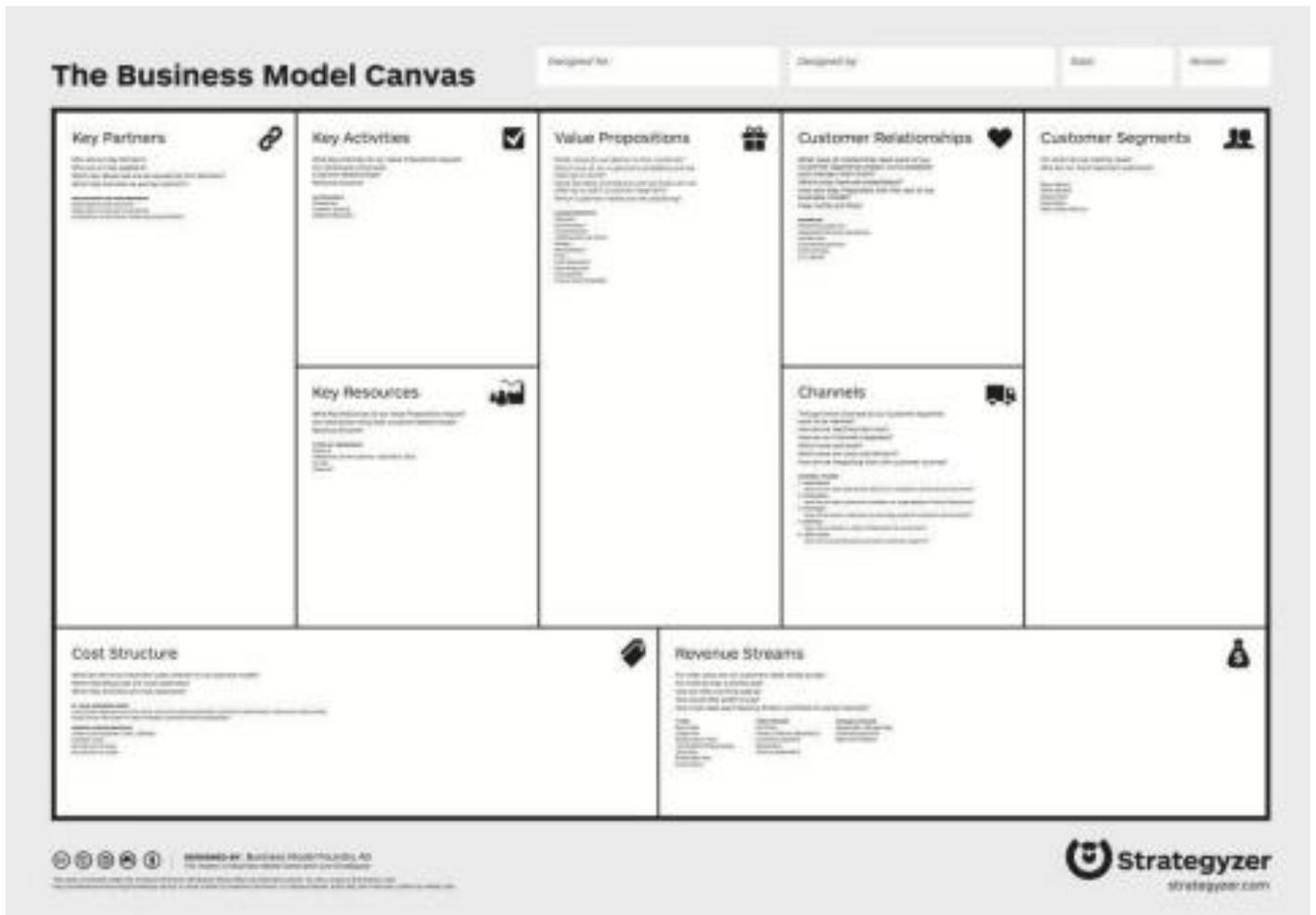


Figura 4.1: Business Model Canvas

5. APLICACIÓN A SEVILLA

El pasado 23 de junio el Ayuntamiento de Sevilla sacó a licitación la concesión demanial para la instalación un total de 700 puntos de carga repartidos por toda la ciudad. Esto supone un total de 350 cargadores, cada uno asociado a dos plazas de aparcamiento. No serán válidas zonas de carga y descarga, zonas peatonales, zonas de establecimiento regulado (zonas azules) u otras zonas reservadas a estacionamiento de vehículos especiales. Cada propuesta no puede superar el límite de 100 puntos.

Los cargadores que se instalarán se dividen en tres categorías:

- Punto de recarga semirrápido, potencia a partir de 44 kW.
- Punto de recarga rápido, potencia a partir de 100 kW.
- Punto de recarga ultrarápido, potencia a partir de 350 kW.

La distribución debe hacerse de la manera más homogénea posible. Para que esto se cumpla se ha especificado en la licitación unos mínimos por distrito municipal. Se empezará por declarar los límites entre ellos.

Tanto el término municipal de Sevilla como los distritos en formato KML, se obtienen de la página de Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla. El municipio de Sevilla se divide en 11 distritos: Bellavista - La Palmera, Casco Antiguo, Cerro – Amate, Este - Alcosa – Torreblanca, Los Remedios, Macarena, Nervión, Norte, San Pablo – Santa Justa, Sur y Triana.

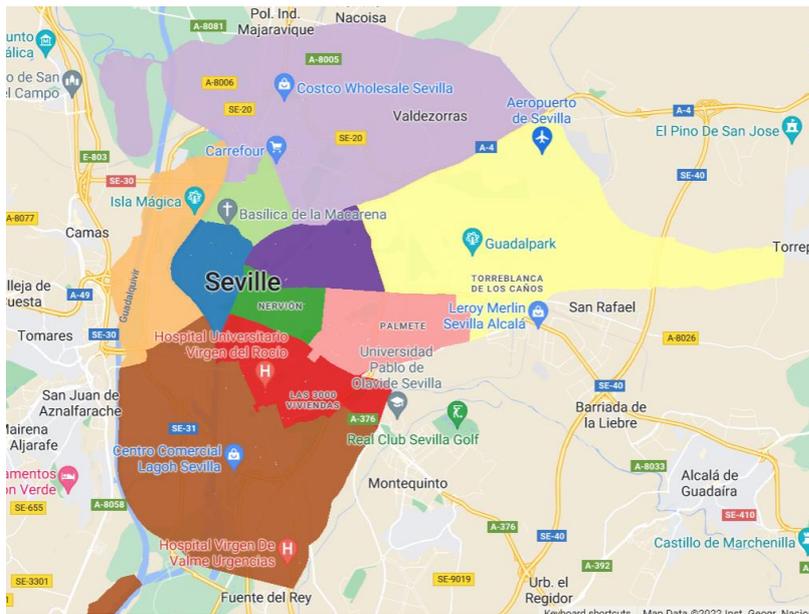


Figura 5.1: Distritos de Sevilla, CARTO

Estos distritos a su vez se componen de barrios, que son secciones de menor tamaño. Que los datos obtenidos hagan referencia a áreas más pequeñas nos beneficia, ya que harán los resultados más concretos. Los barrios de Sevilla han sido obtenidos y representados de igual modo. Se han unido ambas tablas para que la información sea más completa y cada barrio esté asociado a un distrito.

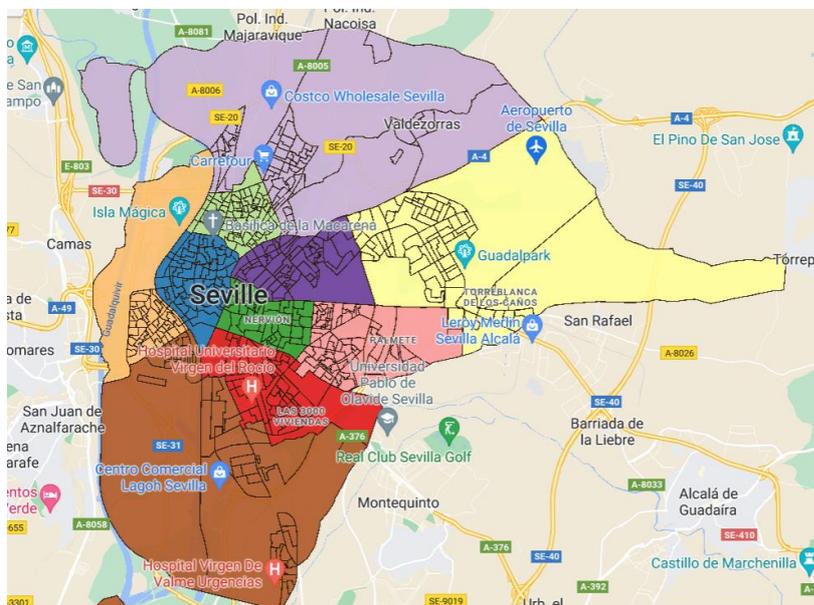


Figura 5.2: Barrios de Sevilla, CARTO

5.1. Economía

La página del Insituto Nacional de Estadística (INE) presenta un catálogo abierto de datos que pueden ser descargados a través de su página web. A través de esta página se han descargado los datos económicos referidos al año 2019 de los habitantes de las secciones censales de Sevilla. Se han completado con datos económicos referidos al año 2018, en aquellas secciones para las que no hemos obtenida información.

Este *dataset* no contiene una columna específica representable (tipo *geom*). La información espacial que contiene es un código numérico que se debe asociar a una sección censal. De la misma página del INE obtenemos las secciones en formato *shape*, que contiene una columna con los códigos numéricos de las secciones y los unimos mediante una consulta en SQL (*query*). Estas secciones son áreas de tamaño aún menor que un barrio.

La tabla de datos que se ha descargado contiene para cada sección, la renta media por persona, la renta media por hogar, la media de la renta por unidad de consumo, la mediana de la renta por unidad de consumo, renta bruta media por persona y renta bruta media por hogar [16].

Se ha representado en una escala de colores la renta por persona, asociando el color más oscuro a la mayor renta. La mayor renta está asociada a la sección 11-9, que incluye el principio de la Avenida presidente Adolfo Suarez en el distrito de Los Remedios. Le siguen secciones de Nervión y Sur. En concreto La Avenida de la Buhaira y la zona de Viapol, en Nervión, y las calles Felipe II y Juan Pablos, en El Porvenir.

Zonas en las que destacan rentas igualmente altas son la de Santa Clara (San Pablo – Santa Justa) y Heliopolis (Bellevista).

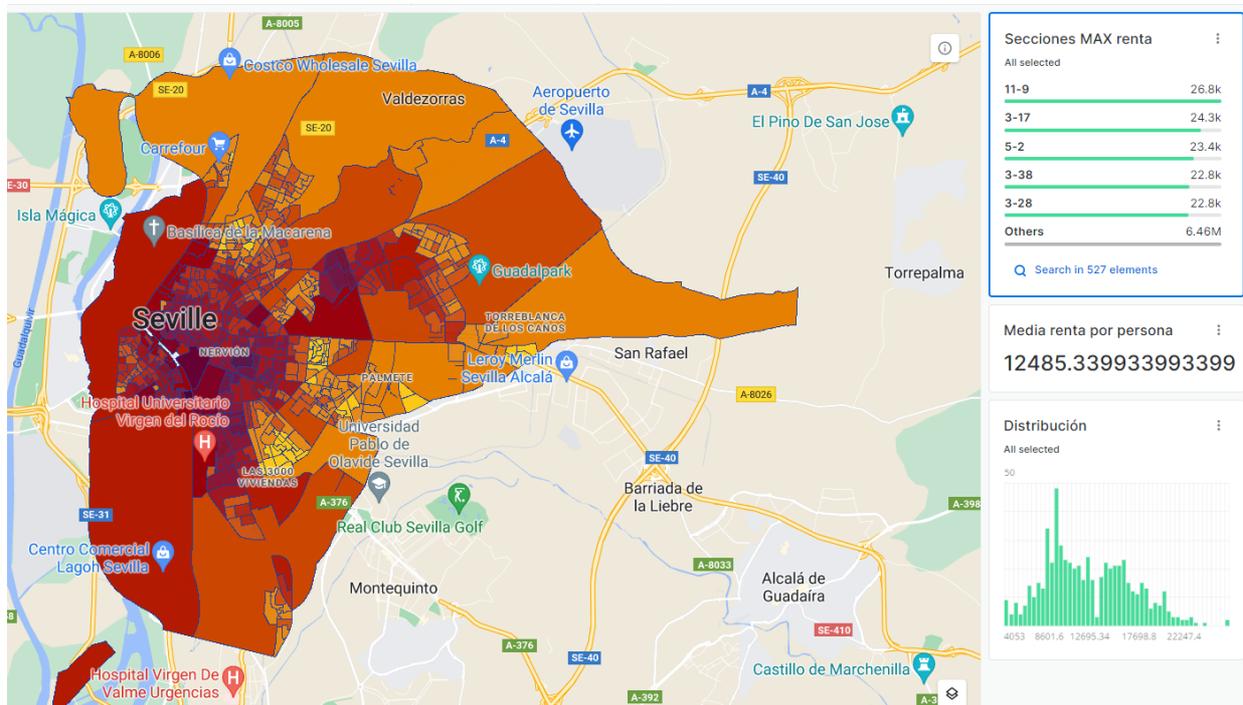


Figura 5.3: Distribución de la renta por persona en Sevilla

Casco Antiguo

La zona de mayores ingresos por hogar, por encima de los 43.000 €, es la sur. Localizada en la calle Torneo, Adriano, Baños, Murillo, la zona cercana a la plaza del Duque y Marqués de Parada.

Macarena

Todas las secciones de este distrito se encuentran por debajo de los 43.000 € anuales. La única sección que supera los 40 es la que incluye la calle José Díaz y la calle Rayo de Luna.

Nervión

La renta media por hogar de Nervión es superior a las anteriores. Destacan la avenida de la Buhaira, calle Camilo José Cela, calle Barrau y la avenida Eduardo Dato, en estas calles la renta media por hogar es de alrededor de 67.000 €.

Alrededor de esta zona las rentas son igualmente altas, en torno a los 60.000 €.

Cerro – Amate

Este distrito tiene un nivel económico menor. La sección en la que se encuentran los hogares con las mayores rentas es aquel en el que se encuentran las calles Tomás Pardo López y Amor, siendo menor a 34.000€. Seguidas de las calles cercanas a estas y las cercanas a la avenida Parque Amate.

Sur

Destacable de este distrito es la notoria desigualdad, entre la zona del Porvenir con rentas de entre 71 y 76 mil euros y la zona sur, donde se encuentran las 300.000 viviendas.

Las rentas más altas se encuentran en las calles: Tabladilla, Luis Rosales, Genaro Parladé y Gerarfo Diego. Seguidas de la calle Juan Pablos, calle Felipe II, calle Colombia y las adyacentes.

Triana

Los barrios más ricos son los que se encuentran más cercanos al distrito de Los Remedios, por encima de los 40.000 € anuales se encuentran las calles: Troya, Febo, Trabajo, Arfilla, Rubén Dario, Virtud, Constanica y la calle Betis.

Norte

Se trata de una zona humilde, destacamos la calle Metalurgia y calle Gramil, siendo la renta media de 34.000 € al año.

San Pablo Santa Justa

En este distrito se encuentra la urbanización de Santa Clara, la renta media de las secciones que la abarcan supera los 67 mil €. Seguida de las secciones que incluyen la avenida de la Industria y la calle comercio.

Este – Torreblanca – Alcosa

Las secciones con mayores rentas son las que se encuentran cerca del palacio de congresos FIBES. A parte de estas podemos destacar también la urbanización Ciudad Verde, la plaza de la Acogida, la avenida Alcalde Luis Uruñuela y la avenida de Altamira.

Bellavista – La Palmera

En Heliópolis es donde se encuentran los hogares más ricos de este distrito. Los hogares de los Bermejales también destacan por ello, sobre todo la avenida de Alemania y en Bami la calle Rafael Salgado.

Los Remedios

El inicio de la avenida Adolfo Suarez, cerca de la rotonda de las Cigarreras es la zona con renta más alta de Los Remedios, superando los 72.000. También se puede señalar la avenida Flota de Indias, y las calles: Virgen de la Antigua, Virgen de la Oliva, Virgen del Aguila, calle Niebla, Asuncion y Virgén del Valle

5.2. Sociodemografía

Los datos demográficos los hemos obtenido a través de la propia aplicación. El catálogo de datos de CARTO incluye un *dataset* llamado *Sociodemographics (Spain, Census Sections)* en él se incluyen una lista de 152 variables para describir cada sección. Entre estas destacamos:

- Población total
- Población por género
- Población por rangos de edad
- Población por nacionalidad
- Población por estado civil
- Población por nivel educacional
- Número de casas (Primeras o segundas viviendas)
- Número de casas por tamaños

A diferencia de los datos económicos, estos no han tenido que ser editados exteriormente ya que incluyen tanto la geometría como la clasificación en secciones, distritos, municipios, provincia y CCAA. Podemos intuir que el tamaño de este *dataset* será demasiado grande para ser manejado con la misma sencillez que el anterior. La aplicación esta limitada, para procesarlo debe crear anteriormente un *tileset*. Un *tileset* es una manera de procesar una menor cantidad de datos, para ello se establecen diferentes niveles de *zoom*, en el que se representan datos menos específicos a medida que el zoom es menor. Para esto habrá que seleccionar las variables que pueden ser útiles. Para reducir aún más el tamaño, y debido a que el análisis se restringe al municipio de Sevilla, podemos descartar las secciones del resto de municipio de España, aplicando un query en SQL.

5.2.1. Población total

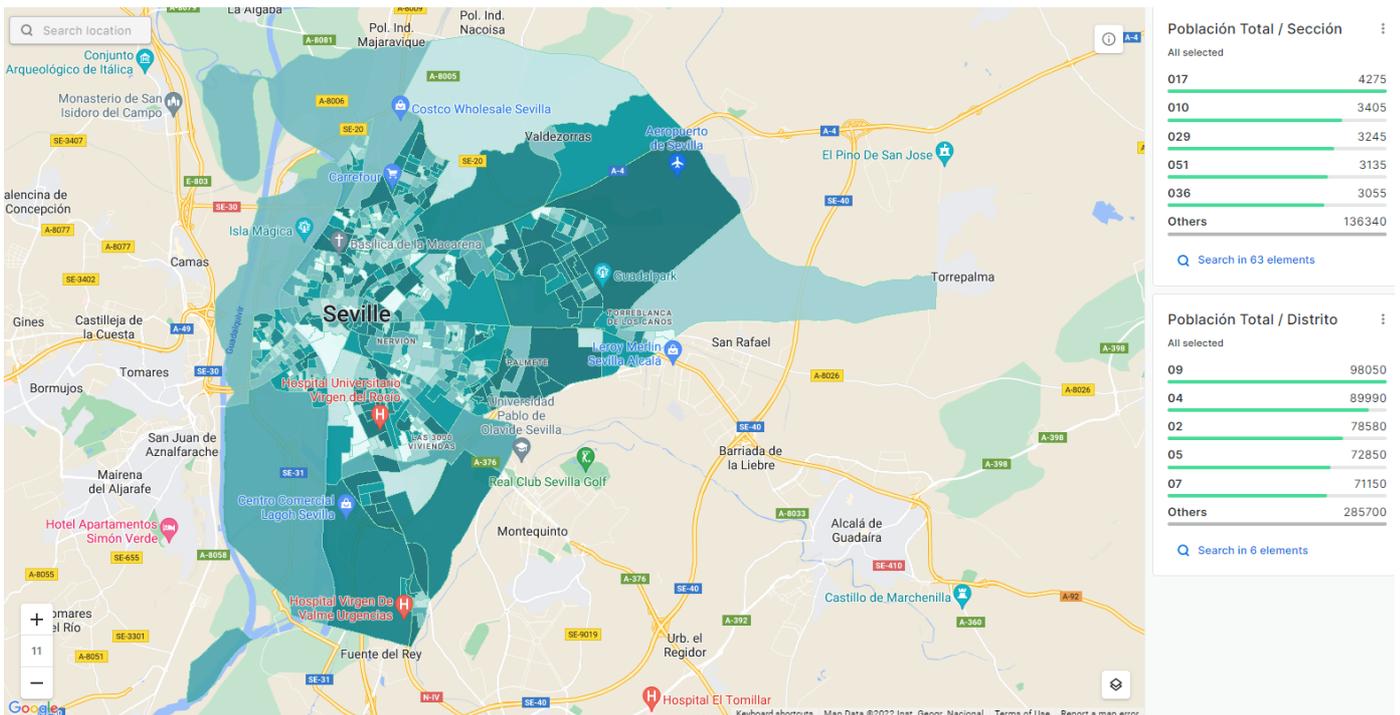


Figura 5.4: Distribución de la población total en Sevilla

Se lleva a cabo un análisis de la población estudiando la distribución, tanto en territorios como en rango de edades.

El distrito más poblado es el 09, que corresponde con el distrito Este, con 98 050 habitantes. Podemos filtrar estos habitantes para tener en cuenta únicamente aquellos entre 16 y 64 años. Es en este intervalo donde podemos encontrar conductores potenciales.

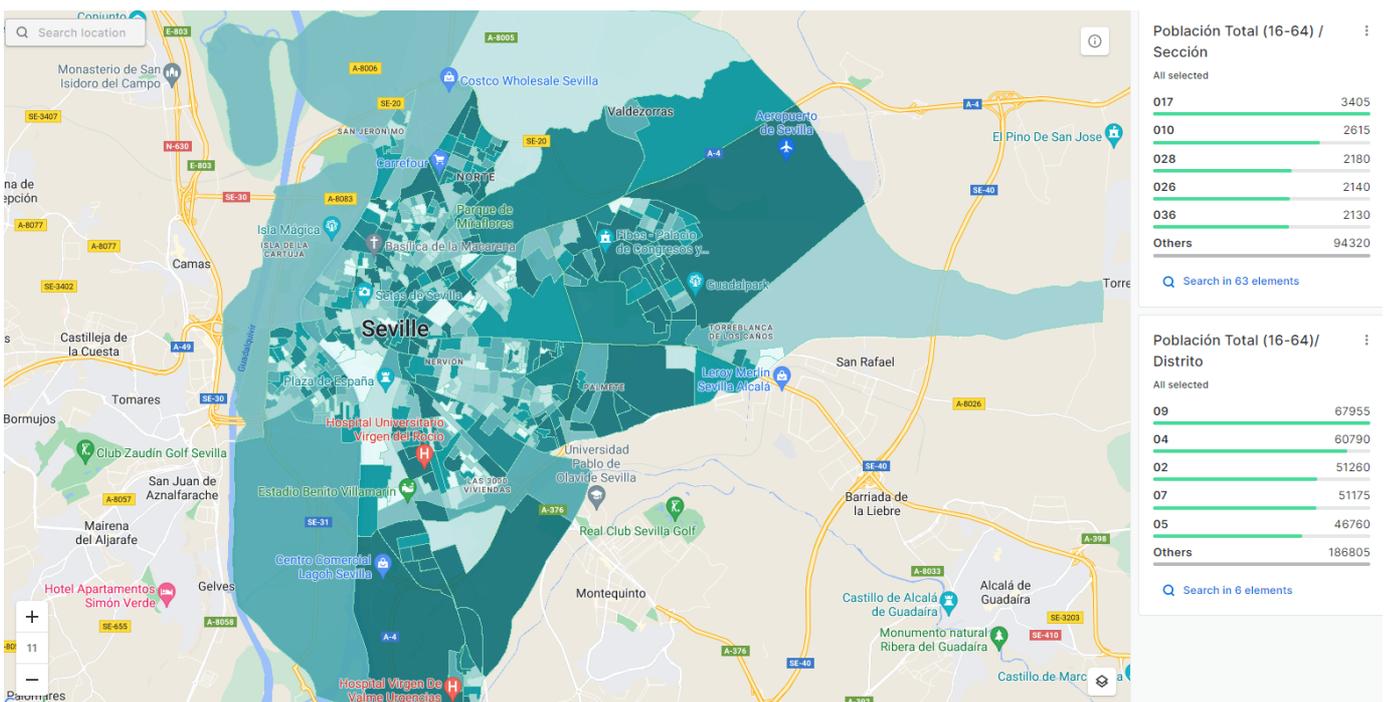


Figura 5.5: Distribución de la población entre 16 y 64 años

Casco Antiguo

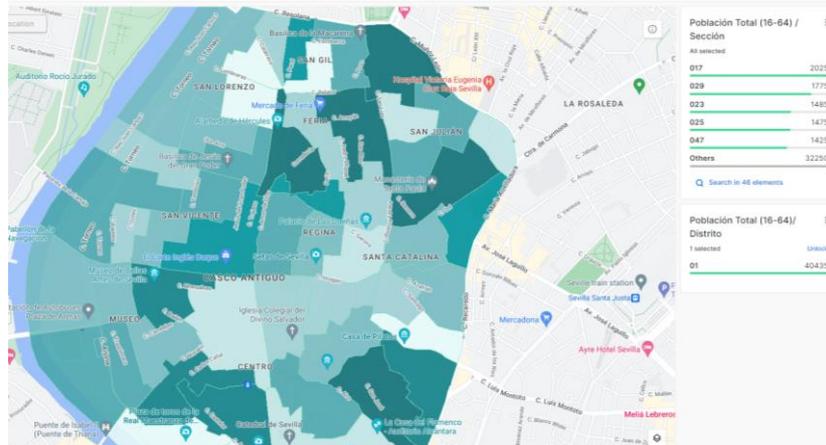


Figura 5.6: Distribución de la población Casco Antiguo

Macarena

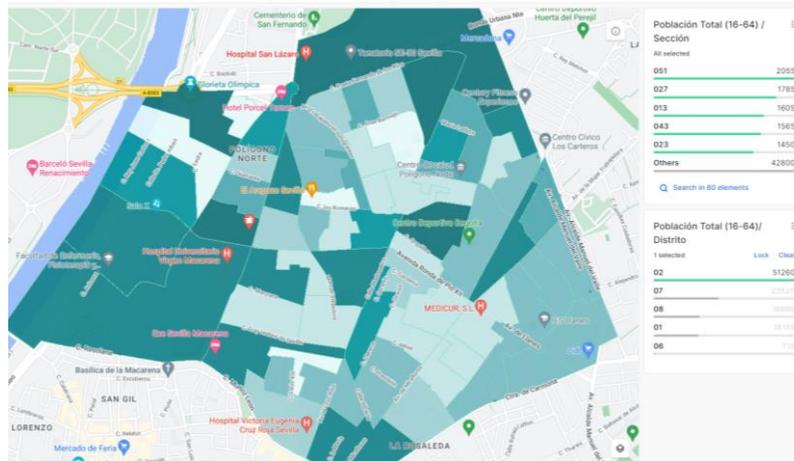


Figura 5.7: Distribución de la población Macarena

Nervión

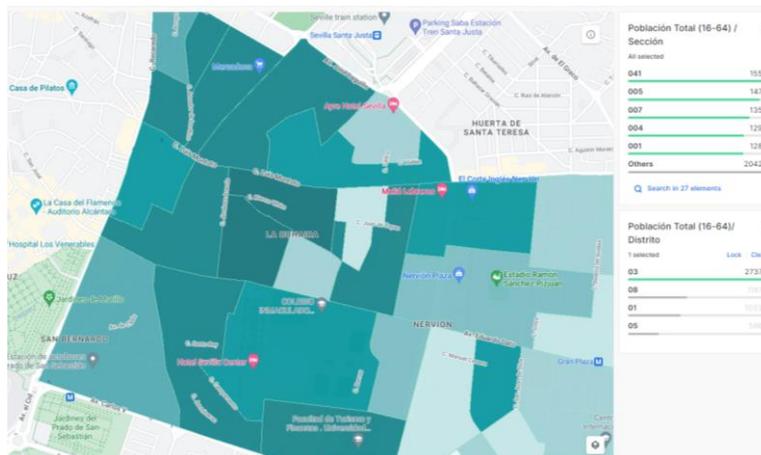


Figura 5.8: Distribución de la población Nervión

Cerro-Amate



Figura 5.9: Distribución de la población Cerro - Amate

Sur

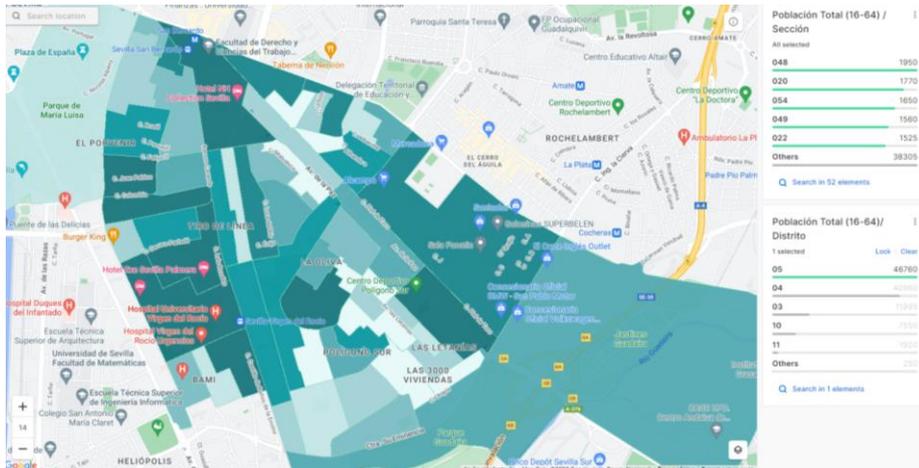


Figura 5.10: Distribución de la población Sur

Triana

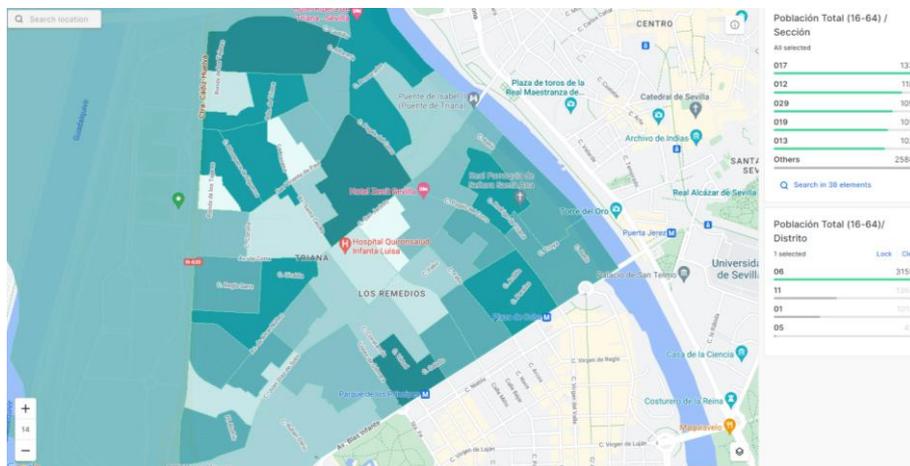


Figura 5.11: Distribución de la población Triana

Norte



Figura 5.12: Distribución de la población Norte

San Pablo – Santa Justa



Figura 5.13: Distribución de la población San Pablo – Santa Justa

Este – Torreblanca - Alcosa



Figura 5.14: Distribución de la población Este – Torreblanca - Alcosa

Bellavista – La Palmera



Figura 5.15: Distribución de la población Bellavista – La Palmera

Los Remedios

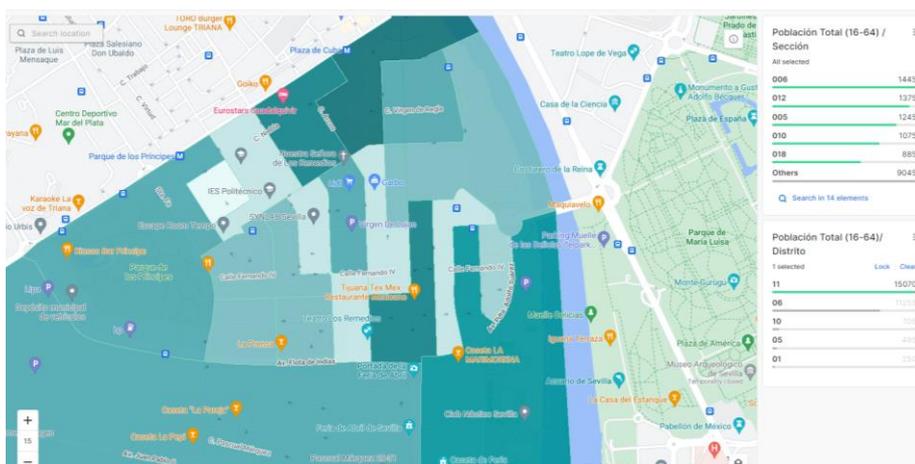


Figura 5.16: Distribución de la población Los Remedios

5.2.2. Educación

Se representan los barrios en los que la educación es superior a estudios de tercer grado, equivalente a estudios de grado universitario. Los barrios en los que el porcentaje es mayor coinciden con los barrios en los que el nivel económico es mayor.

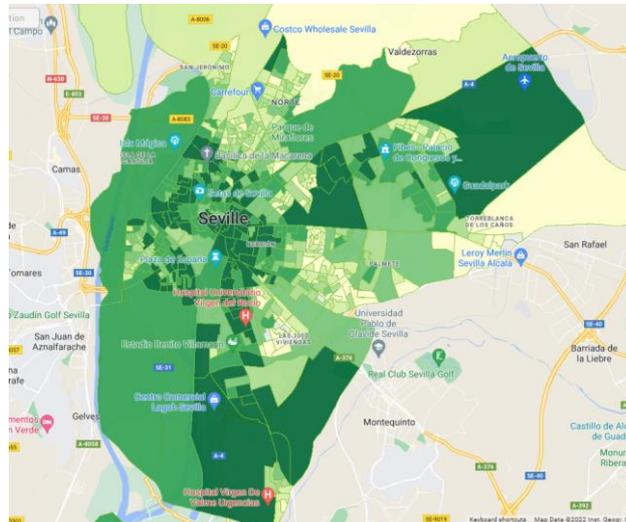


Figura 5.17: Distribución de la población con estudios de tercer grado

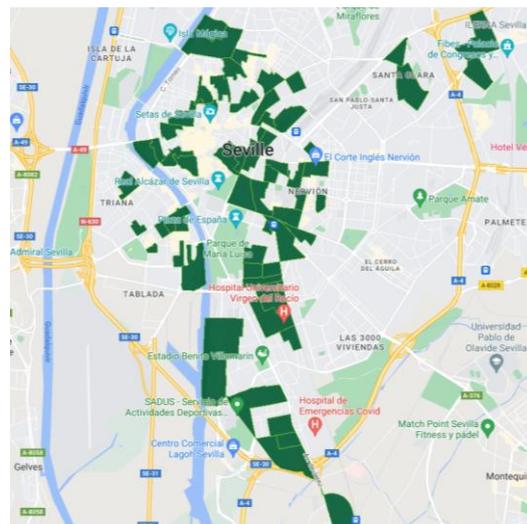


Figura 5.18: Barrios con mayor cantidad de población con estudios de tercer grado

5.3. Densidad de tráfico

Los datos que se han obtenido de densidad de tráfico son propiedad de Unica360. Se han desarrollado a partir de un modelo entrenado que simula rutas utilizando otros tipos de datos, como población residencial, población laboral, diferentes tipos de POIs, etc. Se tiene en cuenta la eficacia de cada una de estas rutas posibles entre origen y destino. El resultado es un índice asociado a cada tramo de vía, un número del 1 al 100.

Para agilizar la lectura se ha reducido el tamaño de la tabla, que tiene un índice de tráfico para cada tramo de vía en toda España, cruzándola con la geometría del municipio de Sevilla. Igualmente podemos hacerlo para cada distrito y determinar cuales son las calles con más tráfico.

Para determinar las calles con mayor densidad de tráfico, se utilizan los Widgets de la aplicación para representar únicamente las calles cuyo índice sea superior a 90.

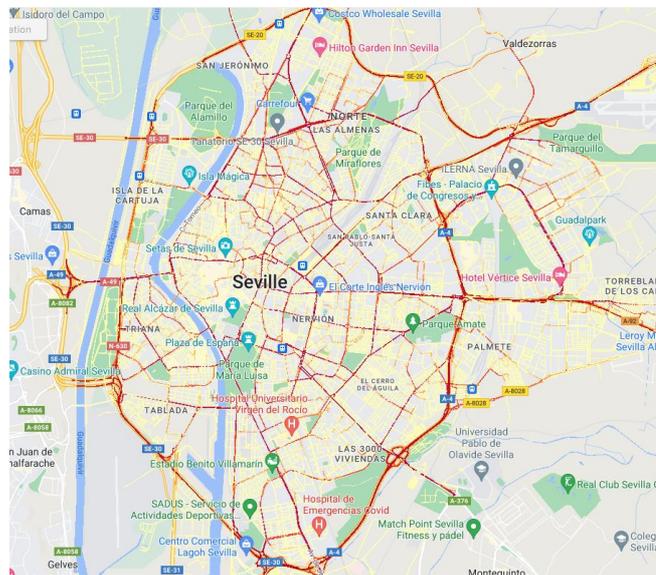


Figura 5.19: Densidad de tráfico en Sevilla

Casco Antiguo

Las calles con mayor densidad de tráfico son Torneo, calle Baños, calle Feria, calle Imagen, calle Alfonso XII y el Paseo de las Delicias. Todas ellas con índice mayor a 90.

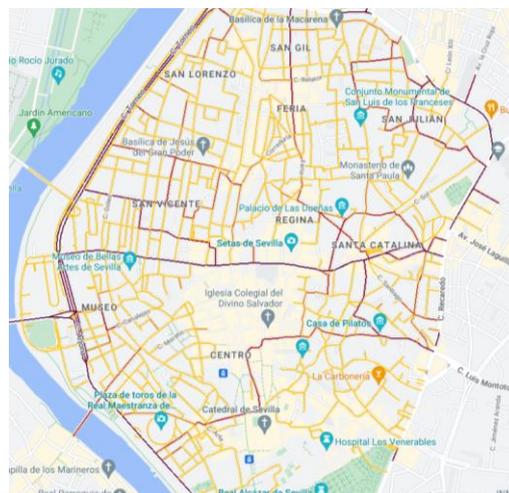


Figura 5.20: Densidad de tráfico Casco Antiguo

Macarena

En este distrito el mayor índice de tráfico se ubica en las calles: Muñoz León, Resolana y Rda. de Capuchinos, Rda. Urbana Norte y avenida Alcalde Manuel del Valle.

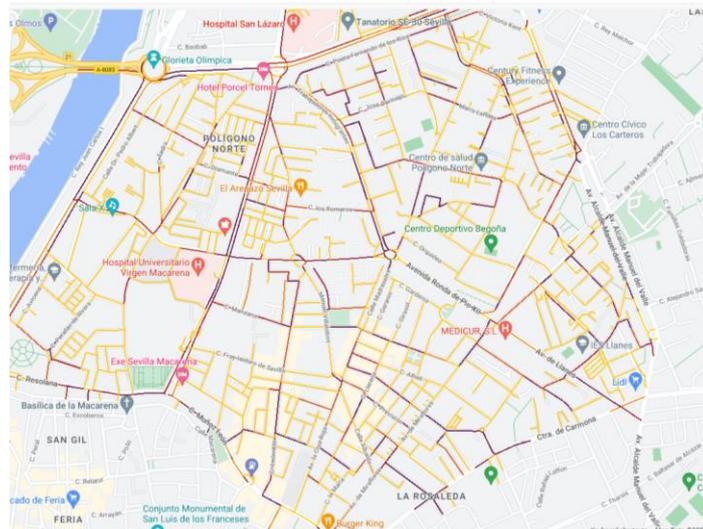


Figura 5.21: Densidad de tráfico Macarena

Nervión

Las avenidas de mayor tamaño son las de mayor tráfico, son la avenida Eduardo Dato, calle Luis Montoto, avenida de la Buhaira, avenida de la Ciudad Jardín y avenida de San Francisco Javier.

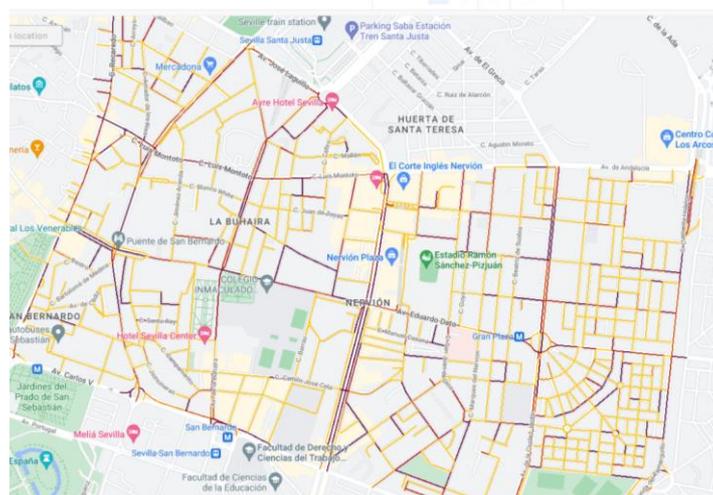


Figura 5.22: Densidad de tráfico Nervión

Cerro – Amate

Pertencen a este distrito un tramo de la A-4 y un tramo de la A-92, que presentan los índices más altos; les siguen la calle Amor, avenida San Juan de la Cruz, avenida Rda. del Tamarguillo y la avenida de Andalucía.

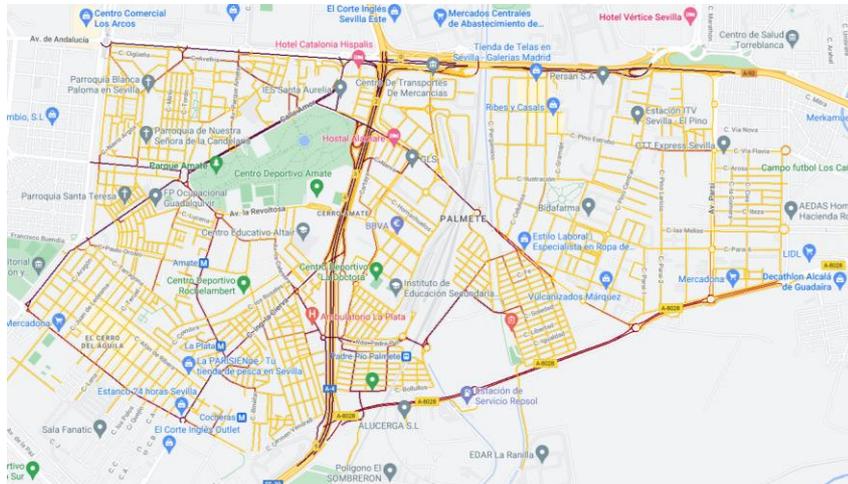


Figura 5.23: Densidad de tráfico Cerro - Amate

Sur

El tramo de autovía del distrito es el que tiene el índice mayor, seguido de la avenida de la Paz, que conecta directamente con este. Además de la avenida Ronda del Tamarguillo, avenida de Portugal, Paseo de las Delicias y la avenida de María Luisa.

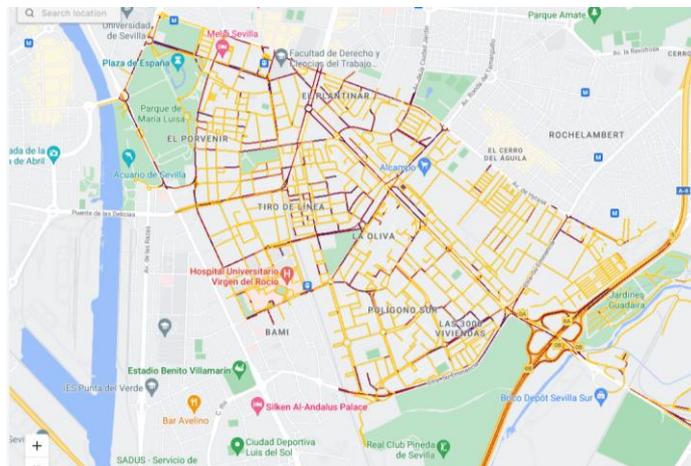


Figura 5.24: Densidad de tráfico Sur

Triana

A este distrito también pertenecen tramos de autovía y un tramo de la carretera Cadiz – Huelva. Estos y las calles que conducen a ellas son las más transitadas. Se deben mencionar la Avenida Expo'92, la Ronda de Triana, la avenida de Coria, la calle López de Gomara y el Puente Cristo de la Expiración.

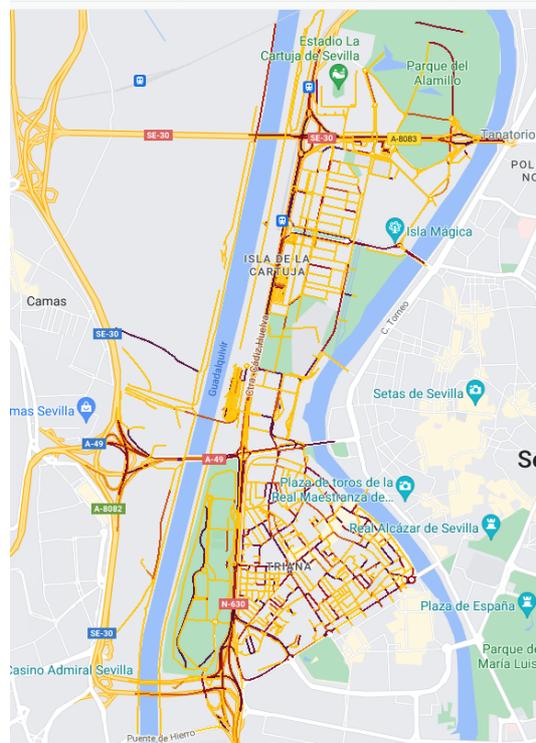


Figura 5.25: Densidad de tráfico Triana

Norte

Vuelven a resaltar la autovía y la carretera de la Algaba. En el interior del distrito se encuentran la Calle Cataluña, la Avenida Tecnología, la Ronda Urbana Norte, la carretera de Miraflores, la avenida Alcalde Manuel del Valle y la Carretera de Carmona.

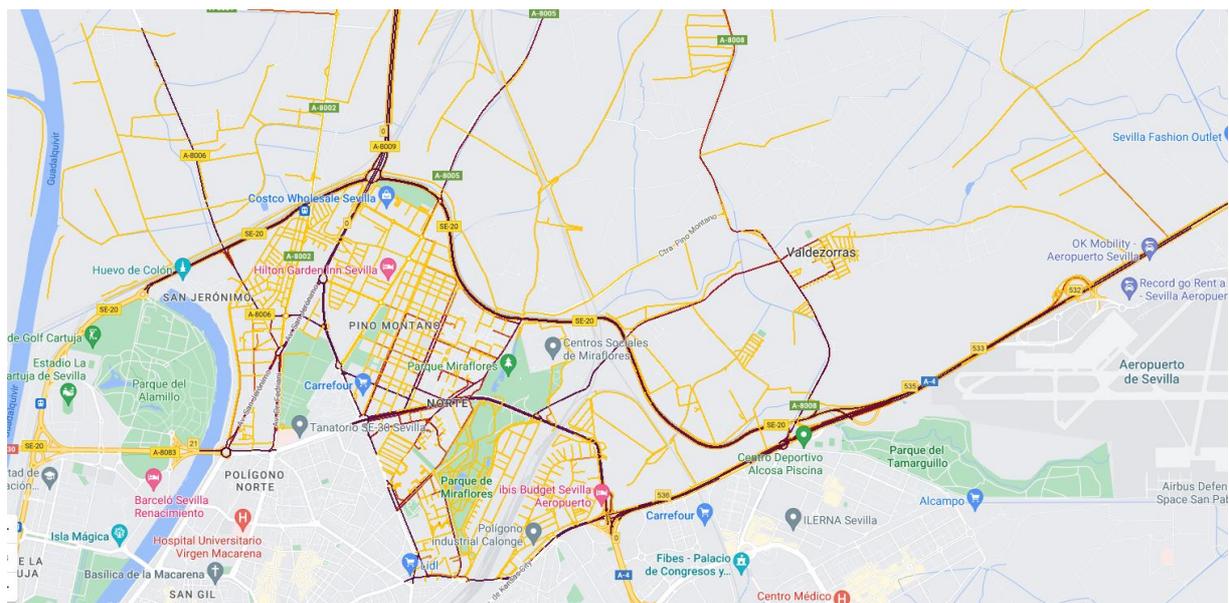


Figura 5.26: Densidad de tráfico Norte

San Pablo – Santa Justa

La avenida de Kansas City, calle Efeso, calle de la Ada, avenida José Laguillo, avenida de El Greco, Calle Samaniego (Estación de Santa Justa) y la carretera de Carmona, son las vías que se distinguen en este distrito.

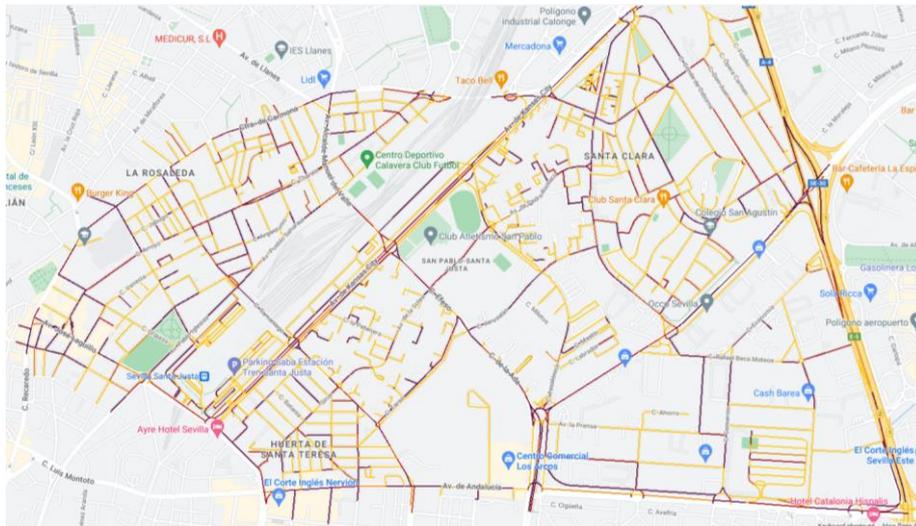


Figura 5.27: Densidad de tráfico San Pablo – Santa Justa

Este – Torreblanca – Alcosa

El tráfico en el distrito es menor que en otros. Aún así sobresalen la avenida Alcalde Luis Uruñuela, donde se encuentra el palacio de congresos y exposiciones de Sevilla (FIBES) y la avenida de la ciencia, así como las salidas a la autopista

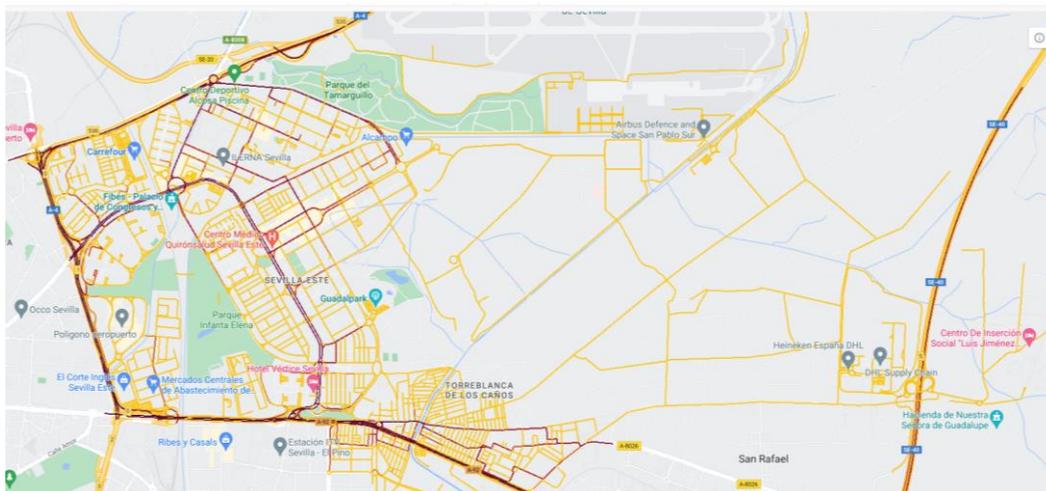


Figura 5.28: Densidad de tráfico Este – Torreblanca – Alcosa

Bellavista – La Palmera

La concentración de tráfico es mayor en la avenida de Jerez, la avenida de la Palmera, el puente de las Delicias, la calle cardenal Bueno Monreal, la avenida de Dinamarca y la avenida de las Razas.

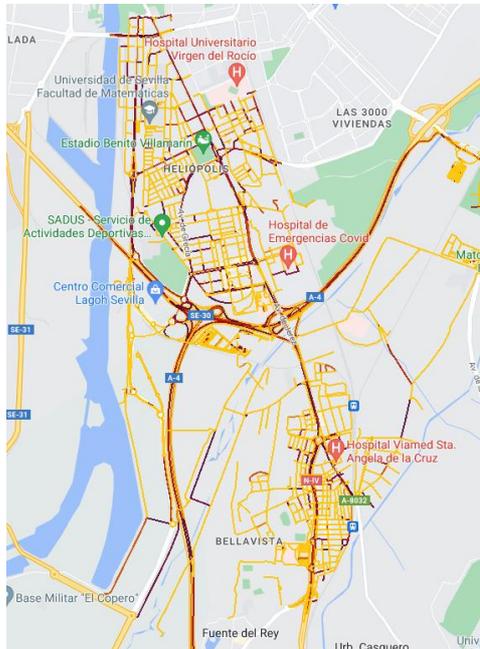


Figura 5.29: Densidad de tráfico Bellavista – La Palmera

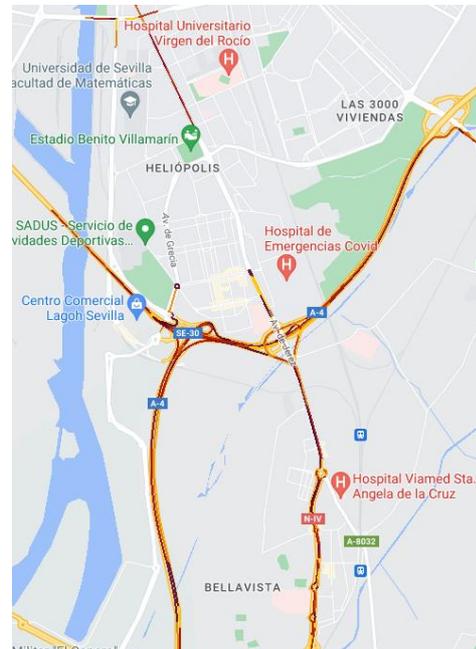


Figura 5.30: Índice superior a 90 Bellavista – La Palmera

Los Remedios

Las tres vías más transitadas de los Remedios son la avenida Juan Pablo II, la calle Virgen de Luján, la avenida Blas Infante y el puente de San Telmo

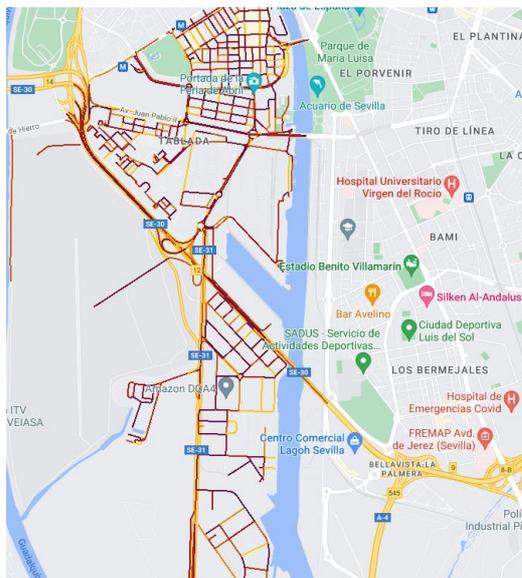


Figura 5.31: Densidad de tráfico Los Remedios

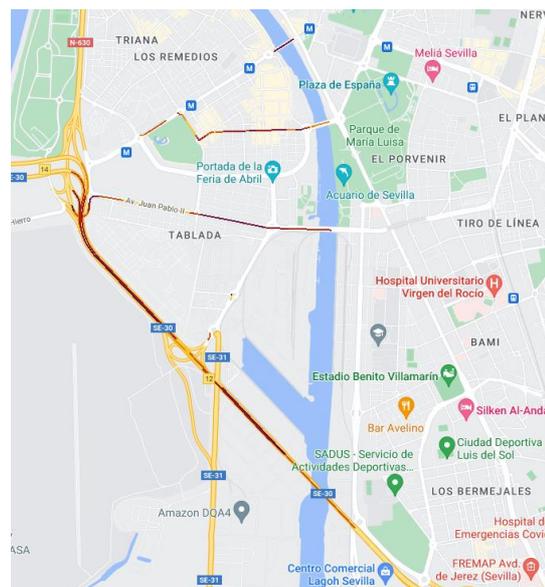


Figura 5.32: Índice superior a 90 Los Remedios

5.5 Empresas

Los datos se han obtenido del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. El Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía, elabora la información que se pone a disposición del ciudadano. Esta incluye información sobre el número de empresas, el tamaño, y los sectores en los que están especializadas. En concreto se analizan los datos de aquellas empresas que superen los 50 asalariados [17].

Se destaca para cada distrito las zonas donde se aprecia mayor concentración de estas empresas.

Centro

- Avenida de la Constitución

Macarena

- Calle Resolana
- Calle Doctor Frediani

Nervión

- Avenida de la Buhaira
- Avenida de San Francisco Javier
- Avenida Ramon y Cajal
- Calle Espinosa y Cárcel

Cerro – Amate

- Polígono Industrial el Pino

Sur

- Avenida de Portugal
- Polígono Industrial el Refugio
- Avenida Hytassa

Triana

- Parque Científico y Tecnológico Cartuja
- San Jacinto

Norte

- Polígono Industrial Calonge

San Pablo – Santa Justa

- Calle Luis Montoto
- Calle Pablo Picasso
- Polígono Industrial Carretera Amarilla

Este – Torreblanca – Alcosa

- Parque Tecnológico Aeronáutico

- Avenida Alcalde Luis Uriñuela
- Polígono Industrial Autopista

Bellavista – La Palmera

- Reina Mercedes

Los Remedios

- Avenida República Argentina
- Avenida Maestranza Aérea

5.6. POIs

La base de datos de POIs (Puntos de Interés) es una base de datos propiedad de OpenStreetMap a la que se puede acceder gratuitamente. Contiene la ubicación y el sector al que pertenece cada establecimiento, se clasifican en: tiendas, transporte, ocio, turismo, servicios, sanidad, edificios, oficinas y deporte.

6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos pueden no ser viables, por lo que se buscará en las cercanías de las ubicaciones lugares con un espacio suficiente para la construcción de los cargadores y el estacionamiento. Se han clasificado los resultados por distritos y se ha obtenido para cada ubicación la potencia optima de los cargadores que se instalarían.

6.1. Casco Antiguo

Puente Cristo de la Expiración

Se encuentra entre dos calles con densidad de tráfico muy alta. Cercana a la salida de la ciudad, a través de la circunvalación de Sevilla (SE-30) o la Autovía A-49. No es una zona residencial, pero se encuentra a poca distancia del centro de la ciudad. La estación de autobuses la hace adecuada para carga rápida. Por esto se decide colocar un cargador de carga ultrarápida de 350 kW. El lugar concreto será el parking situado en la propia estación.



Figura 6.1: Ubicación cargador Puente Cristo de la Expiración

Calle Torneo

La ubicación exacta serán los dos estacionamientos de la calle Torneo más cercanos a la gasolinera Repsol de Torneo. Las características de la localización son similares a las de la ubicación anterior, pueden diferenciarse en la mayor facilidad de acceso peatonal de esta al centro de la ciudad y una distancia mayor a la salida de la ciudad. Se ha decidido que un cargador de 100 kW será adecuado.

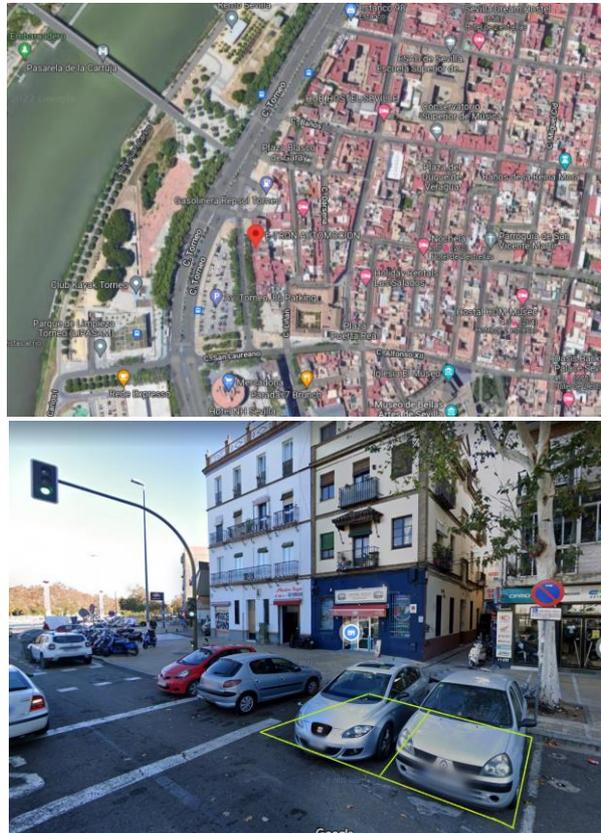


Figura 6.2: Ubicación cargador Torneo

Paseo Colón

Se trata de una zona más habitada, podemos encontrar gran cantidad de puntos de interés (POI's) entre los que abundan establecimientos de restauración. Además del mercado del Arenal y la Maestranza. Consideramos esta ubicación adecuada para colocar un cargador rápido de 100 kW.



Figura 6.3: Ubicación cargador Paseo Colón

Marqués de Parada

La densidad de tráfico no es alta. Pero las rentas altas de los residentes, la densidad de población la ubicación céntrica lo hacen adecuado para la colocación de un punto de 44 kW. Debido a que se trata de una zona azul de aparcamiento descartamos la ubicación.

Plaza del Duque

En esta ubicación se instalará un cargador de 44 kW, muy céntrica, se encuentra a escasos metros del Corte Inglés de la Plaza del Duque, la zona comercial del Casco Antiguo, y zonas de restauración.



Figura 6.4: Ubicación cargador Plaza del Duque

6.2. Macarena

Ronda de Capuchinos

Destacan el tráfico en la calle (93/100) y la densidad de población, sin embargo, el número de puntos de interés cercanos es bajo. Se opta por un cargador rápido de 100 kW. El cargador se situará en la Calle Florencio Quintero, por no existir en la misma calle espacio suficiente para aparcar.



Figura 6.5: Ubicación cargador Ronda de Capuchinos

6.3. Nervión

Avenida de la Buhaira

En esta avenida se encuentran gran cantidad de restaurantes reconocidos. Uniendo el hecho de que es una zona de mucho tráfico, la densidad de población y el poder adquisitivo de esta, la hacen buena candidata para la colocación de un cargador. Aún así, ha sido descartada por pertenecer a zona azul en todo su recorrido.

C\ Luis Montoto

Esta calle se sitúa muy cercana a las zonas comerciales de Nervión Plaza y El Corte Inglés de Nervión, así como del Estadio Ramón Sánchez Pijuan. Las demás características son similares a las de la Avenida de la Buhaira por lo que se decide colocar un cargador de 44 kW. La instalación de este se hará en la gasolinera Galp situada en la misma calle.

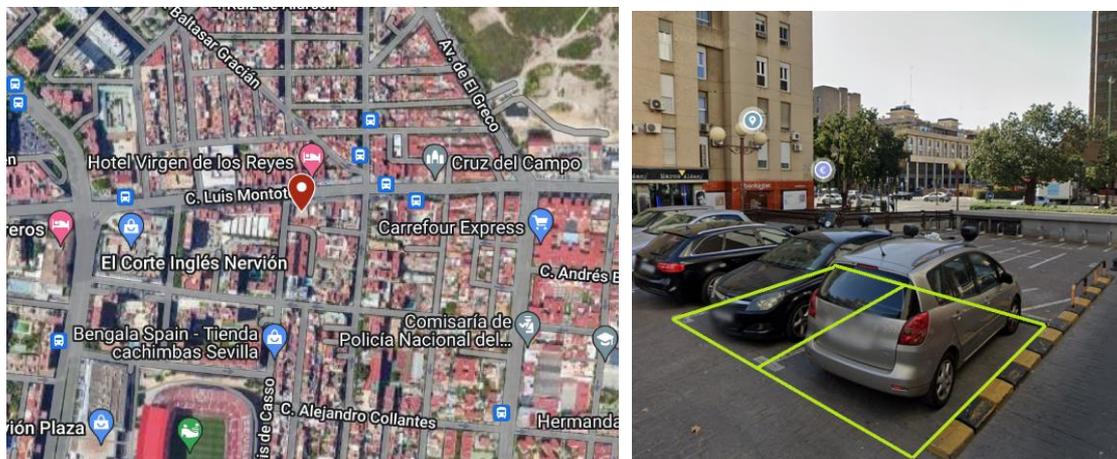


Figura 6.5: Ubicación cargador Luis Montoto

Avendia Eduardo Dato

Se trata de una de las principales vías del distrito de Nervion. El estacionamiento escogido tiene una fácil salida y posterior incorporación a la avenida. El índice de trafico es superior a 90, la tasa de población es alta y existen en las proximidades establecimientos de restauración. Esta vía conecta con el Casco Antiguo a través del puente de San Bernardo. En las plazas indicadas se instalará un cargador de 100 kW.



Figura 6.6: Ubicación cargador Eduardo Dato

6.4. Cerro – Amate

Calle Amor

Distinguimos esta localización por su cercanía con la salida a la autovía, en la intersección entre la calle Amor y la avenida de Andalucía se encuentra una con el espacio suficiente para la construcción de un punto de carga de 350 kW.



Figura 6.7: Ubicación cargador Calle Amor

Avenida de La Paz 1

Esta avenida se conecta directamente con la salida a la autovía. Se utilizará la ubicación de la gasolinera Shell, en las cercanías de la circunvalación y se decide adecuado un cargador de 350 kW de carga ultrarápida.

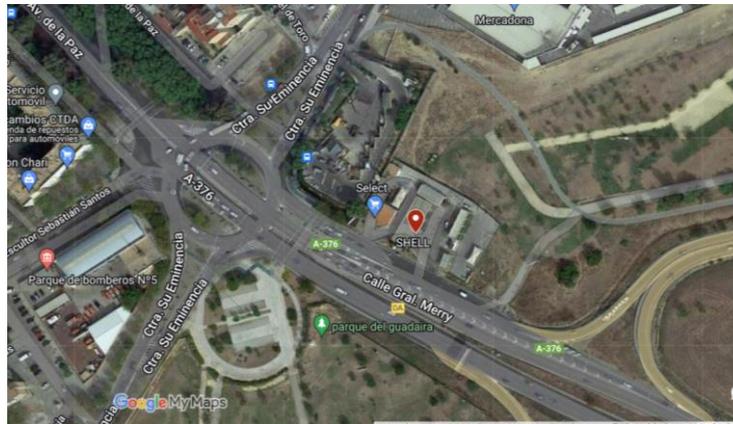


Figura 6.10: Ubicación cargador Avenida de La Paz 1

Avenida de la Paz 2

En la misma Avenida se encuentra un parque comercial, adecuado para dos cargadores de 44 kW.



Figura 6.11: Ubicación cargador Avenida de La Paz 2

Calle Alcalde Juan Fernández

Entre la avenida de la Paz y la Ronda del Tamarguillo, ambas con densidad de tráfico por encima de 90. Es una zona residencial en la que no se encuentran gran cantidad de POIs. Se montará un cargador de 100 kW.

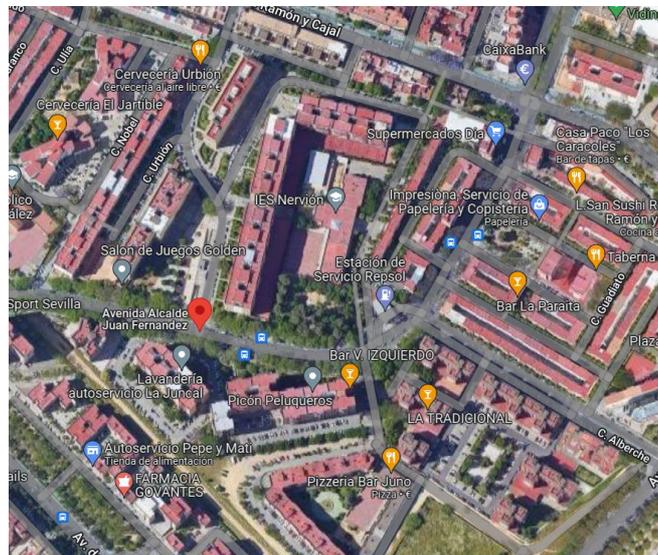


Figura 6.12: Ubicación cargador Alcalde Juan Fernández

6.6. Triana

Ronda de Triana

Esta ubicación combina distintas características que la hacen adecuada para distintos tipos de cargadores. La alta densidad de tráfico y la cercanía con la salida a la autovía, para cargadores de carga ultrarápida y la población, la cantidad de puntos de interés en las inmediaciones para carga semirápida. Se decide colocar un cargador de 100 kW, y un cargador de 44kW. Deben estar separados una distancia mínima de 50 m.



Figura 6.13: Ubicación cargador Ronda de Triana 1

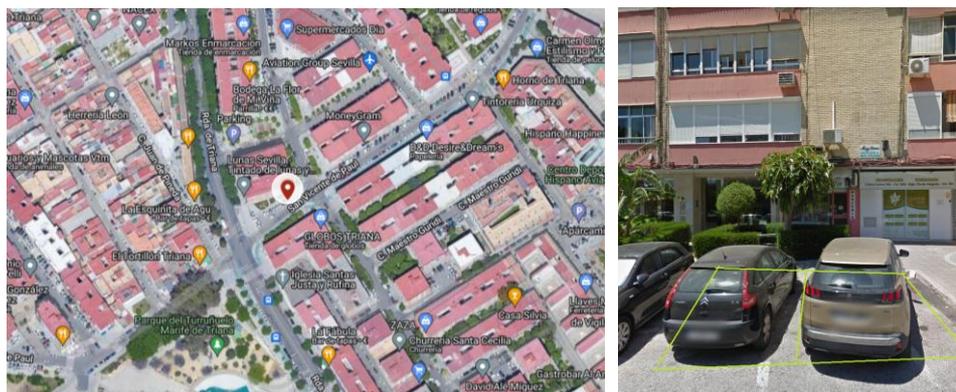


Figura 6.14: Ubicación cargador Ronda de Triana 2

6.7. Norte

Calle Metalurgia y carretera de Carmona

Se repite la alta densidad de tráfico y la cercanía con la salida a la autopista. Se dispondrá en las plazas señaladas un cargador de 350 kW.

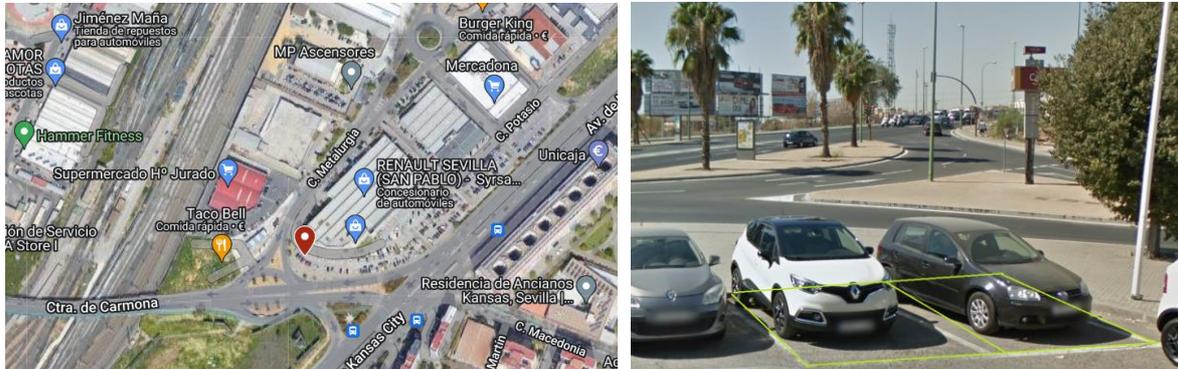


Figura 6.15: Ubicación cargador Calle Metalurgia

6.8. San Pablo – Santa Justa

Avenida Kansas City

Se aprovechará el espacio destinado para el estacionamiento situado en la propia estación de trenes de Santa Justa para la construcción de un cargador ultrarápido.



Figura 6.16: Ubicación cargador Kansas City

6.9. Este – Torreblanca - Alcosa

Avenida Alcalde Luis Uruñuela

La zona cuyas características se hacen más adecuadas para la instalación de un punto de carga del distrito son las situadas en las inmediaciones del Palacio de Congresos y Exposiciones de Sevilla (Fibes), estas son las apropiadas para un cargador de 44 kW.

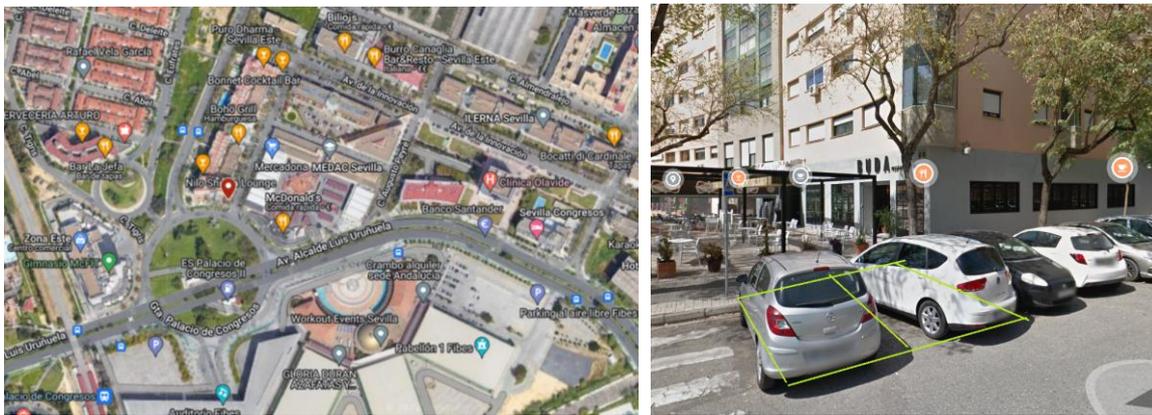


Figura 6.17: Ubicación cargador Avenida Alcalde Luis Uruñuela

6.10. Bellavista – La Palmera

Avenida de Jerez

Se ha comprobado que no existen cargadores competidores cerca de la ubicación. El índice de densidad de tráfico de la vía es de 98 sobre 100, la ubicación estratégica debido a la cercanía a la salida de una autopista muy transitada con un alto índice de densidad. Estas características hacen que la ubicación sea apta para cargadores de potencias altas, se decide colocar un cargador de 350 kW.



Figura 6.18: Ubicación cargador avenida de Jerez

Avenida de Alemania

Se combinan en esta ubicación las características óptimas para los dos tipos de cargadores, semirrápido y ultrarápido. Por la cercanía con la avenida de Jerez se instalará únicamente un cargador de 44 kW.



Figura 6.19: Ubicación cargador Avenida de Alemania 1

Avenida Molini

Aunque parece no estar en funcionamiento, actualmente se encuentra instalado en esta gasolinera un punto de carga de 22 kW. Por lo que se descarta esta ubicación.

6.11.Los Remedios

Avenida Flota de Indias

Este distrito reúne muchas de las características para suponer que la utilización de los cargadores será máxima. En concreto, en la Avenida Flota de Indias donde la densidad de tráfico es alta, se sitúan muchos establecimientos de restauración, supermercados y tiendas especializadas. La densidad de población es alta y el nivel económico de los habitantes es elevado. También podemos destacar la cercanía con la salida a la Rda. de Circunvalación lo que la hace adecuada para la colocación de puntos de carga semirápida y ultrarápida. Que se separarán una distancia de 50 m.

Se decide que la ubicación más lógica, por la facilidad de acceso el espacio entre esta avenida y el parque de los Príncipes





Figura 6.20: Ubicación cargador avenida Flota de Indias 1

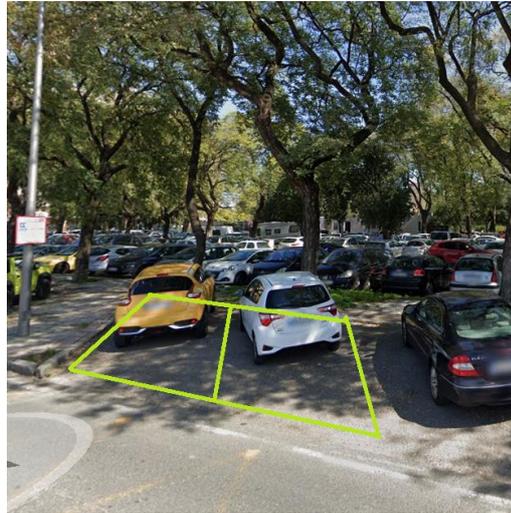


Figura 6.21 Ubicación cargador avenida Flota de Indias 2

República Argentina

La Avenida Republica Argentina posee unas características parecidas a las de la Avenida Flota de Indias, aunque descartaremos la ubicación por ser el aparcamiento en esta vía zona azul.

Jose Delgado Brackenburry

Directamente conectada con la salida a la autovía a través de la carretera de la Esclusa por el Puente del Centenario, se aprovechará la ubicación de la gasolinera Cepsa y se instalará un punto de carga de 350 kW.

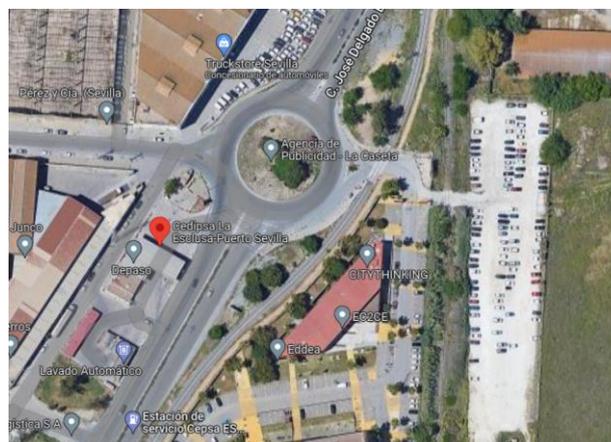


Figura 6.22: Ubicación cargador José Delgado Brackenburry

6.12. Tabla de Resultados

Distrito	Ubicación	Potencia	Coordenadas
Casco Antiguo	Puente Cristo de la Expiración	350 kW	37.3927645383902, -6.004531616006991
Casco Antiguo	Calle Torneo	100 kW	37.39452254040935, -6.00280783971911
Casco Antiguo	Paseo Colón	100 kW	37.3862158419896, -6.000242491651095
Casco Antiguo	Plaza del Duque	44 kW	37.39383471077674, -5.997077932456434
Macarena	Ronda de Capuchinos	100 kW	37.40210612935661, -5.984895959483503
Nervión	Calle Luis Montoto	44 kW	37.38629433406548, -5.9719724598794
Nervión	Avenida Eduardo Dato	100 kW	37.38428791351064, -5.982871998577925
Cerro - Amate	Calle Amor	350 kW	37.38629994062891, -5.94386429746068
Sur	Avenida Diego Martinez Barrio	44 kW	37.37019071211327, -5.978220947588098
Sur	Avenida Manuel Siurot	44 kW	37.36611983303316, -5.984163186654396
Sur	Avenida de la Paz 1	350 kW	37.361021656372024, -5.9579071786196694
Sur	Avenida de la Paz 2	44 kW	37.36930046872893, -5.968313740731547
Sur	Avenida Alcalde Juan Fernández	100 kW	37.37307675438271, -5.969749044017733
Triana	Ronda de Triana 1	100 kW	37.389364565633294, -6.010781888381454
Triana	Ronda de Triana 2	44 kW	37.38360999018131, -6.0105193493731885
Norte	Calle Metalurgia	350 kW	37.403235987421326, -5.959925416001365
San Pablo - Santa Justa	Avenida de Kansas city	350 kW	37.39089884415827, -5.975790821061673
Este – Torreblanca - Alcosa	Avenida Alcalde Luis Uruñuela	44 kW	37.40602428280873, -5.934497533641645
Bellavista – La Palmera	Avenida de Jerez	350 kW	37.335672413005845, -5.969449162068275
Bellavista – La Palmera	Avenida de Alemania	44 kW	37.345216434776155, -5.9827614580699136
Los Remedios	Flota de Indias 1	44 kW	37.374251602801124, -6.008647877273507
Los Remedios	Flota de Indias 2	350 kW	37.37361084396883, -6.008617398598542
Los Remedios	Carretera de La Esclusa	350 kW	37.36273545928086, -6.001370248640198

Tabla 6-1: Resultados

6.13. Mapa de resultados clasificados por potencias

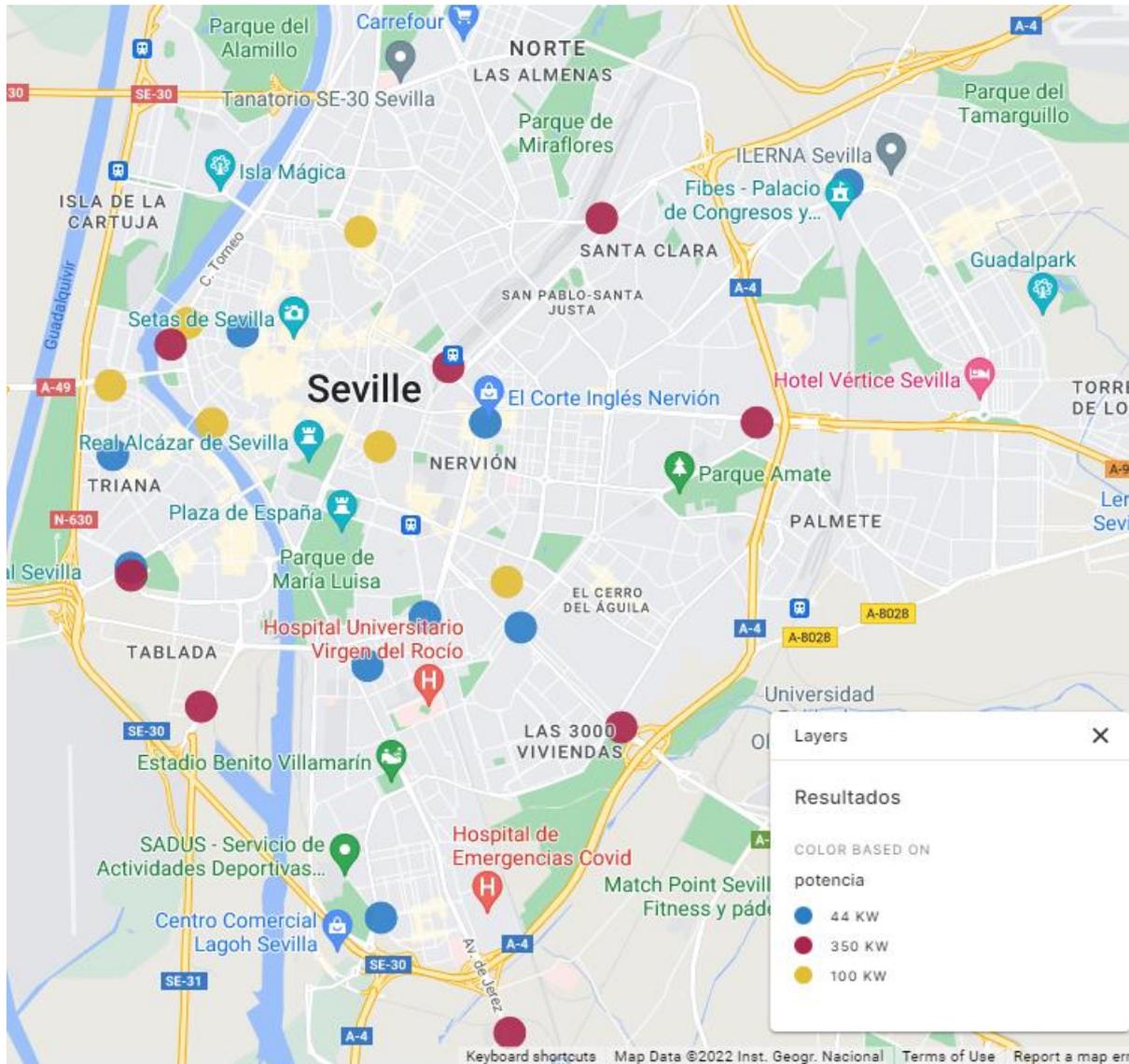


Figura 6.23: Resultados

7. ANEXOS

7.1. Economía y densidad de tráfico media

```
WITH
traffic AS (
SELECT geom.geom, data.indice_den
FROM `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_201
9_yearly_2019` AS data
INNER JOIN `carto-data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019`
AS geom
ON geom.geoid=data.geoid
),
secc_traffic AS (
SELECT secc.seccion, ST_UNION_AGG(secc.geom) AS geom, AVG(traffic.indice_den)
AS indice_den
FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SeccCensales_2014_2015-shp` AS secc
CROSS JOIN traffic
WHERE ST_INTERSECTS(secc.geom, traffic.geom)
GROUP BY secc.seccion
)
SELECT
secc_traffic.*,
r.renta_neta_media_por_persona,
r.renta_neta_media_por_hogar,
r.media_de_la_renta_por_unidad_de_consumo,
r.renta_bruta_media_por_persona
FROM secc_traffic
INNER JOIN `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SeccCensales_2014_2015-shp` AS s
ON secc_traffic.seccion = s.seccion
INNER JOIN `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.Renta_por_seccionesCarto2` AS r
ON s.seccion = r.secciones
```

7.2. Demografía

```
SELECT do_geo.geom, do_data.ccaa, do_data.cpro, do_data.cmun, do_data.dist,
do_data.t1_1 as total_population, do_data.cpro, do_data.t3_2 AS
total_population_entre_16_y_64
FROM `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_esp_ine_demographics_sociodemographics_esp_censussection_2
011_yearly_2011` AS do_data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_esp_ine_geography_esp_censussection_2011` AS do_geo
ON do_geo.geoid = do_data.geoid
WHERE do_data.cmun="091"
```

7.3. Educación

```
SELECT do_geo.geom, do_data.ccaa, do_data.cpro, do_data.cmun, do_data.dist,
do_data.t12_5 AS Poblacion_con_estudios_de_tercer_grado,do_data.t12_4 AS
Poblacion_con_estudios_de_segundo_grado,do_data.t12_1 AS
Poblacion_sin_estudios ,do_data.cpro, do_data.secc,
FROM `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_esp_ine_demographics_sociodemographics_esp_censussection_2
011_yearly_2011` AS do_data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_esp_ine_geography_esp_censussection_2011` AS do_geo
ON do_geo.geoid = do_data.geoid

WHERE do_data.cmun="091"
```

7.4. Competidores

```
SELECT geom
FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.Termino_Municipal-shp`
WHERE fid=1
);
SELECT a.*
FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.charging-zones-list-iberica-2022` AS a
WHERE ST_INTERSECTS (sevilla_geom,a.geom )
```

7.5. POIS

```
DECLARE sevilla_geom DEFAULT (  
    SELECT geom  
    FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.Termino_Municipal-shp`  
    WHERE fid=1  
);  
SELECT geom.geom,  
data.shop, data.public_transport, data.amenity, data.tourism, data.leisure,  
data.healthcare, data.building, data.office, data.sport  
FROM `carto-  
data.ac_pfsen1c.sub_openstreetmap_pointsofinterest_nodes_esp_latlon_v1_quarter  
ly_v1` as data  
    INNER JOIN `carto-data.ac_pfsen1c.sub_openstreetmap_geography_esp_latlon_v1`  
as geom  
    ON geom.geoid=data.geoid  
WHERE ST_INTERSECTS (sevilla_geom,geom.geom)
```

7.6. Densidad de tráfico

```
DECLARE sevilla_geom DEFAULT (  
    SELECT geom  
    FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.Termino_Municipal-shp`  
    WHERE fid=1  
);  
SELECT geom.geom, data.indice_den  
FROM `carto-  
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_201  
9_yearly_2019` AS data  
    INNER JOIN `carto-  
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` AS geom  
    ON geom.geoid = data.geoid  
WHERE ST_INTERSECTS (sevilla_geom,geom.geom)
```

Densidad de Tráfico Casco Antiguo

```

DECLARE CascoAntiguo_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsenlc.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= "Casco Antiguo"
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (CascoAntiguo_geom,geom.geom)

```

Densidad de Tráfico Macarena

```

DECLARE Macarena_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsenlc.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= "Macarena"
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (CascoMacarena_geom,geom.geom)

```

Densidad de Tráfico Nervión

```

DECLARE Nervion_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsenlc.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= "Nervion"
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-

```

```
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (CascoNervion_geom,geom.geom)
```

Densidad de Tráfico Cerro - Amate

```
DECLARE CerroAmate_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= " Cerro - Amate "
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (CerroAmate_geom,geom.geom)
```

Densidad de Tráfico Sur

```
DECLARE Sur_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= " Sur "
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (Sur_geom,geom.geom)
```

Densidad de Tráfico Triana

```
DECLARE Triana_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= " Triana "
);
Select geom.geom, data.indice_den
```

```

from `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadseg
ment_2019_yearly_2019` as data

INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom

ON geom.geoid=data.geoid

Where ST_INTERSECTS (Triana_geom,geom.geom)

```

Densidad de Tráfico Norte

```

DECLARE Norte_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsenlc.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= " Norte "
);

Select geom.geom, data.indice_den

from `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadseg
ment_2019_yearly_2019` as data

INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom

ON geom.geoid=data.geoid

Where ST_INTERSECTS (Norte_geom,geom.geom)

```

Densidad de Tráfico San Pablo – Santa Justa

```

DECLARE SPabloSJusta_geom DEFAULT (
    SELECT geom
    FROM `carto-dw-ac-pfsenlc.shared_do.SEVILLA_Distritos`
    Where name= " San Pablo - Santa Justa "
);

Select geom.geom, data.indice_den

from `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadseg
ment_2019_yearly_2019` as data

INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsenlc.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom

ON geom.geoid=data.geoid

Where ST_INTERSECTS (SPabloSJusta_geom,geom.geom)

```

Densidad de Tráfico Este – Torreblanca - Alcosa

```

DECLARE EsteTorreblancaAlcosa_geom DEFAULT (
    SELECT geom

```

```
FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SEVILLA_Distritos`
Where name= " Este - Torreblanca - Alcosa "
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (EsteTorreblancaAlcosa_geom,geom.geom)
```

Densidad de Tráfico Bellavista – La Palmera

```
DECLARE BellavistaLaPalmera_geom DEFAULT (
SELECT geom
FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SEVILLA_Distritos`
Where name= " Bellavista - La Palmera "
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (BellavistaLaPalmera_geom,geom.geom)
```

Densidad de Tráfico Los Remedios

```
DECLARE LosRemedios_geom DEFAULT (
SELECT geom
FROM `carto-dw-ac-pfsen1c.shared_do.SEVILLA_Distritos`
Where name= " Los Remedios "
);
Select geom.geom, data.indice_den
from `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_demographics_roadtrafficindex_esp_roadsegment_2019_yearly_2019` as data
INNER JOIN `carto-
data.ac_pfsen1c.sub_unica360_geography_esp_roadsegment_2019` as geom
ON geom.geoid=data.geoid
Where ST_INTERSECTS (LosRemedios_geom,geom.geom)
```


8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Frías y J. Román, «Vehículo eléctrico: situación actual y perspectivas futuras,» *Instituto de Investigación Tecnológica IIT-ICAI*, 2019.
- [2] J. E. V. Gass, «Analysis of alternative policy instruments to promote electric vehicles in Austria,» *ScienceDirect*, vol. 61, 2021.
- [3] D. Gutiérrez, «Siglas de coches eléctricos: BEV, HEV, PHEV, MHEV, FCEV... ¿Qué significan?,» *Híbridos y eléctricos*, 2019.
- [4] Electromovilidad, «<http://electromovilidad.net/modos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>».
- [5] [En línea].
- [6] «<https://www.crea.es/post/tipos-recarga-coche-electrico/>».
- [7] E. Pañero, «Tipos de conectores en los vehículos eléctricos,» 2019.
- [8] M. v. d. Steen, R. V. Schelven, R. Kotter, M. J. W. v. Twist y P. v. D. MPA, «EV Policy Compared: An International Comparison of Governments' Policy Strategy Towards E-Mobility,» de *E-Mobility in Europe*, 2015.
- [9] Commission European, «REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the deployment of alternative fuels infrastructure, and repealing Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council,» Bruselas, 2021.
- [10] N. L. Redondo, «España, a la cola en penetración de los coches eléctricos,» *Movilidadeléctrica.com*, 2020.
- [11] C. S. Criado, «Sigue el buen ritmo de las ventas de coches eléctricos en abril,» *movilidadeléctrica*, 4 Mayo 2022.
- [12] (IDAE), Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía, «Guía para acceder a las ayudas del plan moves III».
- [13] P. P. J. O. Z. Salgado, E. S. Rodríguez y J. P. P. Alcántara.
- [14] Geoinnova, «¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?,» 2021.
- [15] «carto.com/,» [En línea].
- [16] Instituto Nacional de Estadística, «<https://ine.es/>,» [En línea].
- [17] «<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/>,» [En línea].

