

Vehículos eléctricos en zonas de bajas emisiones

Universidad de Valencia

Ciencia de datos

Visualización de datos

Miriam Díaz Rúa-Figueroa

Andrea Fu Castelló Sala

Josep Vicent Morales Martorell

Joan Ruíz Rupoll

Carlos Santiago Martínez Torres

Índice

1. Introducción	3
1.1 Presentación del contexto y la importancia del problema	3
1.2 Revisión de la literatura relevante	3
1.3 Objetivos del estudio	4
2. Metodología	4
2.1 Análisis exploratorio de los datos	4
2.2 Preprocesado de datos	5
2.3 Preprocesado de la información geográfica	5
2.4 Elección de gráficas para los distintos tipos de datos	5
2.5 Diseño del mapa e interactividad	6
2.6 Diseño del cuadro de manos	7
2.7 Implementación	7
3. Resultados	7
3.1 Interfaz y herramientas de consulta	7
3.2 Distribución geográfica y densidad por distritos	8
3.3 Análisis específico de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE)	10
4. Discusión	12
4.1 Interpretación de los resultados en relación con los objetivos del estudio y la literatura existente.	12
4.2 Análisis de las implicaciones de los hallazgos.	12
4.3 Discusión sobre las limitaciones del estudio y posibles áreas para futuros trabajos.	13
4.4 Dificultades encontradas.	13
5. Conclusiones	13
6. Referencias	14

1. Introducción

1.1 Presentación del contexto y la importancia del problema

El cambio hacia el vehículo eléctrico ya no es una opción lejana, sino una realidad que las ciudades españolas están empezando a afrontar. Valencia, como muchas otras urbes, ha decidido dar pasos en esta dirección. Una de las medidas más ambiciosas ha sido la implantación de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE), que restringe la circulación de los coches más contaminantes por el centro de la ciudad. La normativa entró en vigor con el objetivo de mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones.

Pero limitar la entrada de vehículos de combustión tiene sentido si existe una alternativa real. Esa alternativa pasa, en gran medida, por el coche eléctrico. Y aquí surge el problema: ¿de qué sirve restringir si la gente no tiene dónde cargar su vehículo? Porque al final, la transición no depende solo de las ganas de la gente, sino de que la infraestructura acompañe.

Por eso este trabajo se centra en un aspecto muy concreto pero fundamental: saber si Valencia está realmente preparada para que los conductores puedan aparcar y cargar su coche eléctrico dentro de la ZBE. No se trata solo de contar cargadores, sino de ver dónde están, si funcionan, si están cerca de los parkings y si llegan a los barrios que más coches tienen.

1.2 Revisión de la literatura relevante

En los últimos años han aparecido varios estudios que analizan la relación entre zonas de bajas emisiones e infraestructura de recarga. Muchos hablan por ejemplo de que la implementación de puntos de recarga presenta desafíos técnicos y urbanísticos, como la disponibilidad de espacio público, la capacidad de la red eléctrica y la interoperabilidad entre operadores. Además de que, es fundamental garantizar la equidad territorial, evitando una concentración excesiva en zonas céntricas o de alta renta y asegurando una cobertura equilibrada para toda la ciudad.

En el caso de Valencia, el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), aprobado en 2013 y revisado en años posteriores, y la Estrategia Urbana 2030 contemplan el impulso de la movilidad eléctrica como una prioridad, apostando por la instalación de puntos de recarga en nodos intermodales, áreas de intercambio modal y zonas de bajas emisiones. La ciudad ya cuenta con iniciativas como la red de recarga de EMT Valencia y convenios con operadores privados para incrementar la capilaridad de la red.

A nivel de la Comunitat Valenciana se han adoptado estrategias complementarias para cumplir los objetivos nacionales en materia de sostenibilidad y movilidad eléctrica. Un ejemplo destacado es el programa “València Capital Verde Europea 2024”, una distinción otorgada por la Comisión Europea que reconoce los avances de la ciudad en políticas medioambientales. Este programa ha servido como catalizador para acelerar la electrificación del transporte a través de una batería de medidas estratégicas. Entre las acciones más destacadas se encuentra la ampliación de la red de puntos de recarga eléctrica en espacios públicos, con especial atención a los distritos con menor cobertura, la inclusión de puntos en aparcamientos disuasorios integrados con nodos de transporte público, así como la introducción de líneas de ayuda directa a comercios y comunidades de propietarios para la instalación de cargadores semi rápidos

1.3 Objetivos del estudio

El objetivo de este estudio es analizar la distribución y accesibilidad de los puntos de recarga para vehículos eléctricos. En particular, se evaluará su localización espacial y su cobertura dentro de la ciudad, prestando especial atención a las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). Asimismo, se examinará la integración de estos puntos con infraestructuras clave como los aparcamientos, y su correspondencia con la densidad de vehículos. Finalmente, se identificarán posibles desigualdades territoriales, detectando barrios o áreas con acceso insuficiente a la infraestructura de recarga.

2. Metodología

2.1 Análisis exploratorio de los datos

Para analizar las zonas de bajas emisiones a la vez que el uso de vehículos eléctricos en Valencia hemos utilizado los siguientes conjuntos de datos:

- Zona Bajas Emisiones (ZBE): Capa vectorial de tipo polígono con delimitaciones del perímetro oficial de la Zona de Bajas Emisiones de Valencia, establecido por el Ayuntamiento. Usamos esta capa como área de recorte principal del estudio, permitiendo filtrar el resto de datasets para analizar exclusivamente lo que ocurre dentro de esta zona de especial restricción al tráfico contaminante.
- Cargadores eléctricos (Localización y datos técnicos): Conjunto de datos de tipo punto que geolocaliza cada infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en el municipio de Valencia. Contiene información como la ubicación exacta, la potencia del cargador, el tipo de conector disponible y el operador que gestiona el punto.
- Cargadores eléctricos (Localización y estado): De tipo punto, que aporta información sobre el estado actual de cada infraestructura de recarga. Distingue dos dimensiones clave: el estado de montaje (si el cargador está físicamente instalado o aún en obras) y el estado operativo (si el cargador funciona correctamente, está fuera de servicio o en mantenimiento).
- Aparcamientos: Capa de tipo punto que localiza geográficamente los aparcamientos públicos y privados de la ciudad de Valencia, incluyendo parkings disuasorios, subterráneos y de superficie.
- Aparcamientos por distrito: Dataset tabular de tipo agregado administrativo que relaciona, para cada distrito y barrio de Valencia, el número total de turismos registrados, la población censada y las plazas de aparcamiento disponibles.
- Distritos: Capa que muestra los distintos distritos de Valencia a analizar.

2.2 Preprocesado de datos

Como se ha visto en el punto anterior, se han utilizado distintos datasets con información diversa. Entre ellos, se han empleado dos conjuntos de datos centrados en los cargadores eléctricos y su localización. Sin embargo, surgió un problema importante: los datos no eran homogéneos, ya que algunos campos no coincidían o contenían información distinta.

Para poder trabajar de forma consistente, se optó por simplificar y unificar la información. En concreto, se eliminaron ciertos campos técnicos relacionados con la potencia o el tipo de cargador, y se creó un nuevo campo que permite identificar si los cargadores están activos o aún no han entrado en servicio.

De esta forma, se consigue un conjunto de datos más coherente y homogéneo, facilitando su utilización en las fases posteriores del proyecto.

2.3 Preprocesado de la información geográfica

Con el objetivo de enriquecer el análisis espacial posterior, se incorporó información geográfica adicional a los datasets de cargadores y parkings mediante el uso de herramientas de análisis espacial en QGIS.

Para ello, se realizaron operaciones de unión y superposición espacial entre las distintas capas geográficas. Como resultado, se añadieron nuevos campos que indican el barrio y distrito al que pertenece cada elemento, incluyendo tanto el número como el nombre del distrito correspondiente.

Además, se incorporó un indicador que permite identificar si cada cargador o parking se encuentra dentro o fuera de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE) de Valencia.

Estas operaciones permitieron generar capas de información más completas y enriquecidas geográficamente, facilitando su posterior integración en los mapas interactivos desarrollados en R mediante Leaflet.

2.4 Elección de gráficas para los distintos tipos de datos

Siguiendo los principios básicos de la asignatura, hemos elegido los siguientes gráficos para comprender mejor la relación entre las zona de bajas emisiones, distritos y ubicación de cargadores y parkings de valencia:

- Comparación de cantidad de cargadores y parkings por distrito: hemos usado un diagrama de barras, para poder comparar la cantidad por cada distrito. Los organizamos de forma descendente para identificar los distritos que representan mejor infraestructura de cara a la mejora ambiental que se propone en la ciudad de Valencia.
- Información sobre cargadores, parkings y distritos: hemos empleado tablas, relacionadas con el gráfico y el mapa interactivo, que nos permite identificar información de manera textual y numérica, para casos detallados.
- Densidad de cargadores y parkings: un mapa de calor que permite identificar más fácil las zonas con mayor concentración de cargadores o parkings dentro de la ZBE, que permite comprender mejor la relación, a excepción de los mapas de puntos.
- Intersección entre cargadores y parkings por distrito: implementamos barras agrupadas para comparar al mismo tiempo aquellos distritos con más de un cargador y/o parking.

En casa uno de los gráficos empleados, intentamos ser lo más explícitos posibles ya que usamos colores verdes para referirnos a la ZBE y a los cargadores, mientras que para los parkings usamos un color azul. También, dado que queremos comprender si Valencia, o al menos, que zonas de Valencia presentan mejor infraestructura de cara a esta nueva iniciativa, decidimos destacar y organizar los datos de forma descendente. Por último, en cada uno de los mapas, decidimos dar libertad al usuario para que pudiera interactuar con el mapa y no se quedará con la primera impresión de las preguntas que consideramos frecuentes y/o interesantes para este análisis.

2.5 Diseño del mapa e interactividad

Para las capas, hemos integrado las siguientes:

Capa	Tipo	Descripción
Distritos	Polígono	Delimitación de los distritos de Valencia
ZBE	Polígono	Delimitación de la ZBE en Valencia
Cargadores	Círculos	Puntos de carga eléctrica
Parkings	Círculos	Parkings públicos
Mapa de calor cargadores	Gradiente	Densidad de cargadores dentro de la ZBE
Mapa de calor parkings	Gradiente	Densidad de cargadores dentro de la ZBE

Por otro lado, para la cartografía base, hemos implementado 3.

La primera, es la CartoDB.Positro, que la dejamos como defecto, ya que es de tipo minimalista y además, permite ver con claridad los diferentes puntos que quisimos destacar en el análisis. Sin embargo, dado que el mapa puede ser incomprendido y/o faltar información, hemos dado la opción de que el usuario seleccione por un lado, la cartografía OpenStreetMap o Esri. En estas últimas, podremos obtener más información de las calles, porque proporcionan más colores, texturas e imágenes satelitales.

Finalmente, dentro de los elementos de interactividad, para mayor facilidad en el uso de mapa:

- addResetMapButton: ayuda a que la vista inicial se reinicie, de modo que si el usuario se va a otro país o por despiste mueve el mapa, este botón le permite volver a Valencia.
- fitBounds: botón que nos ayuda a dirigirnos a los distritos seleccionados por el usuario. En lugar de que el usuario tendrá que hacer zoom por cada distrito que seleccione, este solo tiene que indicar el filtro, y el mapa se dirige automáticamente a este lugar.
- popup: información al hacer clic sobre algún elemento, como puntos o polígonos.
- LayersControl: da la opción al usuario de saltar y seleccionar diferente mapa base y capas.

2.6 Diseño del cuadro de mandos

Para el cuadro de mandos hemos usado las librerías de R shiny y shinydashboard. Lo hemos dividido en tres secciones principales a las que se acceden desde la barra lateral izquierda:

- Presentación: Descripción del proyecto e integrantes del equipo. Creamos también una imagen que muestra información de zonas de bajas emisiones como referencia visual.
- Mapas: La parte principal de la investigación, lo dividimos en dos pestañas:
 - Filtros avanzados: permite al usuario filtrar la visualización por cada distrito, enseña la ubicación respecto a la ZBE y el número mínimo de cargadores o parkings por distrito que podemos seleccionar. El mapa se actualiza al pulsar "Aplicar filtros" y el zoom se ajusta a los distritos seleccionados
 - Preguntas frecuentes: respondemos a distintas preguntas del análisis a través de mapas. Cada botón actualiza el mapa, la tabla de resultados y la gráfica a la vez.
- Comentarios: Recoge las respuestas a las preguntas de análisis sobre la distribución de cargadores y parkings en la ciudad.

2.7 Implementación

- Carga de datos: Los conjuntos de datos (cargadores, aparcamientos, distritos y ZBE) se cargan como objetos reactivos con `st_read()` y usamos `st_transform()` para que sean compatibles con Leaflet. El archivo ZBE se aplanar a 2D con `st_zm()` al tener coordenadas Z innecesarias.

- Análisis espacial en R: Con la función ‘estadisticas_distritos’ realizamos una superposición espacial con `st_join()` y contamos cuántos cargadores y parkings hay en cada distrito. Los resultados los agregamos con `group_by` y `summarise` de `dplyr`, solucionando así también los distritos duplicados en el shapefile con un `group_by(nombre) %>% summarise(sum(...))` final.
- Mapas interactivos: Se usan dos mapas Leaflet independientes. Ambos ofrecen tres cartografías base diferentes que el usuario puede elegir: CartoDB, OpenStreetMap y Satélite. El zoom inicial se ajusta automáticamente a la extensión de los datos con `fitBounds` calculado a partir de los bounding boxes de las capas. Cada mapa incorpora una leyenda y un botón de reset usando en la librería `leaflet.extras` `addLegend` y `addResetMapButton` respectivamente.
- Reactividad: Con la variable `seleccion_actual` almacenamos el estado actual de la selección en la pestaña de preguntas frecuentes. Cada botón actualiza este valor usando `observeEvent`, lo que desencadena la actualización simultánea del mapa, la tabla (con `renderDT`) y la gráfica (`renderPlotly`) sin recargar la página.

3. Resultados

En esta sección se exponen los datos obtenidos mediante el procesamiento de las capas geográficas y tabulares de la ciudad de Valencia. El análisis se apoya en una serie de visualizaciones que permiten observar la distribución de la infraestructura de recarga en relación con los aparcamientos y las restricciones de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE).

3.1 Interfaz y herramientas de consulta

La implementación en R ha dado lugar a un cuadro de mandos interactivo que centraliza toda la información del estudio. Esta plataforma permite gestionar los datos de manera unificada, facilitando el acceso a los resultados obtenidos en una única interfaz dinámica.

Su funcionalidad permite filtrar la visualización según distritos específicos, el estado operativo de los cargadores y su ubicación respecto a la ZBE. Gracias a estos parámetros, el usuario puede segmentar la información y centrar el análisis en los aspectos operativos y geográficos más relevantes.

Asimismo, la herramienta ofrece una visualización integrada que permite superponer simultáneamente las capas de distritos, el polígono de la ZBE, los puntos de carga y los aparcamientos. Esta superposición facilita un análisis relacional rápido, permitiendo identificar de forma clara la interacción entre los diferentes elementos del estudio.

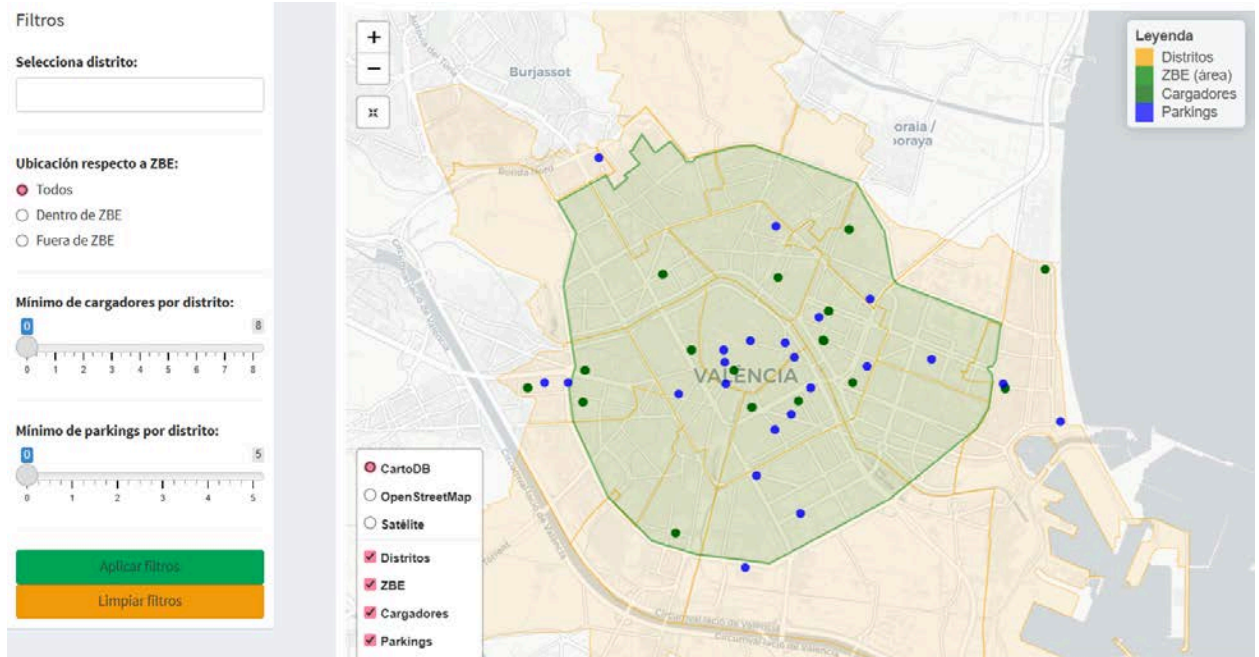


Figura 1. Cuadro de mandos interactivo para el análisis de vehículos eléctricos en Valencia

3.2 Distribución geográfica y densidad por distritos

El análisis de la infraestructura de parkings por distrito muestra una distribución heterogénea a lo largo del municipio de Valencia. Como se observa en el mapa de coropletas, los distritos centrales presentan la mayor cantidad de puntos de carga, con valores que alcanzan los 4 y 5 cargadores en el núcleo histórico y zonas de expansión comercial, destacando barrios como Ciutat Vella y L'Eixample.

Por el contrario, los distritos situados en la periferia norte y oeste muestran una presencia mínima o nula de infraestructura. En estas zonas, la coloración más clara del mapa indica una disponibilidad de entre 0 y 1 cargadores por distrito.

Finalmente, se detecta una presencia moderada de 2 cargadores en las áreas de Poblats Marítims y L'Olivereta. Estos puntos se caracterizan por estar desconectados del núcleo principal de alta densidad que se concentra en el centro de la ciudad.

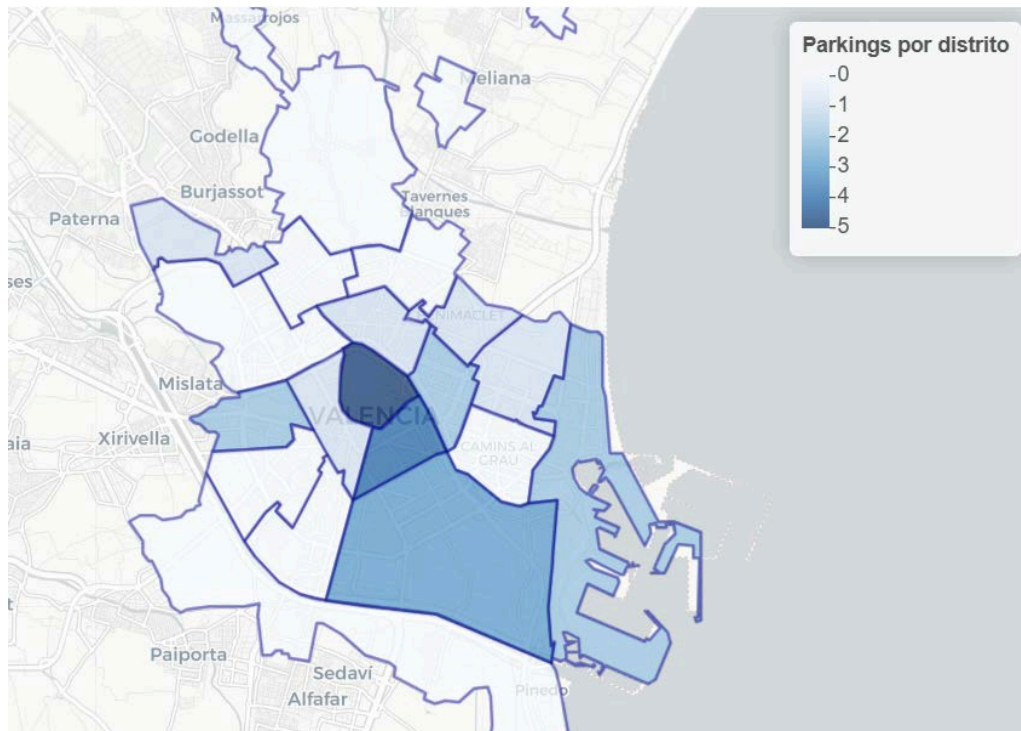


Figura 2. Mapa de coropletas: Número de parkings por distrito

Tras identificar la capacidad de estacionamiento por distritos en la Figura 2, resulta esencial evaluar si dicha infraestructura cuenta con el respaldo necesario de puntos de recarga para facilitar la transición al vehículo eléctrico. El mapa de coropletas de la Figura 3 permite realizar esta comparativa directa entre la oferta de parkings y la dotación de cargadores por cada unidad administrativa.

Como se observa en dicho mapa, el núcleo central y ciertos distritos del sector oeste presentan la mayor concentración de servicios. El distrito de El Pla del Real alcanza el valor máximo de 8 cargadores, seguido por L'Olivereta con 6 y L'Eixample con 4. Sin embargo, destaca el caso de Ciutat Vella, que habiendo mostrado la mayor capacidad de estacionamiento en la Figura 2, presenta únicamente 2 cargadores en este análisis de infraestructura de recarga.

Por el contrario, los distritos situados en la periferia norte, como el área de Benicalap y Rascanya, junto con las zonas del sur, muestran una coloración muy clara que indica una presencia mínima de infraestructura, con registros de 0 cargadores. En términos generales, el resto de los distritos de la ciudad se mantienen en un rango bajo, con una dotación que oscila entre los 0 y 2 cargadores por distrito.

Finalmente, se detecta una dotación moderada de 4 cargadores en el distrito de Poblats Marítims, situado en el eje que conecta con el centro. Esta zona intermedia mantiene una presencia constante de infraestructura, situándose en un punto de equilibrio entre los núcleos de alta densidad y las áreas periféricas con menor presencia de puntos de carga.

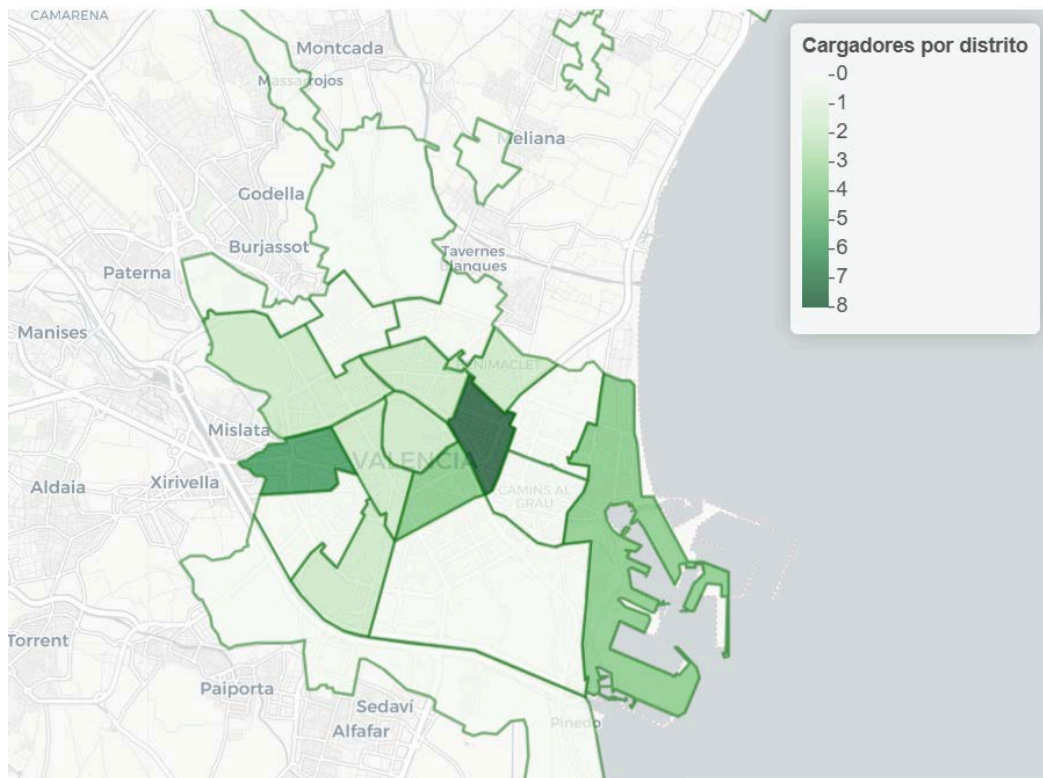


Figura 3. Mapa de coropletas: Número de cargadores por distrito

3.3 Análisis específico de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE)

Para profundizar en el impacto de la normativa de restricción de tráfico, se ha realizado un filtrado avanzado utilizando la capa vectorial del perímetro oficial de la ZBE de Valencia. Este procedimiento, aplicado durante el preprocesado de la información geográfica, permite discriminar qué infraestructuras se sitúan estratégicamente para dar servicio al núcleo restringido y cuáles actúan como soporte en la periferia inmediata.

En lo que respecta a la oferta de estacionamiento, la Figura 4 muestra la distribución de los aparcamientos (públicos, privados y de superficie) situados exclusivamente dentro de los límites de la ZBE. Se observa una red moderada de puntos azules que cubren de manera uniforme el núcleo central, lo que evidencia una amplia disponibilidad de plazas que cumplen con el objetivo de facilitar el aparcamiento en la zona de especial restricción al tráfico contaminante.

Por otro lado, la Figura 5 presenta la localización de los cargadores eléctricos que se encuentran fuera del área de bajas emisiones. En esta visualización, los puntos verdes se sitúan en los márgenes exteriores y distritos periféricos, lo que permite identificar la infraestructura destinada a los conductores que transitan por las vías de circunvalación o que residen en barrios que no están sujetos a las restricciones inmediatas de la ZBE.

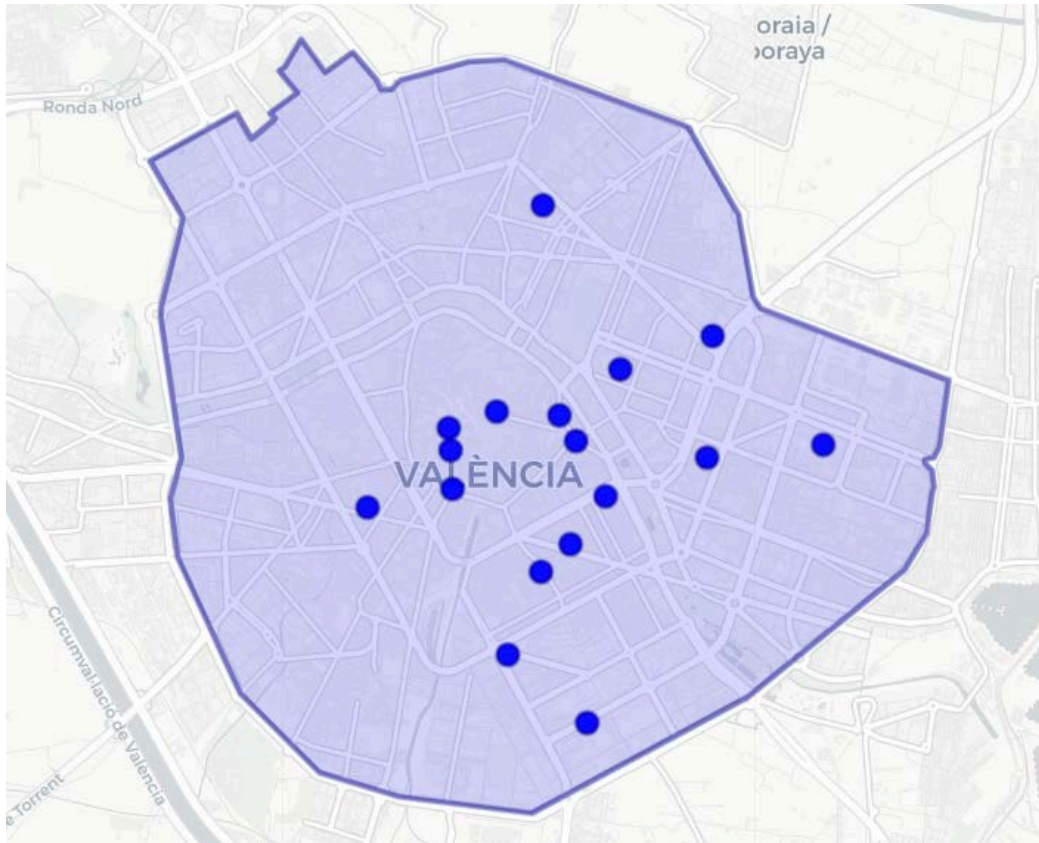


Figura 4. Mapa de distribución de puntos: Localización de aparcamientos dentro del perímetro de la ZBE

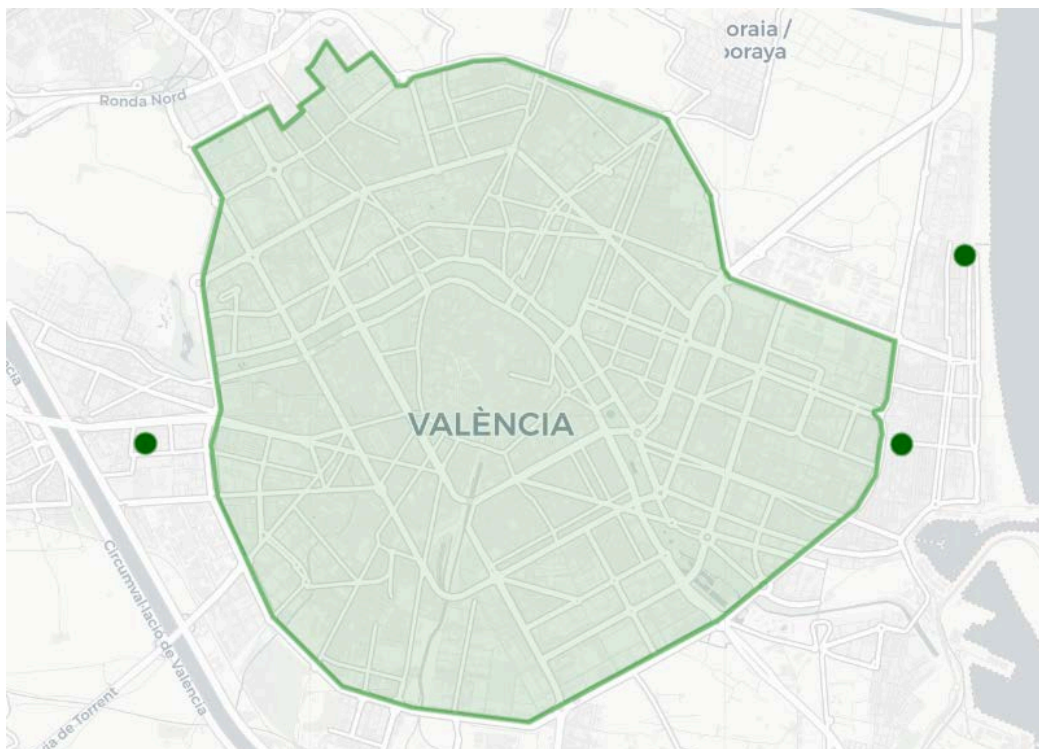


Figura 5. Mapa de distribución de puntos: Localización de cargadores fuera del perímetro de la ZBE

4. Discusión

4.1 Interpretación de los resultados en relación con los objetivos del estudio y la literatura existente.

El análisis espacial de los datos revela una contradicción importante entre los lugares disponibles para estacionar y la ubicación real de los puntos de recarga en Valencia. El objetivo de evaluar la cobertura dentro de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE) deja a la vista un problema evidente: el distrito de Ciutat Vella, que es el que más parkings y capacidad de estacionamiento ofrece en los mapas (con niveles de 4 a 5 puntos), dispone únicamente de 2 cargadores eléctricos dentro de este estudio.

Este dato contrasta con lo que plantean el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) y la Estrategia Urbana 2030, que señalan que la prioridad debe ser instalar puntos de recarga justamente en las zonas de tráfico restringido y en los puntos de conexión de transporte. La falta de cargadores en el centro histórico va en contra de la idea de ofrecer una alternativa real al coche de combustión en el lugar donde más se limita su circulación. Por el contrario, la mayor parte de la infraestructura de recarga se concentra en distritos cercanos o del oeste, como El Pla del Real (8 cargadores) y L'Olivereta (6 cargadores).

Además, tal y como advierten los estudios previos sobre la necesidad de repartir los recursos de forma justa por el territorio, se observa una gran desigualdad entre el centro y la periferia. Los distritos del norte, como Benicalap y Rascanya, así como las zonas del sur de la ciudad, tienen un registro de 0 cargadores. Esto demuestra que, a pesar de los planes vinculados a "València Capital Verde Europea 2024" para llevar cargadores a los barrios con menos cobertura, la realidad actual de los datos refleja que la infraestructura sigue estando muy centralizada.

4.2 Análisis de las implicaciones de los hallazgos.

Estos resultados tienen consecuencias directas para la planificación de la ciudad. Prohibir o restringir el acceso a los coches más contaminantes en el centro de Valencia no será del todo efectivo si no se aprovecha la gran red de aparcamientos que ya existe dentro de la ZBE para instalar cargadores funcionales. Los conductores se encuentran con el problema de que no pueden cargar sus vehículos en las zonas que tienen más plazas de estacionamiento.

Por otro lado, los cargadores que se encuentran fuera de la ZBE están colocados en los márgenes exteriores y en las vías de circunvalación. Esto significa que, actualmente, esa infraestructura sirve más como apoyo para los coches que están de paso o para los vecinos de barrios que no tienen restricciones inmediatas, dejando desatendida la demanda de quienes necesitan moverse por el interior de la zona protegida.

4.3 Discusión sobre las limitaciones del estudio y posibles áreas para futuros trabajos.

La principal dificultad durante el desarrollo del trabajo fue la falta de uniformidad en los datos originales. Al trabajar con dos bases de datos distintas sobre los cargadores (una con la ubicación y los detalles técnicos, y otra con su estado de funcionamiento), se descubrió que las informaciones no coincidían entre sí. Para poder avanzar y asegurar que el análisis en R fuera coherente, fue necesario simplificar los datos eliminando detalles técnicos como la potencia exacta o el tipo de enchufe de los cargadores.

Como consecuencia de este recorte, el estudio tiene la limitación de no reflejar la potencia real instalada. Por tanto, no es posible saber si los cargadores disponibles en el centro o en los barrios son lentos, semi-rápidos o rápidos. Además, los datos utilizados ofrecen información general por distritos y barrios, pero no permiten conocer en tiempo real cuántas de esas plazas están ocupadas o libres en un momento dado.

4.4 Dificultades encontradas.

A partir de los problemas detectados, se proponen las siguientes líneas de investigación para el futuro:

- Incluir el análisis de la potencia: Recuperar los datos sobre la potencia eléctrica que se descartaron al principio para evaluar si los cargadores actuales permiten una carga rápida (necesaria en zonas comerciales y de paso) o lenta.
- Estudio de la evolución temporal: Analizar cómo está creciendo el número de coches eléctricos matriculados por barrio en Valencia para adelantarse y predecir qué zonas sufrirán una mayor falta de cargadores a corto plazo.
- Evaluar las empresas gestoras: Analizar la distribución de los puntos según la empresa privada que los gestiona, para ver si la división del mercado dificulta que los ciudadanos puedan acceder de forma sencilla e igualitaria a la red de recarga de la ciudad.

5. Conclusiones

Al realizar el estudio sobre la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos en la ciudad de Valencia nos ha permitido identificar una seria problemática existente, especialmente en relación con la Zona de Bajas Emisiones (ZBE). Hemos comprobado que la presencia de cargadores no siempre se corresponde con las zonas que concentran una mayor capacidad de estacionamiento o con aquellas donde las restricciones al tráfico sean más estrictas.

Los resultados muestran que los distritos centrales, como Ciutat Vella o l'Eixample, disponen de una elevada oferta de aparcamientos, pero no cuentan con una infraestructura acorde. En particular, Ciutat Vella presenta una obvia insuficiencia de cargadores eléctricos pese a ser una de las áreas más afectadas por las limitaciones de circulación derivadas de la ZBE. En cambio, otros distritos como el Pla del Real o l'Olivereta concentran un mayor número de puntos de recarga, generando una distribución desequilibrada dentro de Valencia.

En relación con los objetivos planteados inicialmente, el estudio ha permitido evaluar la localización y disponibilidad de los cargadores, analizar su relación con los aparcamientos disponibles y detectar áreas con cargadores insuficientes para sus características. También, se ha comprobado que parte de los cargadores fuera de la ZBE funcionan más como soporte periférico que como infraestructura integrada del centro urbano. Con todo esto, podemos asegurar que la transición hacia el vehículo eléctrico todavía presenta limitaciones importantes en términos de accesibilidad y planificación.

El estudio, desde un punto de vista práctico, los resultados ponen en manifiesto la necesidad de reforzar la instalación de puntos de recarga en aquellas zonas donde existe una alta demanda y restricciones de tráfico. Aprovechar la red de aparcamientos podría ser una oportunidad clave para facilitar dicha transición.

Científicamente, estos resultados demuestran el valor de las herramientas de análisis geográfico y de la visualización de datos para estudiar problemas complejos. La integración de datos en entornos interactivos permite identificar patrones, detectar desequilibrios y apoyar la toma de decisiones en políticas públicas orientadas a la sostenibilidad y la planificación de las ciudades.

6. Referencias

Kassambara, A. (2024, 10 de febrero). *Cuadros de mando interactivos con Shiny*. Datanovia. <https://www.datanovia.com/es/learn/programming/r/tools/interactive-dashboards-with-shiny.html>

Ryan, Y. (2023). *Creación de aplicaciones web interactivas con R y Shiny* (J. Isasi, Trad.). *Programming Historian en español*, 7. <https://doi.org/10.46430/phes0062>

RStudio. (s. f.). *Get started with shinydashboard*. shinydashboard. https://rstudio.github.io/shinydashboard/get_started.html

Ajuntament de València. (s. f.). *València aprueba la ordenanza de zona de bajas emisiones*. València. <https://www.valencia.es/cas/actualidad/-/content/val%C3%A8ncia-aprueba-la-ordenanza-de-zona-de-bajas-emisiones>

Lista completa de todas las fuentes citadas en el informe, siguiendo un formato de cita específico (APA, MLA, etc.).