



**VISUALIZACIÓN
DE DATOS**

Segundo de carrera

MINIPROYECTO



**Análisis espacial de la movilidad sostenible
en la ciudad de Valencia.**

Emma Almenar
Jorge Ballesteros
Marta Navarro
Vladimir Opait
Edurne Serigó



Índice

1. Introducción	2
2. Metodología	2
2.1. Análisis exploratorio de los datos	2
2.2. Preprocesado de Datos	3
2.3. Preprocesado de la información geográfica	3
2.4. Elección de gráficas para los distintos tipos de datos	4
2.5. Diseño del mapa e interactividad	5
2.6. Diseño del cuadro de mandos	5
2.7. Implementación	6
3. Resultados	6
4. Discusión	10
5. Conclusiones	11
6. Referencias	11

1. Introducción

El sistema de transporte público urbano Valenbisi es una de las iniciativas más importantes para alcanzar una movilidad sostenible dentro de la ciudad de Valencia. Su propuesta busca fomentar el uso de las bicicletas como medio de transporte con la finalidad de reducir la congestión del tráfico y los niveles de contaminación atmosférica.

Actualmente, cuando es clave en las grandes ciudades la sostenibilidad, el análisis de la distribución espacial de estas es fundamental. Factores como la localización de las estaciones de aparcamiento, la disponibilidad de bicicletas o la red de carriles bici es necesario estudiarlos.

Diversos estudios sobre movilidad urbana sostenible señalan que la accesibilidad a los sistemas de bicicleta pública no siempre es homogénea dentro de las ciudades, lo que puede generar desigualdades territoriales entre barrios bien conectados y otros con menor cobertura. Con esta investigación podremos identificar posibles déficits en la planificación urbana y propuestas mejores, utilizando conjuntos de datos sobre estaciones de bicicletas, disponibilidad de vehículos, infraestructura ciclista y contaminación ambiental.

Planteándonos así algunas preguntas como ¿las estaciones con más carril cercano tienen mejor disponibilidad? ¿hay alguna relación entre conectividad y funcionamiento del sistema?, etc.

2. Metodología

2.1. Análisis exploratorio de los datos

Para trabajar con datos de movilidad y medio ambiente en Valencia usando QGIS, hemos entrado al portal open data del Ayuntamiento de Valencia y hemos descargado tres archivos de extensión “.geojson” y otro “.csv”.

En primer lugar, el archivo “query” nos muestra la información sobre la disponibilidad en tiempo real del número de bicis y anclajes libres por estación, así como el nivel de uso de cada una y la ubicación de esta. El archivo “carrilesbici” contiene la red de carriles bici con sus coordenadas geográficas. Cada carril incluye información sobre su estado y su longitud en metros.

2.2. Preprocesado de Datos

Tras analizar los datos, para poder trabajar con ellos en QGIS sin encontrarnos ningún tipo de error, procederemos a realizar un proceso de limpieza de la información. Así conseguimos borrar aquellas variables que no son necesarias, eliminar los datos que pueden llevar a incongruencias...

Para ello, lo que haremos es crear tres ficheros en RStudio que se adapten a cada uno de los distintos conjuntos de datos que hemos visto en el análisis. En cada fichero lo que haremos será primero cargar el conjunto de datos sobre el que trabajaremos y después seleccionaremos las variables sobre las que podemos obtener la información que necesitamos en el proyecto, eliminando así aquellas variables que presentan una gran cantidad de datos faltantes o que no aportan información necesaria para el análisis.

A continuación, eliminaremos aquellas filas, es decir, aquellos datos, sobre los que nos falte algún tipo de información de alguna variable, evitando así inconsistencias. Por último, cambiaremos aquellos nombres de las variables que podrían producir un error y guardaremos en nuevo dataset.

Gracias a este proceso, los datasets quedaron preparados para ser importados y utilizados correctamente en QGIS.

2.3. Preprocesado de la información geográfica

El análisis se centra en las estaciones del sistema Valenbisi, su disponibilidad relativa y su cobertura espacial, incorporando además la red de carriles bici como indicador de conectividad ciclista.

Hacemos el preprocesado en QGIS:

- Cargamos la capa principal valenbisi_final con la disponibilidad de valenbisi
- Cargamos la capa secundaria carriles_bici
- Creamos el buffer utilizando como capa de entrada valenbisi_final, distancia de 400 m, 20 segmentos y sin disolver resultado para mantener cada estación individual
- Hacemos la intersección entre carrilesbici y buffer_valenbisi_400m
- Calculamos la longitud de cada tramo. Creamos una nueva variable dentro de carriles_bici llamada long_m. Esto nos sirve para convertir la intersección en una variable cuantitativa útil. Cada uno de esos trozos tiene una longitud distinta.
- Para cuantificar la conectividad ciclista de cada estación Valenbisi, aplicamos la herramienta “Unir atributos por localización (resumen)”. Para ello ponemos como capa objetivo: buffer_valenbisi y como capa a comparar carriles_en_buffer_valenbisi. La relación espacial es que se intersecan, para cada buffer busca los carriles que caen dentro. El campo a resumir es long_m y el estadístico es suma ya que sumamos la longitud total de carriles bici dentro de cada buffer. Así obtenemos, para cada estación: cuántos metros de carril bici tiene cerca
- Cargamos la capa de densidad de población de WorldPop, que contienen campos X y Y para coordenadas en grados, y Z que es la población medida en este area
- Convertimos puntos de 4326 a 25832 para tenerlo en metros
- Con la herramienta de Poligonos convertimos puntos en rectangulos que ocupan casi toda la superficie.
- Calculamos intersecciones con buffers de paradas valenbici y carriles
- Creamos campos nuevos en rectangulos de población y pasamos los geojson en R

2.4. Elección de gráficas para los distintos tipos de datos

A continuación explicaremos las gráficas que hemos seleccionado para explicar los distintos tipos de datos con los que estamos trabajando. Las gráficas seleccionadas son:

1. Mapa principal.

- Qué representa: estaciones con ocupación (nivel de uso de cada estación).
- Tipo: mapa de puntos.
- Este gráfico permite responder a la pregunta ¿Cómo funciona el sistema en la ciudad?
- Se utiliza un mapa temático porque la variable analizada tiene una componente espacial, permitiendo identificar patrones geográficos y desigualdades territoriales de forma intuitiva.

2. Scatter Plot (Carril y disponibilidad)

- Qué representa: eje X: longitud de carril en buffer, eje Y: ocupación.
- Este gráfico nos ayuda a comprender si cuanto más carril bici significa mejor disponibilidad.
- Empleamos un diagrama de dispersión por que es la herramienta más adecuada para analizar la relación entre dos variables cuantitativas, permitiendo identificar patrones de correlación entre infraestructura ciclista y ocupación.

3. Scatter Plot (Población y ocupación)

- Qué representa: eje X: densidad de población (Z), eje Y: ocupación del sistema Valenbisi.
- Este gráfico nos permite analizar si existe relación entre la demanda de la población y el uso real del sistema de bicicletas públicas.
- Empleamos un diagrama de dispersión porque es la herramienta más adecuada para estudiar la relación entre dos variables cuantitativas, permitiendo identificar posibles correlaciones y patrones entre la densidad poblacional y el nivel de ocupación de las estaciones.

4. Boxplot.

- Que representa: agrupa estaciones según infraestructura,
- Grupos: bajo carril, medio, alto.
- Variable: ocupación.
- Este gráfico responde a la pregunta: ¿Encontramos diferencias entre algunas zonas de la ciudad?
- Utilizamos un boxplot para comparar la distribución de la ocupación entre distintos niveles de infraestructura, ya que nos permite analizar tanto la tendencia central como la dispersión de los datos.

5. Gráfico de barras.

- De esta forma podemos hacer una comparación simple entre cantidad de carril bici cerca de una estación vs nivel de ocupación de esa estación.
- Eje X: nivel de carril (bajo / medio / alto)
- Eje Y: ocupación media.
- Empleamos un gráfico de barras para comparar de forma clara la ocupación media entre grupos de estaciones, facilitando la comunicación de resultados a nivel agregado.

2.5. Diseño del mapa e interactividad

Cartografía base:

Tres opciones seleccionables desde el sidebar mediante `addProviderTiles`:

- `OpenStreetMap`
- `Esri.WorldImagery`
- `CartoDB.Positron`

Capas geospaciales:

- Grid de Valencia: Cuadrícula con densidad de población (*Z*), cobertura de buffers (`buffer_cov`) y metros de carril bici (`car_cov`)
- Carriles bici: Red ciclista en verde, cargada desde `carrilesbici.geojson`
- Estaciones Valenbisi: Marcadores circulares de las estaciones de bicicletas públicas
- Centroides del grid: Marcadores pequeños para hacer clic sobre cada celda

Control de capas: el usuario activa/desactiva cada capa con un `checkboxGroupInput`. El servidor limpia los grupos con `clearGroup()` y los redibuja.

Zoom y extensión por defecto: se usa `fitBounds()` con el bounding box (`st_bbox`) del grid para que la vista inicial encuadre exactamente la ciudad.

Leyendas dinámicas: se añaden con `addLegend` y se eliminan con `removeControl` según qué capas y colores estén activos.

2.6. Diseño del cuadro de mandos

El dashboard usa `bslib::page_sidebar` con tema Bootstrap 5 flatly.

Estructura de navegación: dos pestañas (`tabsetPanel`):

1. Pestaña "Mapa"

- Mapa Leaflet (600 px de alto)
- Tabla DT dinámica que muestra el detalle del elemento seleccionado en el mapa

2. Pestaña "Análisis" — cuatro gráficas científicas:

- Scatter: metros de carril bici vs ocupación (con regresión lineal)

- Boxplot: distribución de ocupación por nivel de carril (bajo/medio/alto)
- Scatter: densidad de población vs ocupación (con regresión lineal)
- Barras: ocupación media por nivel de carril

2.7. Implementación

```
carriles <- st_read("geojson/carrilesbici.geojson") %>% st_transform(4326)
stations <- st_read("geojson/valenbisi_stations.geojson") %>% st_transform(4326)
grid <- st_read("geojson/valencia_grid.geojson") %>% st_transform(4326)
```

Cruce espacial para enriquecer las estaciones:

```
stations2 <- st_join(stations, grid[, c("car_cov", "buffer_cov", "Z")])
```

Esto permite correlacionar atributos del entorno (carril bici cercano, densidad de población) con el uso de cada estación Valenbisi.

Reactividad clave:

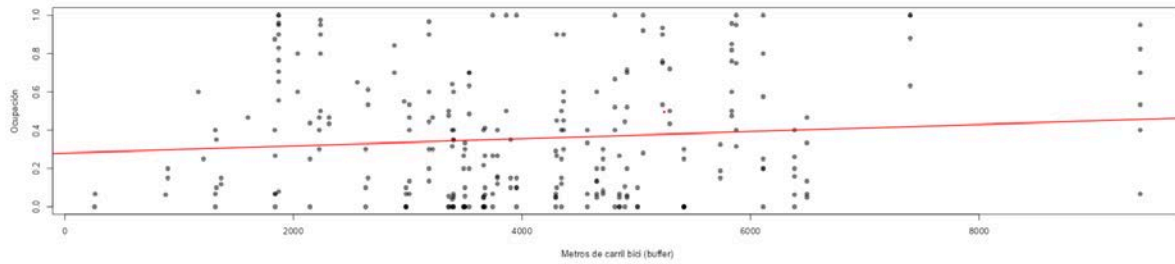
- leafletProxy: actualiza capas sin re-renderizar el mapa completo
- reactiveVal(NULL): estado del elemento seleccionado, dispara la tabla DT
- reactive({ colorNumeric(...) }): paleta del grid recalculada cuando cambia la métrica
- observeEvent(input\$mapa_marker_click / mapa_shape_click): captura clics en puntos y polígonos por separado
- carril_cat (quantile cut en tres niveles): variable categórica para boxplot y barras, calculada dentro del servidor

3. Resultados

Una vez tenemos analizados los datos, creados los mapas y las diferentes gráficas, obtenemos los resultados apoyándonos en ellas.

Primero queremos observar si existe una relación entre la ocupación de las bicis en las diferentes estaciones y la existencia de carriles bici cerca de ellas. Para ello hacemos un diagrama de dispersión.

Relación carril bici vs ocupación

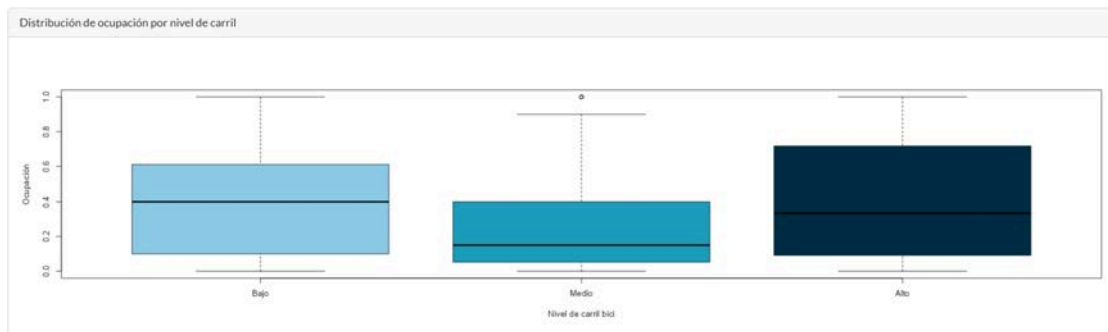


Scatter: carril bici vs ocupación

El diagrama de dispersión muestra una relación positiva muy débil entre los metros de carril bici en el entorno de 400 metros de cada estación y su nivel de ocupación. La línea de regresión tiene una pendiente ligeramente ascendente, lo que significa que las estaciones mejor conectadas con infraestructura ciclista tienden a registrar mayor ocupación, pero la dispersión de los puntos es muy elevada a lo largo de todo el rango del eje X.

Este resultado indica que la presencia de carril bici cercano no explica por sí sola el uso del sistema. Estaciones con menos de 1.000 metros de carril en su entorno presentan ocupaciones que van de 0 a 0,6, mientras que estaciones con más de 6.000 metros muestran exactamente el mismo rango de variación. La infraestructura ciclista parece ser una condición necesaria pero no suficiente para garantizar el uso de las estaciones, lo que apunta a que otros factores (densidad de población, ubicación respecto a zonas de actividad o hábitos de movilidad) tienen un peso igual o mayor en la demanda del sistema.

Otra manera de estudiar si existe una relación entre la ocupación y la distancia a los carriles bici es agrupando las estaciones por nivel de cercanía. Después miramos la ocupación media. Para ello podemos usar un boxplot.



Boxplot: distribución de ocupación por nivel de carril

El boxplot agrupa las estaciones en tres niveles según los metros de carril bici en su entorno y compara la distribución de ocupación en cada grupo. El resultado que más llama la atención es que las estaciones con nivel bajo de carril presentan la mediana más alta (en torno a 0,4), mientras que las de nivel medio tienen la mediana más baja (alrededor de 0,1). Las estaciones con nivel alto se sitúan en una posición intermedia, con una mediana similar a las de nivel bajo pero con una dispersión mayor.

Este patrón no sigue la relación esperada y refuerza la conclusión sacada del scatter anterior: disponer de más carril bici cercano no se traduce de forma directa en una mayor ocupación de las estaciones. La alta variabilidad observada en los tres grupos sugiere que otros factores, como los antes mencionados, condicionan en mayor medida el comportamiento de los usuarios.

Otra manera de estudiar todo lo anterior es hacer un gráfico de barras, que suele ser más sencillo de entender.

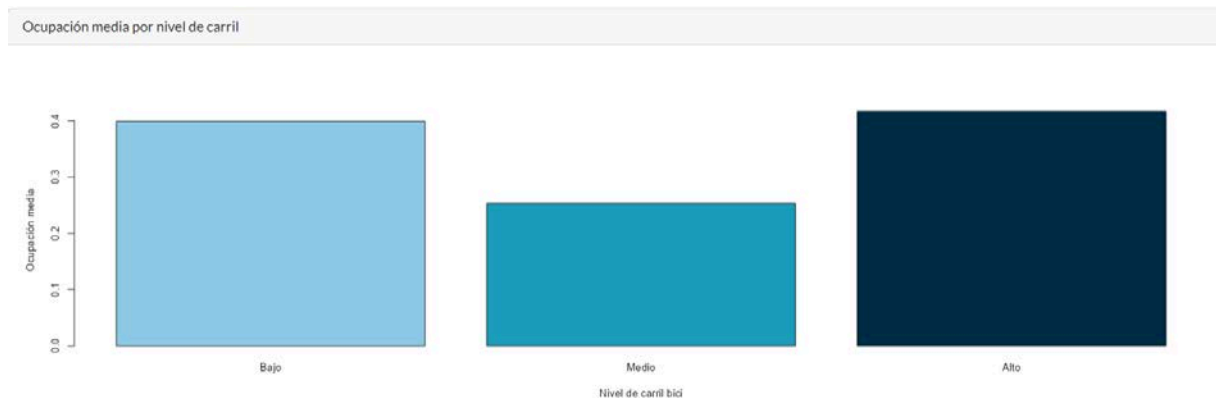
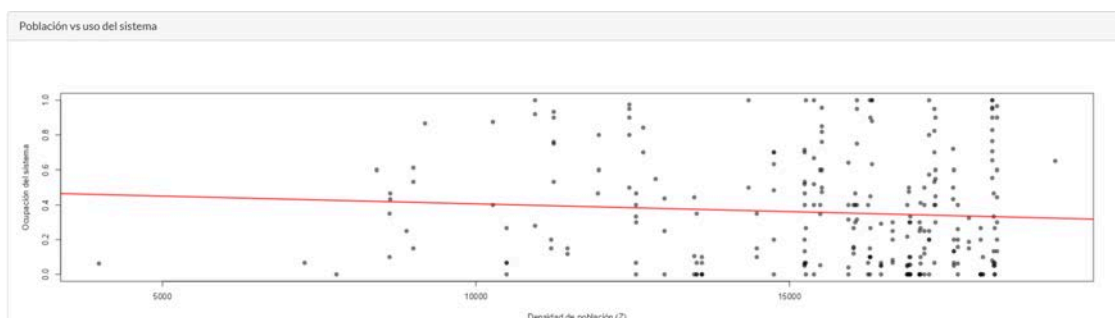


Gráfico de barras: ocupación media por nivel de carril

El gráfico muestra que las estaciones con nivel alto de carril bici presentan la ocupación media más elevada ($\approx 0,41$), seguidas muy de cerca por las de nivel bajo ($\approx 0,40$), mientras que las de nivel medio registran la ocupación más baja ($\approx 0,25$). Este patrón en forma de U refuerza lo observado en el boxplot y confirma que no existe una relación lineal entre la cantidad de carril bici cercano y el uso de las estaciones. La diferencia mínima entre el grupo bajo y el alto sugiere que otros factores tienen más peso en determinar la ocupación que la propia infraestructura ciclista.

Por último, como conocemos el censo de cada distrito de Valencia podemos estudiar la relación entre la ocupación y la densidad de población de la zona. Para ello utilizamos una gráfica de dispersión.

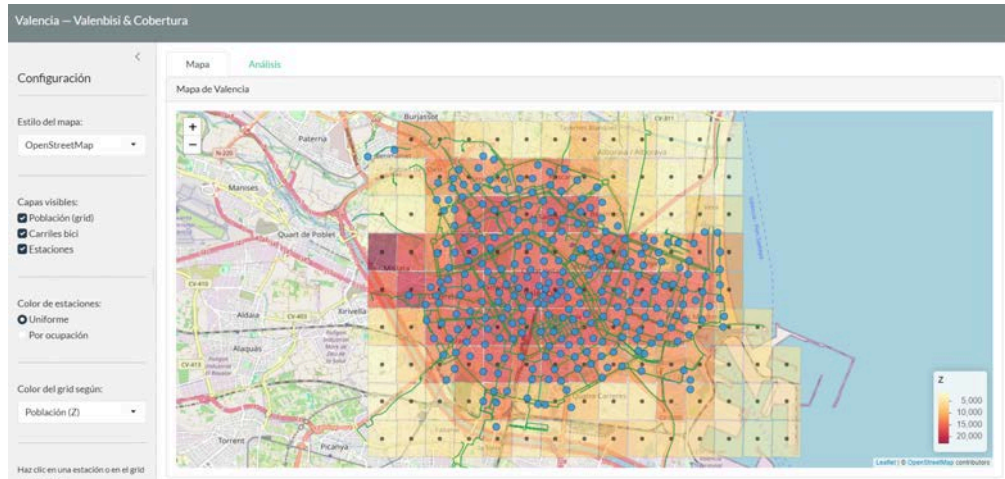


Scatter: población vs uso del sistema

El diagrama muestra una relación negativa débil entre la densidad de población del entorno de cada estación y su ocupación. La línea de regresión desciende ligeramente, lo que sugiere que las estaciones ubicadas en zonas más pobladas tienden a registrar una ocupación algo menor, al contrario de lo que se podría esperar.

No obstante, la dispersión es muy alta en todo el rango, por lo que esta tendencia no es concluyente. Una posible explicación es que en las zonas más densas las estaciones tienen mayor rotación (las bicis se retiran y devuelven con más frecuencia) lo que en un momento puntual puede traducirse en valores de ocupación bajos.

Todo lo anterior podemos verlo en un mapa interactivo que hemos creado



Mapa interactivo

El mapa permite visualizar simultáneamente la distribución espacial de las estaciones Valenbisi, la red de carriles bici y el grid de población sobre la ciudad de Valencia. A través del panel lateral es posible alternar estilos de mapa, activar o desactivar capas y modificar la métrica del grid. Al hacer clic sobre una estación o celda se despliega una tabla con sus atributos detallados.

Ejemplo de tabla sobre una estación:

Estación: Calle Salvá - Calle Poeta Querol	
Campo	Valor
name	012_CALLE_MINYANA
address	Calle Salvá - Calle Poeta Querol
number	12
open	T
available	20
free	0
total	20
ocupacion	1
estado	alta
updated at	23/04/2026 11:58:08

La distribución espacial revela un patrón radial claro: tanto las estaciones como los carriles bici se concentran en el centro y el ensanche de la ciudad, coincidiendo con las celdas de mayor densidad de población (tonos rojos y naranja intenso). A medida que nos alejamos del centro, la densidad de estaciones cae bruscamente y los carriles bici desaparecen casi por completo, mientras que las celdas periféricas muestran valores de población bajos (amarillo claro). Esto evidencia una desigualdad territorial en la cobertura del sistema que podría ser objeto de mejora en futuras planificaciones urbanas.

4. Discusión

Interpretación de los resultados en relación con los objetivos.

El objetivo principal del estudio era analizar si la distribución espacial del sistema Valenbisi es homogénea y si la infraestructura ciclista cercana influye en el funcionamiento de las estaciones. Los resultados obtenidos permiten responder a las preguntas planteadas en la introducción.

Respecto a si las estaciones con más carril bici cercano tienen mejor disponibilidad, los análisis muestran que no existe una relación lineal clara. Tanto el scatter como el boxplot y el gráfico de barras apuntan en la misma dirección: la cantidad de carril bici en el entorno de 400 metros no determina de forma significativa la ocupación de las estaciones. Estas conclusiones son coherentes con parte de la literatura sobre movilidad urbana sostenible, que señala que la infraestructura ciclista es una condición necesaria pero no suficiente para garantizar el uso de bicicletas públicas, y que factores como la topografía, los hábitos culturales o la proximidad a lugares de actividad tienen un peso igual o mayor.

En cuanto a la distribución territorial, el mapa interactivo confirma la existencia de una desigualdad espacial significativa, las estaciones y los carriles bici se concentran en el centro y el ensanche, mientras que los barrios periféricos no cuentan con tantas estaciones de ValenBisi.

Implicaciones de los hallazgos

Desde el punto de vista de la planificación urbana, los resultados sugieren que ampliar la red de carriles bici por sí solo no garantizaría un mayor uso del sistema Valenbisi. Sería necesario complementar la inversión en infraestructura con otras medidas como la expansión de las estaciones hacia zonas periféricas, campañas de promoción del uso de la bicicleta o la integración del sistema con otros medios de transporte público. La desigualdad territorial indica además que los residentes de barrios alejados del centro tienen un acceso significativamente peor al sistema, lo que puede perpetuar desigualdades en movilidad sostenible.

Limitaciones del estudio

La principal limitación es la interpretación de la variable ocupación. Al calcularse como el cociente entre bicicletas disponibles y capacidad total en un momento puntual, un valor alto puede reflejar tanto una estación poco utilizada como una con alta devolución de las bicicletas reciente. Esta ambigüedad impide establecer con certeza si una estación se usa mucho o poco, por lo que los resultados de los scatters deben interpretarse con cuidado.

Además, el análisis se basa en una única captura temporal de los datos de disponibilidad, lo que no permite detectar patrones horarios ni estacionales en el uso del sistema. La ausencia de variables como la proximidad a paradas de metro o autobús, la topografía del terreno o la densidad de comercios limita también la capacidad explicativa del modelo.

Dificultades encontradas

Durante el desarrollo del proyecto se encontraron varias dificultades técnicas. En primer lugar, la integración entre QGIS y R requirió un preprocesado que requería mucho cuidado con los datos para evitar inconsistencias en los formatos geoespaciales. En segundo lugar, el join espacial entre estaciones y la cuadrícula de población generaba duplicados cuando una estación caía en el límite entre dos celdas, lo que fue corregido conservando únicamente la primera coincidencia. Por último, la variable ocupación presentaba valores faltantes en algunas estaciones que fueron eliminados antes del análisis para garantizar la coherencia de los resultados, lo que redujo el tamaño de la muestra disponible.

5. Conclusiones

Este estudio ha permitido analizar la distribución espacial y el funcionamiento del sistema Valenbisi en Valencia, integrando información sobre disponibilidad de bicicletas, infraestructura ciclista y variables demográficas.

En cuanto a los hallazgos principales, el análisis confirma que la implantación del sistema no es homogénea en el territorio. Las estaciones y la red de carriles bici se concentran en el centro urbano y el ensanche, mientras que las zonas periféricas presentan una cobertura notablemente menor, evidenciando desigualdades territoriales en el acceso a la movilidad sostenible.

Respecto a los objetivos planteados, el estudio no encuentra una relación lineal clara entre la conectividad ciclista y la ocupación de las estaciones. Aunque existe una tendencia positiva débil, la alta variabilidad de los datos impide extraer conclusiones determinantes. Del mismo modo, la densidad de población tampoco explica de forma concluyente el comportamiento de las estaciones, lo que refuerza la idea de que el uso del sistema depende de múltiples factores como la localización, la actividad urbana o los patrones de movilidad de los usuarios.

Desde el punto de vista práctico, los resultados apuntan a la necesidad de una planificación más equilibrada, orientada a ampliar la cobertura en zonas periféricas y a considerar variables adicionales, no solo de la infraestructura ciclista. Científicamente, el estudio realizado abre la puerta a futuros trabajos basados en series temporales de movimientos por estación.

En definitiva, Valenbisi constituye una pieza clave en la estrategia de movilidad sostenible de Valencia, pero su optimización requiere un enfoque que contemple tanto la equidad territorial como tratar los factores que condicionan su uso.

6. Referencias

Ayuntamiento de València. (s. f.). *Plataforma VLCi – Open Data Valencia*.

<https://opendata.vlci.valencia.es/group/>