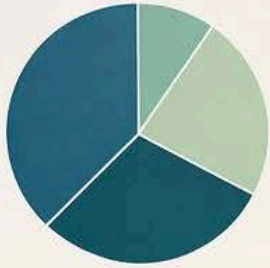


# ¿Es Valencia una ciudad saludable?



**VISUALIZACIÓN DE DATOS**



Trabajo realizado por:

Jorge Cano  
Iker Martínez  
Paula Girbés  
Mar Fuentes  
Clara Soriano

# Índice

<b>Índice.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>2</b>
2.1. Análisis exploratorio de los datos.....	3
2.2. Preprocesado de Datos.....	3
2.3. Preprocesado de la información geográfica.....	4
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 mandos.....	7
2.7. Implementación.....	7
<b>3. Resultados.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Discusión.....</b>	<b>10</b>
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>10</b>
<b>6. Referencias.....</b>	<b>12</b>

# 1. Introducción

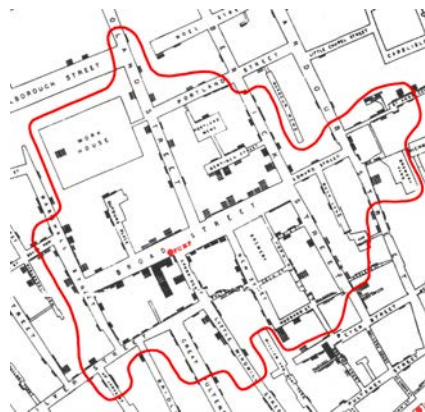
Las ciudades actuales afrontan importantes retos relacionados con la sostenibilidad urbana, la contaminación ambiental y la calidad de vida de la población. Factores como la calidad del aire, la presencia de espacios verdes o las restricciones al tráfico contaminante influyen directamente en el bienestar de las personas y en la salud ambiental de los entornos urbanos. Por ello, el estudio espacial de estos elementos se ha convertido en una herramienta cada vez más relevante dentro del análisis urbano y medioambiental.

En este trabajo se analiza qué zonas de la ciudad de Valencia pueden considerarse potencialmente más saludables mediante la combinación de distintos factores ambientales: la calidad del aire, la presencia de zonas verdes y la localización de las zonas de bajas emisiones (ZBE). Aunque cada uno de estos factores aporta información de manera individual, su integración espacial permite identificar con mayor precisión aquellas áreas donde coinciden condiciones ambientales favorables.

Para realizar este análisis se han empleado técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizando QGIS para el procesamiento espacial de las capas vectoriales y R para el análisis estadístico y la visualización interactiva de los datos. La utilización conjunta de estas herramientas permite representar y combinar información geográfica de forma visual e intuitiva, facilitando la detección de patrones territoriales que difícilmente pueden apreciarse únicamente mediante tablas o representaciones numéricas tradicionales.

Este tipo de análisis espacial ha sido utilizado históricamente en numerosos estudios relacionados con la salud pública y el urbanismo. Uno de los casos más conocidos es el estudio realizado por John Snow durante el brote de cólera de Londres en 1854, donde el uso de mapas permitió localizar el foco principal de la epidemia y establecer relaciones espaciales entre los casos registrados y las fuentes de agua contaminada.

El objetivo principal del proyecto es desarrollar un sistema de visualización geográfica e interactiva que permita identificar y analizar las zonas saludables de Valencia mediante la superposición espacial de diferentes capas ambientales. Además, se pretende facilitar la interpretación de los resultados a través de mapas interactivos y gráficos dinámicos que ayuden a comprender mejor la distribución espacial de las condiciones ambientales favorables dentro de la ciudad.



**Figura 1. Mapa del cólera de John Snow (1854)**

## 2. Metodología

### 2.1. Análisis exploratorio de los datos

Hemos utilizado datos vectoriales, que representan objetos del mundo real mediante figuras geométricas. Los tipos que hemos usado en el trabajo han sido puntos (estaciones de calidad del aire) y polígonos (zonas verdes y zonas de bajas emisiones).

Los datos vectoriales representan entidades a través de vértices con coordenadas y atributos asociados, lo cual nos posibilita describir su forma y sus características.

- **Zonas Verdes (zonas-verdes.csv):** 1.474 elementos clasificados en jardines, parques urbanos y jardines de tránsito. Representan un área total de aproximadamente 7,9 millones de m<sup>2</sup>.
- **Contaminación del Aire (Info\_Contaminacion.json):** Datos de 11 estaciones automáticas que miden NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO. La mayoría de las estaciones reportan una calidad "Buena" o "Razonablemente Buena".
- **Ruido (estaciones\_ruido.json):** Ubicación de estaciones de medición en puntos clave como la Plaza del Ayuntamiento y Avda. Aragón.
- **Equipamientos (equipamientos\_municipales\_SINFILTRAR.json):** Listado completo de los servicios ciudadanos en formato GeoJSON.

### 2.2. Preprocesado de Datos

Antes de realizar el análisis espacial fue necesario aplicar distintas técnicas de limpieza y preparación de datos geográficos.

En primer lugar, seleccionamos las estaciones de calidad del aire relevantes del archivo Info\_Contaminacion.json, clasificándolas en categorías de aire bueno, medio y desfavorable en función de los valores de PM<sub>2.5</sub>.

Además, aplicamos operaciones de limpieza sobre las geometrías utilizando funciones de la librería sf de R:

- **st\_zm():** usada para eliminar la dimensión Z de las geometrías y trabajar únicamente con coordenadas bidimensionales compatibles con Leaflet y otras herramientas web.
- **st\_make\_valid():** utilizada para corregir geometrías inválidas y evitar errores durante las operaciones espaciales posteriores.

A través de estas tareas conseguimos asegurar la consistencia espacial y la compatibilidad entre las distintas capas geográficas utilizadas en el proyecto.



**Figura 2. Añadido de todas las capas elegidas**

### **2.3. Preprocesado de la información geográfica**

Para obtener las zonas potencialmente más saludables de Valencia aplicamos distintas operaciones espaciales típicas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En primer lugar, generamos áreas de influencia (buffers) alrededor de las zonas verdes y de las estaciones clasificadas con aire bueno. Estas áreas nos permitieron representar espacialmente la influencia potencial de cada elemento sobre el entorno urbano cercano.

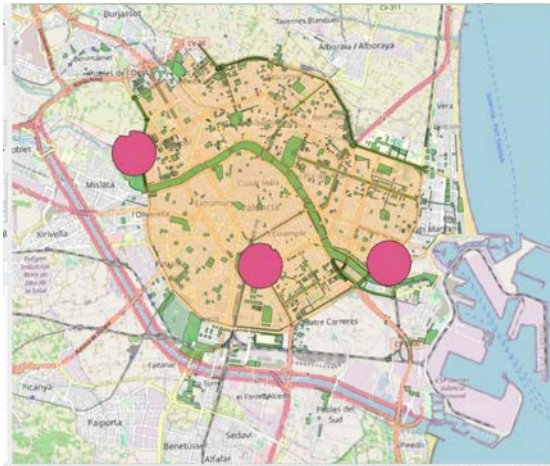
Posteriormente, aplicamos operaciones de intersección espacial con la función `st_intersection()`, combinando las siguientes capas:

1. Zonas verdes.
2. Buffers asociados a estaciones con aire bueno.
3. Zona de Bajas Emisiones (ZBE).

El objetivo de esta operación fue identificar aquellas áreas donde coincidían simultáneamente condiciones ambientales favorables.

Además, analizamos relaciones espaciales entre geometrías para comprobar qué elementos quedaban contenidos dentro de otros polígonos y verificar la coherencia espacial del resultado final.

Finalmente, a partir de todas las operaciones anteriores conseguimos generar una nueva capa geográfica denominada “zonas saludables”, que integra las áreas donde coinciden las distintas condiciones ambientales analizadas.



**Figura 3. Intersección entre buffers.**



**Figura 4. Buffer zonas verdes.**

## 2.4. Elección de gráficas para los distintos tipos de datos

### Análisis Espacial (QGIS)

En esta fase nos centramos en la geografía para crear la base del estudio:

- **Mapas de Influencia (Buffers):** Generamos radios de 300m y 500m alrededor de parques y sensores de aire limpio para visualizar qué zonas de la ciudad están realmente cubiertas por estos beneficios.
- **Capas de Intersección y Recorte:** Superpusimos las capas para filtrar y "recortar" el mapa final según los límites de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE), permitiendo ver geográficamente dónde se cruzan todos los factores saludables.

### Análisis Estadístico e Interactivo (R Studio)

En la aplicación web, usamos gráficas dinámicas para profundizar en los números:

- **Gráficos de Barras Horizontales:** Se han diseñado para comparar tanto la cantidad de elementos geométricos (estaciones de aire, áreas verdes) como la extensión total en hectáreas cubierta por cada capa. La elección de la orientación horizontal facilita enormemente la legibilidad de las etiquetas del eje. Además, los datos se presentan ordenados de mayor a menor, lo que permite al usuario identificar rápidamente qué áreas o factores predominan. Gracias a la interactividad de Plotly, se han incorporado tooltips que muestran el valor numérico exacto al pasar el cursor sobre cada barra.
- **Gráfico de Donut:** Esta visualización circular se ha creado específicamente para mostrar la "Eficiencia de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE)". Este gráfico contrasta el porcentaje de hectáreas de la ZBE que logran ser clasificadas como "Zonas Saludables" frente a la superficie que no cumple los requisitos. Su diseño en anillo, acompañado de porcentajes interactivos, permite comprender de un solo vistazo la reducida proporción del área central que cumple simultáneamente con todos los criterios de habitabilidad ambiental.
- **Mapa Interactivo (Leaflet):** El mapa es la herramienta clave. No solo proyecta los resultados, sino que permite jugar alternando la información con la realidad geográfica de los barrios de Valencia. Gracias a la implementación de controles dinámicos, el mapa no solo hace la función de elemento estético, sino que es un entorno donde el usuario puede manipular visualmente los cruces espaciales e identificar patrones en la distribución de las zonas saludables.

## 2.5. Diseño del mapa e interactividad

Hemos creado un mapa interactivo utilizando la librería leaflet. Este mapa integra varias capas de información: la Zona de Bajas Emisiones (ZBE), las Zonas verdes y el resultado final (Zonas saludables). Además, incluye marcadores circulares para las estaciones de calidad del aire, categorizados visualmente por colores según su estado (azul para aire bueno, naranja para medio y rojo para malo).

La interactividad añadida permite al usuario encender y apagar estas capas mediante un panel de control, filtrar las estaciones de aire mostradas mediante casillas de verificación, y ajustar la transparencia de la capa de zonas saludables a través de un control deslizante. Los métodos que hemos implementado para hacer del mapa una visualizador interactivo facilitan la interpretación y comprensión de cómo se solapan los datos.

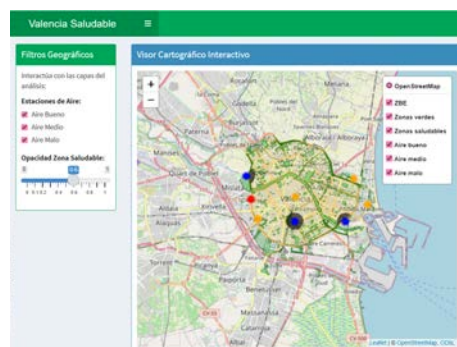


Figura 5. Aplicación Web

## 2.6. Diseño del cuadro de mandos

El cuadro de mandos es la aplicación web que hemos creado en R con la librería Shiny y shinydashboard, incorporando un color verde acorde a la temática ambiental del proyecto. Esta herramienta transforma un documento estático en un entorno donde el usuario puede manipular los datos.

La aplicación organiza la información en cinco pestañas navegables a través de un menú lateral: Introducción (contexto del proyecto), Mapa Espacial (el visor interactivo principal), Análisis de Datos (gráficos interactivos), Metodología (explicación del geoprocésamiento) y Equipo. Mediante el uso de inputs (casillas, controles deslizantes y menús desplegables), el usuario puede elegir qué niveles de contaminación visualizar o seleccionar qué métrica específica explorar en los gráficos generados. Todo el diseño utiliza una estructura en cajas y un estilo visual limpio para que cualquier persona pueda explorar los datos de forma intuitiva.

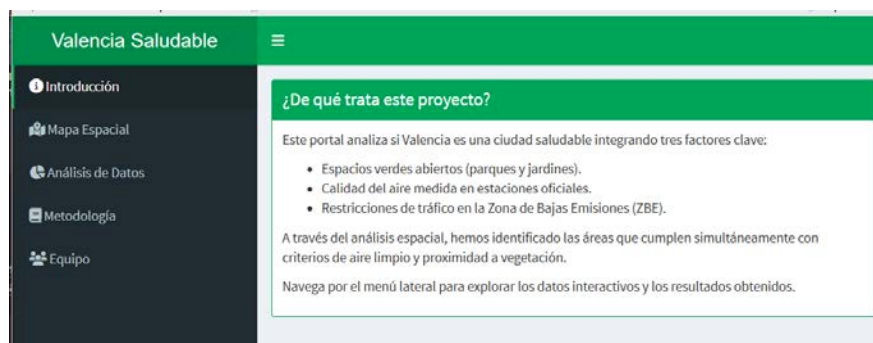


Figura 6. Aplicación Web

## 2.7. Implementación

Para transformar los datos de QGIS en una herramienta útil, desarrollamos una aplicación web interactiva siguiendo estos pasos clave:

- **Preparación de herramientas:** Cargamos librerías esenciales como shiny y shinydashboard para la interfaz, sf para el manejo de vectores espaciales, leaflet para la cartografía y la combinación de ggplot2 y plotly para hacer los gráficos interactivos. Usamos rutas de archivos relativas para que la app sea portátil y funcione en cualquier servidor o equipo.
- **Ajustes geográficos:** Creamos una función propia (area\_capa) para calcular con exactitud las hectáreas de las zonas verdes y saludables usando el sistema métrico oficial de Valencia EPSG:25830 (UTM zona 30N). Además, adaptamos las coordenadas al estándar web (WGS84) para que el mapa se visualice correctamente en los navegadores utilizando st\_zm() para eliminar dimensiones de altitud que no queremos y que de esta manera no genere conflictos.
- **Interactividad y respuesta:** Programamos el servidor para que responda a las acciones del usuario en tiempo real. Si alguien usa los filtros de aire o elige una métrica distinta en el menú, las gráficas y el mapa se actualizan al instante.
- **Diseño visual:** Mejoramos la interfaz original dividiendo el contenido en cinco apartados (Introducción, Mapa, Análisis, Metodología y Equipo).

- **Publicación de la App:** Subimos nuestro proyecto a la red mediante [shinyapps.io](https://shinyapps.io), como resultado se genera esta url: [https://valencia-saludable.shinyapps.io/Valencia\\_Saludable/](https://valencia-saludable.shinyapps.io/Valencia_Saludable/)

### 3. Resultados

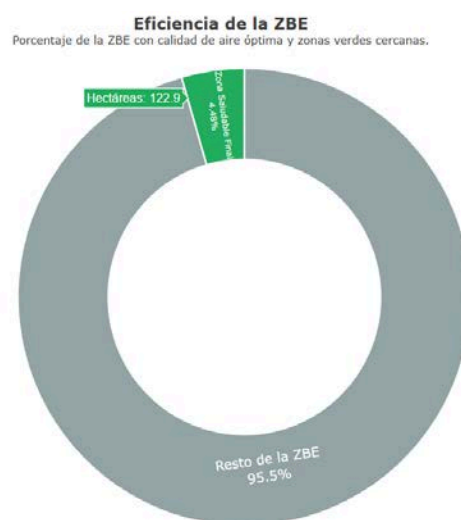
Tras completar la intersección espacial, obtuvimos una capa de "Zonas saludables" que incluye exclusivamente las áreas que cumplen tres condiciones a la vez: proximidad a vegetación, proximidad a estaciones con buena calidad del aire y ubicación dentro de las áreas delimitadas por la Zona de Bajas Emisiones (ZBE).

Al explorar los resultados mediante nuestra aplicación, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

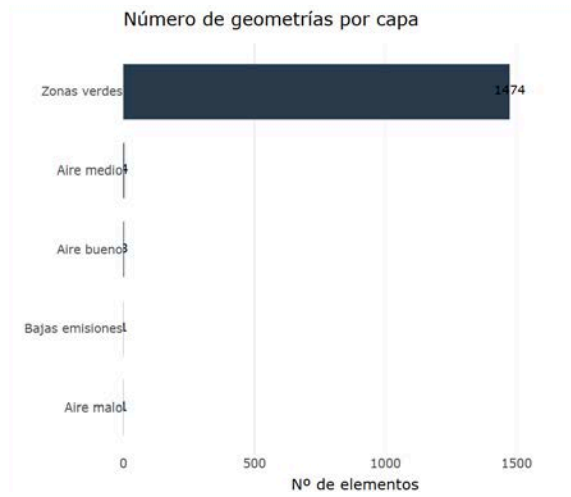
Tal y como refleja nuestro gráfico de la "Proporción de Área Saludable en ZBE", la proporción de hectáreas que cumplen con todos los requisitos frente al total del área urbana analizada es bastante baja. Estas zonas no están repartidas equitativamente por la ciudad, sino que se concentran en sitios muy específicos. En las partes más urbanas o alejadas de grandes parques, es casi imposible que coincidan las tres condiciones.

Además, al analizar las gráficas de área cubierta, nos dimos cuenta de que muchas zonas de la ciudad se quedan fuera del resultado final por fallar únicamente en una condición. Existen puntos con muy buena calidad del aire pero sin el alcance adecuado a zonas verdes, y viceversa.

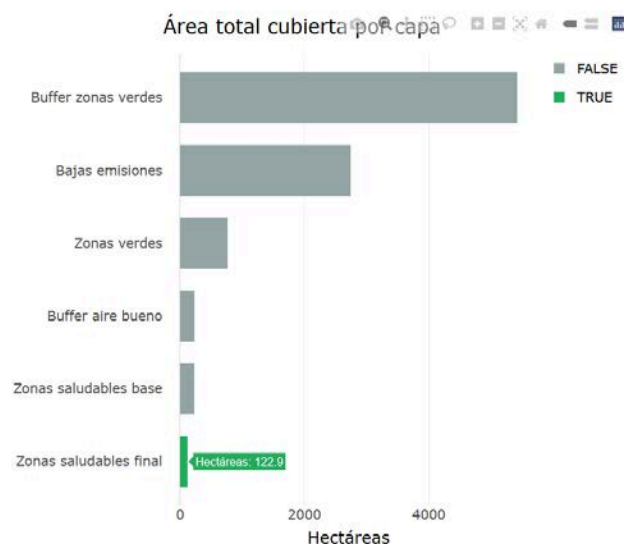
El mapa creado en Leaflet nos ha resultado de muy útil. La posibilidad de jugar con el nivel de opacidad y apagar/encender las capas superpuestas de zonas verdes, ZBE y calidad del aire permite comprender de manera autodidacta entendiendo al momento por qué ciertas manzanas de Valencia han entrado en la categoría de "saludables" y por qué otras han quedado excluidas.



**Figura 7. Gráfico de Donut**



**Figura 8. Gráfico de barras horizontales según la geometría**



**Figura 9. Gráfico de barras horizontales según área total**

## 4. Discusión

Los resultados se ven bastante claros: no basta con que una zona cumpla una sola cosa para ser de las más saludables. Lo que de verdad marca la diferencia es que coincidan varias condiciones al mismo tiempo. Eso sí, esto no quiere decir que una cosa cause la otra directamente, solo que se juntan en los mismos sitios.

Ahora, el análisis tiene varias limitaciones importantes. La más grande es que hay pocos datos, sobre todo de calidad del aire. Solo tenemos unos cuantos puntos de medición y eso hace que no represente del todo cómo está toda la zona. Además, los resultados cambian mucho según los criterios que elijas (por ejemplo, qué consideras “buena” calidad del aire), así que eso influye bastante en el mapa final.

Otro problema es que todo se basa en datos estáticos, pero en la vida real estos factores cambian todo el rato. La calidad del aire, por ejemplo, varía según la hora o la época del año, y eso aquí no se ha tenido en cuenta.

A pesar de todo, con QGIS y R se pudo juntar toda la información y sacar una idea bastante clara. El mapa final ayuda en gran cantidad porque nos permite ver todo al mismo tiempo y entender mejor cómo se relacionan los factores.

Para mejorar esto en el futuro, se podrían incluir más variables como ruido o densidad de población, y usar datos más detallados y actualizados para afinar más los resultados.

## 5. Conclusiones

La identificación de zonas saludables en Valencia requiere necesariamente de un enfoque integrador. No es suficiente con la presencia aislada de vegetación o la cercanía a una estación de medición con resultados positivos; la verdadera calidad ambiental surge de la coincidencia espacial de múltiples factores favorables.

Gracias a nuestro análisis se puede observar que existe una notable escasez de áreas óptimas en Valencia, ya que existe una superficie muy limitada que cumpla simultáneamente con la proximidad a zonas verdes, calidad del aire óptima y ubicación dentro de la ZBE. Estos resultados, concentrados mayoritariamente en puntos específicos del centro, muestran que en las áreas más urbanizadas la coincidencia de factores saludables es casi inexistente. La integración de QGIS y R (Shiny) ha sido clave para transformar datos geográficos complejos en una herramienta interactiva, permitiendo visualizar cómo muchas zonas quedan excluidas del rango "saludable" por el incumplimiento de un solo parámetro.

No obstante, el estudio presenta limitaciones de representatividad debido a la baja densidad de estaciones de medición de aire y al carácter estático de los datos, que no captan variaciones temporales u horarias. Para fortalecer el modelo en el futuro, se propone la inclusión de nuevas variables como la densidad de población o niveles de ruido, así como el uso de datos en tiempo real para lograr una monitorización dinámica de la ciudad. Este enfoque permitiría evolucionar de un análisis descriptivo hacia una herramienta de gestión urbana más robusta y precisa.

En definitiva, este sistema de visualización geográfica constituye un primer paso relevante para que tanto ciudadanos como gestores públicos puedan localizar y potenciar aquellos entornos urbanos que realmente contribuyen al bienestar y la salud pública en Valencia.



**Figura 10. Imagen de la ciudad de Valencia.**

## 6. Referencias

Fundación Deportiva Municipal de Valencia. (s. f.). *Instalaciones deportivas*. Recuperado de <https://www.fdmvalencia.es/es/instalaciones/>.

Ajuntament de València. (2025). *Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de València*. <https://opendata.vlci.valencia.es/?flg=es-es>

Snow, J. (1855). *On the mode of communication of cholera*. John Churchill.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley.

Kraak, M.-J., & Ormeling, F. (2020). *Cartography: Visualization of spatial data* (4th ed.). CRC Press.

Organización Mundial de la Salud. (2021). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

QGIS Development Team. (s. f.). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association. Recuperado de <https://qgis.org/>

World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines*. World Health Organization.