

ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN VERDE EN VALENCIA

VISUALIZACIÓN DE DATOS
CURSO 2023-2024



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Andrés Carvajal Chicaiza
Jose García Mora
Carlos Gómez Sáez
Mario López Guasp
Carmen Mora García

Índice

Índice	2
Introducción	3
Metodología	4
Análisis exploratorio de los datos.....	4
Preprocesado de Datos.....	6
Preprocesado de la información geográfica.....	8
Elección de gráficas para los distintos tipos de datos.....	9
Diseño del mapa e interactividad.....	12
Diseño del cuadro de mandos.....	16
Implementación.....	17
Resultados	18
Discusión	20
Conclusiones	21
Referencias	22

Introducción

La ciudad de València ha sido elegida Capital Verde Europea 2024. De esta forma, la Comisión Europea reconoce los avances y esfuerzos de la ciudad de València con la transición verde justa e inclusive, la mejora y la calidad del medio ambiente. Para ello se tiene en cuenta factores como las zonas verdes, la calidad del aire, el turismo y la movilidad sostenible...

València cuenta con gran cantidad de espacios verdes, jardines, parques naturales... destacando el Parc Natural de l'Albufera y el Jardí del Túria. Además, cuenta con 120 km² de huertos (l'Horta) donde se cultivan productos de temporada que dejan una baja huella medioambiental y que llevaron a la ciudad a ser Capital de la Alimentación Urbana Sostenible en 2017.

La red de transporte público en València es muy ancha, contando con numerosas estaciones de metro, tranvía y autobús. También destaca el servicio de bicicletas públicas (valenbisi) en una ciudad que cuenta con 160 km de carriles bici.

Por otra parte, la peatonalización que ha sufrido el centro de la ciudad en los últimos años contribuyendo a un mejor acceso a pie, en bicicleta o transporte público. De esta manera se evita el tráfico en el centro y, por tanto, se reducen las emisiones de partículas contaminantes.

Este proyecto trata el análisis y la visualización de datos relativos a la contaminación atmosférica, zonas verdes y movilidad sostenible con tal de comprender los motivos que han llevado a València a ser elegida Capital Verde Europea 2024.

Para el análisis se han utilizado diversos conjuntos de datos obtenidos de la plataforma de datos abiertos del Ayuntamiento de València:

- distritos
- estaciones contaminación
- espacios verdes
- aparcaments bicicletes
- itinerarios ciclistas
- emt
- fgv-bocas
- carregadors-vehicles-elèctrics,

así como en entorno de programación R con sus respectivas librerías y el software de código libre QGIS. Todo esto dando como resultado una aplicación para que la ciudadanía visualice la transición verde de València.

La aplicación cuenta con cuatro apartados:

- Información general
- Contaminación atmosférica
- Movilidad sostenible
- Zonas verdes

Metodología

Análisis exploratorio de los datos

Como ya se ha mencionado, se han utilizado diferentes conjuntos de datos que pasaremos ahora a explicar indicando las variables de mayor interés.

DISTRITOS

Estos datos contienen las capas de información administrativa provenientes del servicio de Urbanismo e Infraestructuras referentes a distritos. Ha sido utilizado para crear los mapas del proyecto y poder analizar la contaminación por distrito.

ESTACIONES CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICAS

Este dataset cuenta con la ubicación de las estaciones de contaminación atmosféricas, es decir, desde donde se recogen los datos de calidad del aire. Con estos datos y junto con los de distritos se ha determinado las zonas donde habrá medidas de los valores de contaminación del aire.

CALIDAD DEL AIRE

El conjunto de datos sobre calidad del aire es el eje principal del proyecto. Estos datos recogen las muestras tomadas determinados días desde el año 2004 hasta 2022. Entre todos los valores de las partículas recogidas, nos hemos quedado con los principales contaminantes y con los que tenemos más información (ya que hay muchas partículas con muy pocos datos):

- **NO₂ (dióxido de nitrógeno)**: gas producido por la combustión de combustibles fósiles (tráfico rodado, industria...). Puede causar problemas respiratorios, afecciones en el hígado o el bazo e incluso en los sistemas circulatorio e inmunitario.
- **O₃ (ozono)**: este gas se forma por la reacción de la luz solar con otras partículas contaminantes. Protege de la radiación ultravioleta cuando se encuentra en la estratosfera pero en la troposfera actúa como un agresivo agente oxidante produciendo problemas respiratorios e incluso incrementa la mortalidad prematura. También afecta a la vegetación afectando a su crecimiento y reduciendo la biodiversidad.
- **SO₂ (dióxido de azufre)**: gas originado por la combustión de carburantes fósiles que contienen azufre producido sobre todo en procesos industriales de alta temperatura y de generación eléctrica. Puede tener efectos sobre la salud: afecciones respiratorias, dolores de cabeza...) y también efectos en la biodiversidad (por ejemplo: reducción de la fotosíntesis).
- **CO (monóxido de carbono)**: gas generado por cualquier combustible que contenga carbono y que sea quemado sin suficiente oxígeno, es decir, que su combustión sea incompleta. Este gas contribuye a la formación de gases de efecto invernadero y tiene efectos sobre la fauna y el ser humano. Puede provocar disminución de la capacidad de transporte de oxígeno en sangre, daños en el sistema nervioso, disfunciones cardíacas y afecciones respiratorias.

- PM2.5, PM10 (partículas): estas partículas son los contaminantes más peligrosos para la salud humana ya que pueden llevar sustancias nocivas a los alvéolos, a zonas sensibles, agravando así patologías e incrementando la mortalidad por causas respiratorias y cardiovasculares.

ITINERARIOS CICLISTAS

Este dataset contiene información geográfica de CarrilBici y Ciclocalle de la ciudad con el que se puede visualizar las rutas aptas para ciclistas.

APARCAMIENTOS BICICLETAS

Conjunto de datos que contiene todos los puntos donde hay un aparcamiento para bicicletas y una variable (*numplazas*) que indica las plazas que hay en cada punto.

EMT

Datos con la información geográfica de las paradas de bus de la EMT con variables que indican la dirección de la parada (*codvia* y *numportal*), el número (*id_parada*) y el nombre (*denominacion*).

FGV BOCAS

Dataset con información geográfica sobre las bocas de metro y tranvía en la ciudad de València y alrededores (toda la red de FGV) que contiene, entre otros, el nombre de cada parada (*denominacion*).

CARGADORES VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Conjunto de datos con la ubicación, datos técnicos y disponibilidad de los cargadores eléctricos en València. Contiene una variable que indica el id del distrito (*distrito*) y la ubicación del punto de carga (*emplazamie*).

ESPACIOS VERDES

Datos sobre la localización de espacios verdes en la ciudad de València. Cuenta con la variable *nombre* que indica el nombre del espacio, la variable *tipologia* que indica el tipo de espacio que es (parque, jardín, jardín protegido o acompañamiento viario) y la variable *st_area_shape* que indica el área del espacio.

Cabe remarcar que, tras un análisis inicial de los datos, dado que la gran parte de los conjuntos de datos no contenían información anterior a 2016 (y muchos registros con NAs) decidimos hacer el análisis desde 2016. Más allá de tener o no datos relevantes, pensamos que sería buena idea analizar datos desde un año en el que la ciudadanía ya empezaba a conocer la agenda 2030 y ver si, desde su aprobación (septiembre de 2015), ha habido un impacto en la sociedad con la disminución de la contaminación y un desarrollo más sostenible.

Preprocesado de Datos

Para el preprocesado de datos se ha utilizado el entorno de programación R con las librerías *dplyr*, *tidyr*, *sf*, *readr*, *tidyverse* y *lubridate*.

El primer paso a realizar fue la obtención de datos, todos ellos fueron descargados de la página del Ayuntamiento de València de Dades Obertes en formato shp y csv. Los datos fueron guardados en diferentes carpetas según su formato: datos-csv, datos-shp y QGIS.

Primero realizamos la carga de los datos obligatorios: *estaciones_contaminacion.csv*, *calidad_aire.csv* y *districtes-distritos.shp*. Los datos en formato csv han sido leídos con la función *read.csv* y los de formato shp con la función *st_read*. Estos últimos deben ser re proyectados con la función *st_transform* y con un crs = 4326.

```
```{r}
Formato csv
estaciones_contaminacion <- read.csv(file = "datos-csv/ESTACIONES_CONTAMINACION.csv",
 header = T,
 sep = ";")

Formato shp
distritos_shp <- st_read("datos-shp/DISTRITOS/districtes-distritos.shp")
distritos_shp <- st_transform(distritos_shp, 4326)
```
```

La carga de datos de los conjuntos opcionales se ha realizado tras el procesado en QGIS. Todos ellos en formato shp y teniendo en cuenta que aquellos con la variable *geometry* en formato multipoint han de transformarse con la función *st_centroid*.

```
metro_boca <- st_read("QGIS/metro_boca.shp")
metro_boca <- st_transform(metro_boca, 4326)
metro_boca <- st_centroid(metro_boca)
```

Tras haber realizado la carga de datos comenzamos la exploración de todos los conjuntos de datos. Comprobamos que los datos han sido exportados correctamente mediante *head()* y *tail()*. Con tal de saber el tipo de dato que es cada variable (y si es el más indicado), la estructura de los datasets y los valores faltantes utilizamos las funciones *colnames*, *str*, *summary* e *is.na*.

Una vez conocemos en profundidad todos los datos pasamos a su tratamiento y manipulación para ajustarlos a nuestras necesidades.

El primer paso es tratar el dataset principal, *calidad_aire*. En este conjunto tenemos muchos registros con valores faltantes y, como hemos mencionado antes, nos quedaremos con los datos a partir del año 2016. Por otra parte, después de analizar las variables, vemos que muchas de ellas no aportan gran información por la gran cantidad de datos faltantes por lo que las hemos eliminado.

La selección de variables para filtrar el conjunto de datos de *calidad_aire* no ha sido arbitraria. Después de revisar todos los conjuntos de datos obligatorios, se ha podido observar que *estaciones_contaminacion* y *calidad_aire* compartían variables, concretamente: SO₂, NO₂, O₃, CO, PM₁₀ y PM_{2.5}.

Una vez escogidos los datos a analizar del conjunto `calidad_aire`. Era necesario trabajar con el conjunto de datos de distritos, tanto en `.csv` como en `.shp`, con el fin de unificarlos en un único conjunto, `datitos2`.

Este nuevo conjunto reúne las variables “geo” del conjunto `.csv` para referenciar datos de un dataframe tipo `data.frame`, y la variable `geometry` del conjunto `.shp` para referenciar datos de un dataframe tipo `sf` (este tipo de dataframe es el que nos sirve para hacer mapas).

Por otro lado, el conjunto de datos de estaciones necesitaba ser más tidy, por lo que le dimos nombres de variables más representativas. Con la función `colnames()` comprobamos que la operación se ha realizado de forma correcta.

```
```{r echo=FALSE, warning=FALSE}
estaciones_contaminacion <- estaciones_contaminacion %>%
 rename(
 Id = objectid,
 Fecha = Data.Càrrega...Fecha.Carga,
 Estacion = Nom...Nombre,
 Direccion = Adreça...Direccion,
 Tipo_Zona = Tipus.Zona...Tipo.Zona,
 Tipo_Emision = Tipus.Emissió...Tipo.Emisión,
 Parametros = Paràmetres...Parámetros,
 Mediciones = Mesuraments...Mediciones,
 Calidad_Ambiental = Qualitat.Ambiental...Calidad.Ambiental
)

colnames(estaciones_contaminacion)
```
```

Siguiendo con el análisis de los datos, nos dimos cuenta que `estaciones_contaminacion` y `calidad_aire` eran muy compatibles, contenían las mismas estaciones pero con distintos nombres (Pista Silla / Pista de Silla). Esto lo arreglamos con la función `gsub`:

```
estaciones_contaminacion$Estacion <- gsub("Pista de Silla",
                                           "Pista Silla",
                                           estaciones_contaminacion$Estacion)
```

Para obtener el conjunto de datos final, "`geo_contaminacion`", llevamos a cabo una serie de operaciones que combinan la información de `calidad_aire`, la ubicación de las estaciones de contaminación y las propiedades, e información geoespacial, de "`datitos2`". Obteniendo en el proceso un dataframe tipo `sf` con la información necesaria para la creación de mapas.

Para que resulte más fácil y no haya errores a la hora de realizar la representación de mapas y gráficos, sustituiremos todos los valores NA por ceros.

```

{r}
geo_contaminacion <- geo_contaminacion %>%
  mutate(SO2 = ifelse(is.na(SO2), 0, SO2),
         NO2 = ifelse(is.na(NO2), 0, NO2),
         O3 = ifelse(is.na(O3), 0, O3),
         CO = ifelse(is.na(CO), 0, CO),
         PM10 = ifelse(is.na(PM10), 0, PM10),
         PM2.5 = ifelse(is.na(PM2.5), 0, PM2.5),
         Ruido = ifelse(is.na(Ruido), 0, Ruido))

```

Finalmente, se guardarán los datos resultantes para su posterior implementación en la web. Nos ayudaremos de las funciones `st_write()` para aquellos ficheros `.shp` (`geo_contaminacion` y `distritos_shp`) y `write.csv()` para los ficheros `.csv` (`estaciones_contaminacion`).

Una vez acabado el tratamiento de los datos obligatorios pasamos con los opcionales que no han de ser tratados en QGIS. Estos son `espais-verds-espacios-verdes`, `carregadors-vehicles-electrics-cargadores-vehiculos-electricos` y `aparcaments-bicicletes-aparcamientos-bicicletas`. Estos dos últimos no necesitan un tratamiento como tal ya que tras el análisis inicial vemos que los datos están bien cargados y las variables que utilizaremos para los mapas tienen nombres representativos.

En el conjunto de espacios verdes primero eliminaremos el registro que no tiene ningún valor (sólo conocemos el nombre pero no tiene ni geometría) y luego lo dividiremos en dataframes con `subsets` dependiendo de la variable tipología. De esta forma, cuando vayamos a representar el mapa de zonas verdes tendremos varias capas según se trate de un jardín, de un espacio protegido, etc.

```

parque <- subset(espacios_verdes_shp, tipologia == "Parques Urbanos")
jardin <- subset(espacios_verdes_shp, tipologia == "Jardines Barrio Plaza")
proteccion <- subset(espacios_verdes_shp, tipologia == "Jardines Especial Protección")
viario <- subset(espacios_verdes_shp, tipologia == "Acompañamiento Viario")
bulevar <- subset(espacios_verdes_shp, tipologia == "Bulevar")

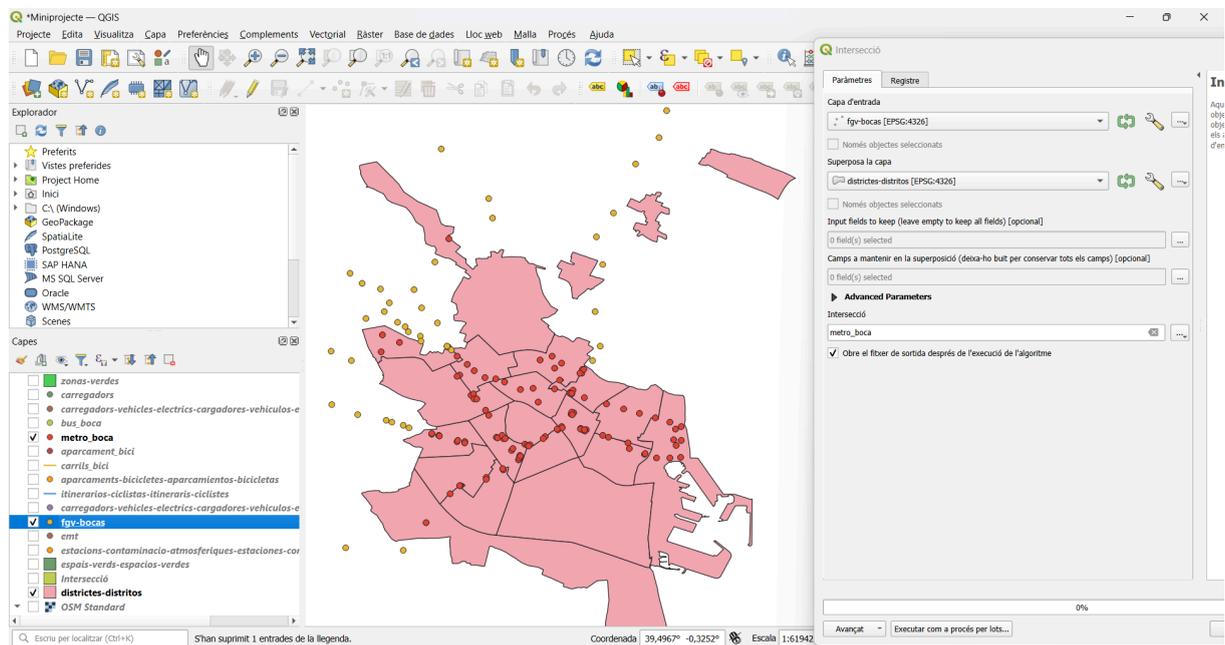
```

Preprocesado de la información geográfica

El preprocesado de la información geográfica se ha hecho todo con el software QGIS. El principal uso de esta herramienta es el de intersectar conjuntos de datos opcionales con la capa de distritos ya que sólo queremos los datos de la ciudad de València. En todos los conjuntos se ha tenido en cuenta el SRC y en caso de no ser 4326, se ha reprojectado la capa.

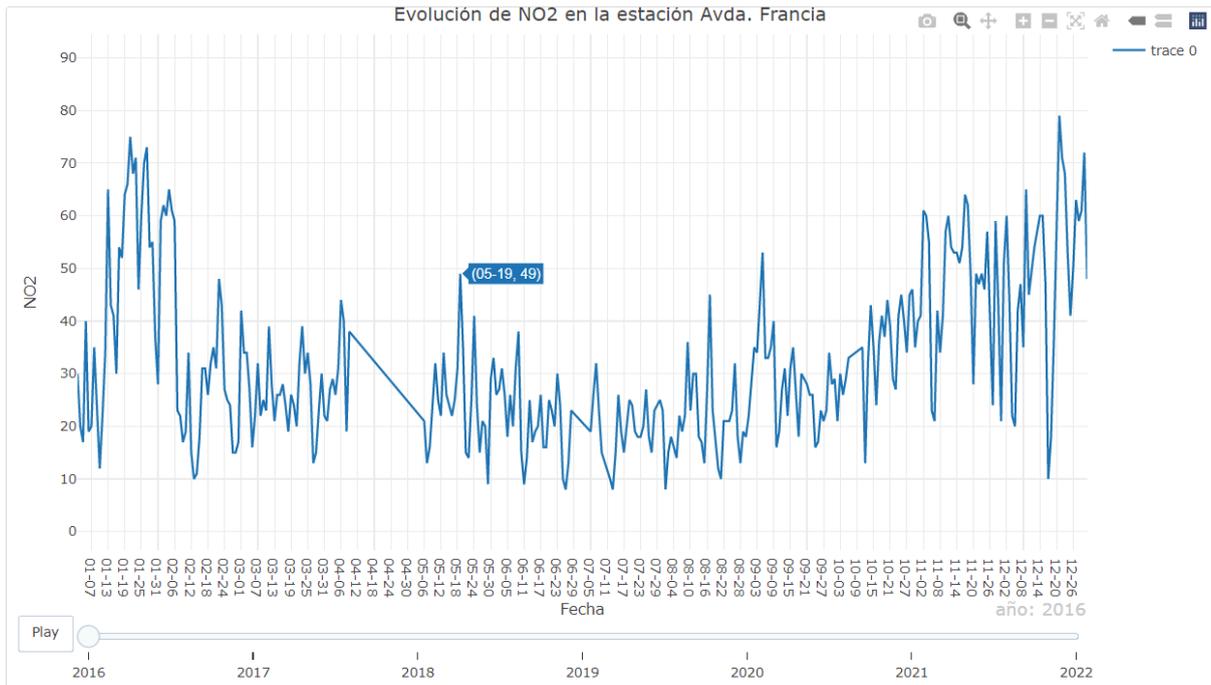
Los conjuntos de datos tratados con QGIS han sido: `emt`, `fgv-bocas` e `itinerarios-ciclistas-itineraris-ciclistes` ya que excedían los términos de la ciudad. La intersección se hace con la capa de distritos por lo que las nuevas capas generadas se quedan también con las variables de esta capa y por tanto con el nombre del distrito en el que se encuentran los objetos.

Para realizar la intersección iremos a Vectorial > Herramientas de geoprocamiento > Intersección e indicaremos la capa de distritos como la capa de superposición y la capa a intersectar como la de entrada.



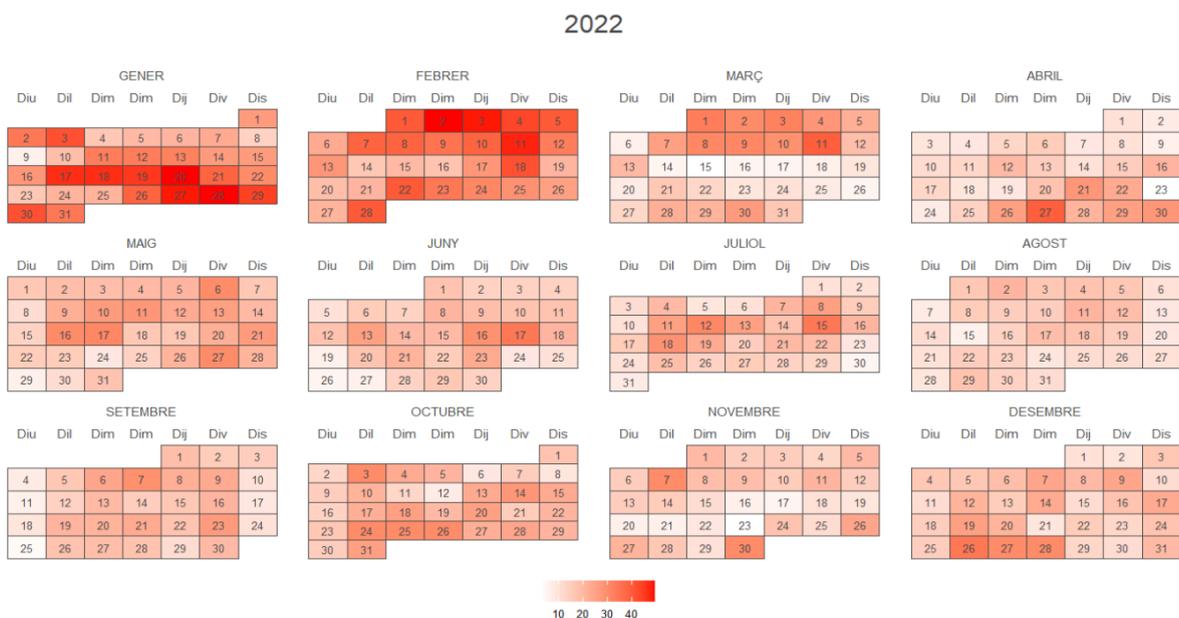
Elección de gráficas para los distintos tipos de datos

El primer gráfico se trata de un gráfico lineal animado creado mediante la librería plotly. En él se representan los valores de determinada partícula a lo largo de los años. El gráfico de líneas resulta la mejor opción para visualizar la evolución temporal y la tendencia de las partículas. En el eje X encontramos el mes y día que fueron medidas las partículas (situadas en el eje Y). Gracias a plotly podemos aumentar el gráfico, comprobar la cantidad de partícula en un determinado día, etc. La animación nos permite tener una barra que, al darle al botón “Play”, el gráfico avance a través de los años y arrastrando en la barra podemos seleccionar simplemente un año. De esta forma aumentamos la interactividad con el usuario.



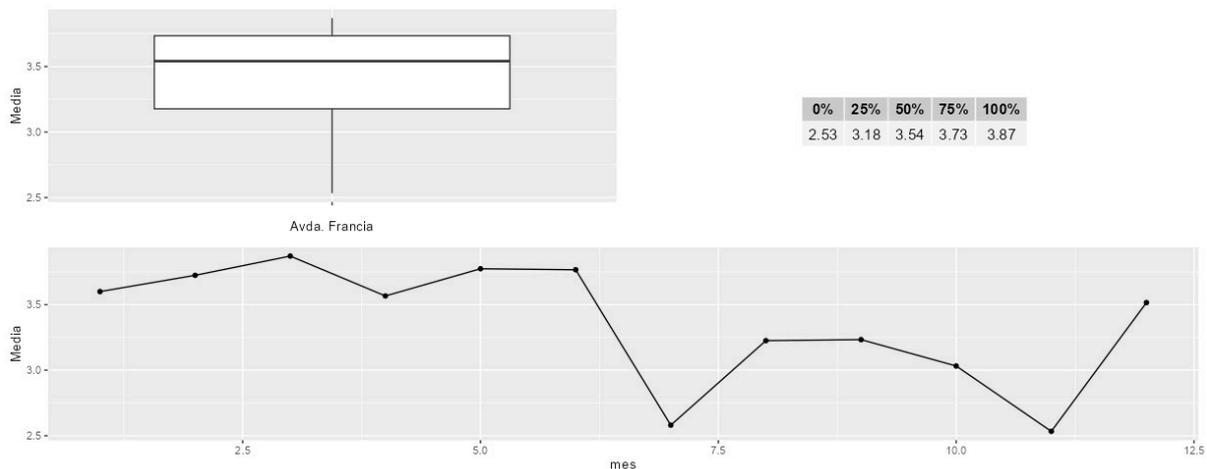
Otra forma visual de representar la cantidad de las partículas es mediante mapas de calor. Una escala de color monocromática representa mayor o menor concentración de determinada partícula. Este gráfico no es tan exacto como uno lineal, no da tanta información, pero sí es más visual e impacta más en el usuario.

Mediante la librería calendR hemos creado un calendario como mapa de calor ya que los datos de las partículas van asociados a un día concreto del año. Gracias a esta librería representamos un mapa de calor original e intuitivo. Aquellas fechas en las que no hay datos se representan en color blanco.

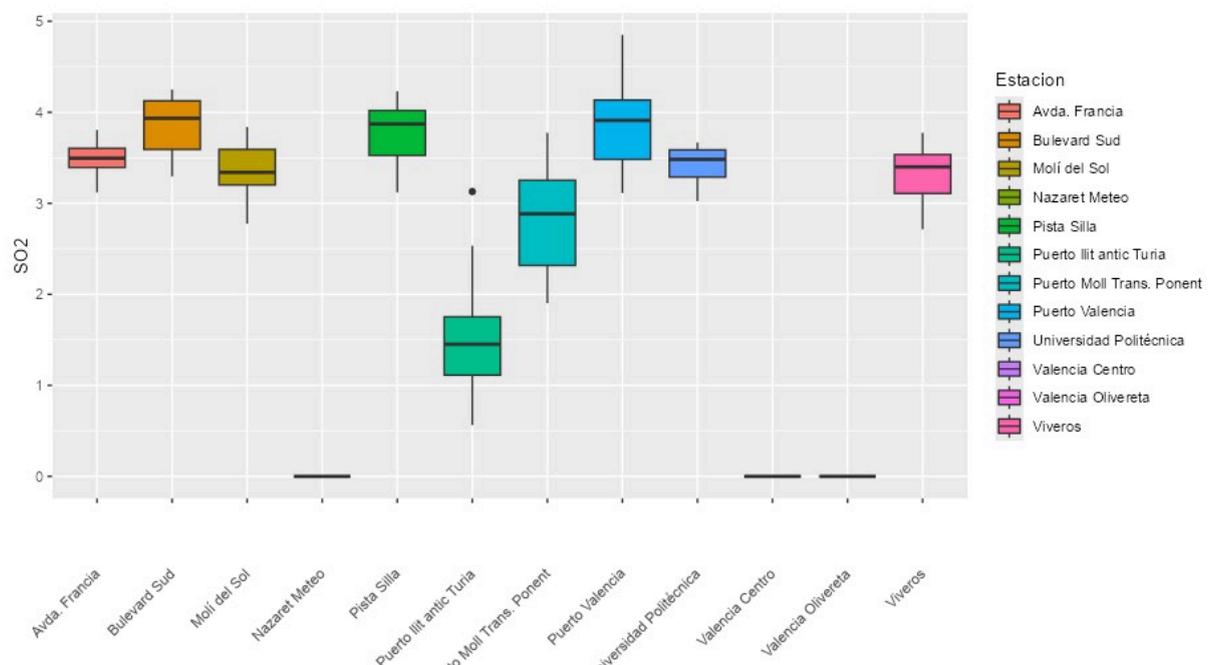


El siguiente gráfico se trata de una agrupación de un boxplot, una tabla con los valores de cada cuantil y un gráfico lineal hecho en ggplot2 unidos mediante `(box | tableGroab(tab)) / líneas`

Se trata de gráficos científicos, más concisos y exactos, que hacen un resumen de los datos.



Finalmente, hemos creado gráficos boxplot con la librería ggplot2 para cada estación a partir de una determinada partícula y así observar dónde se ha registrado mayor concentración (si es zona urbana, industrial, puerto...) Gracias al gráfico boxplot podemos visualizar la media de los valores para cada estación así como valores atípicos, y de esta forma ver la variabilidad de las partículas.



Diseño del mapa e interactividad

En la aplicación final encontramos seis mapas creados mediante la librería leaflet. Todos los mapas tienen diferentes cartografías base que el usuario puede seleccionar gracias a la función `addLayersControl`:

```
addLayersControl(baseGroups = c("CartoDB.Positron", "OpenStreetMap", "Esri.WorldImagery"))
```

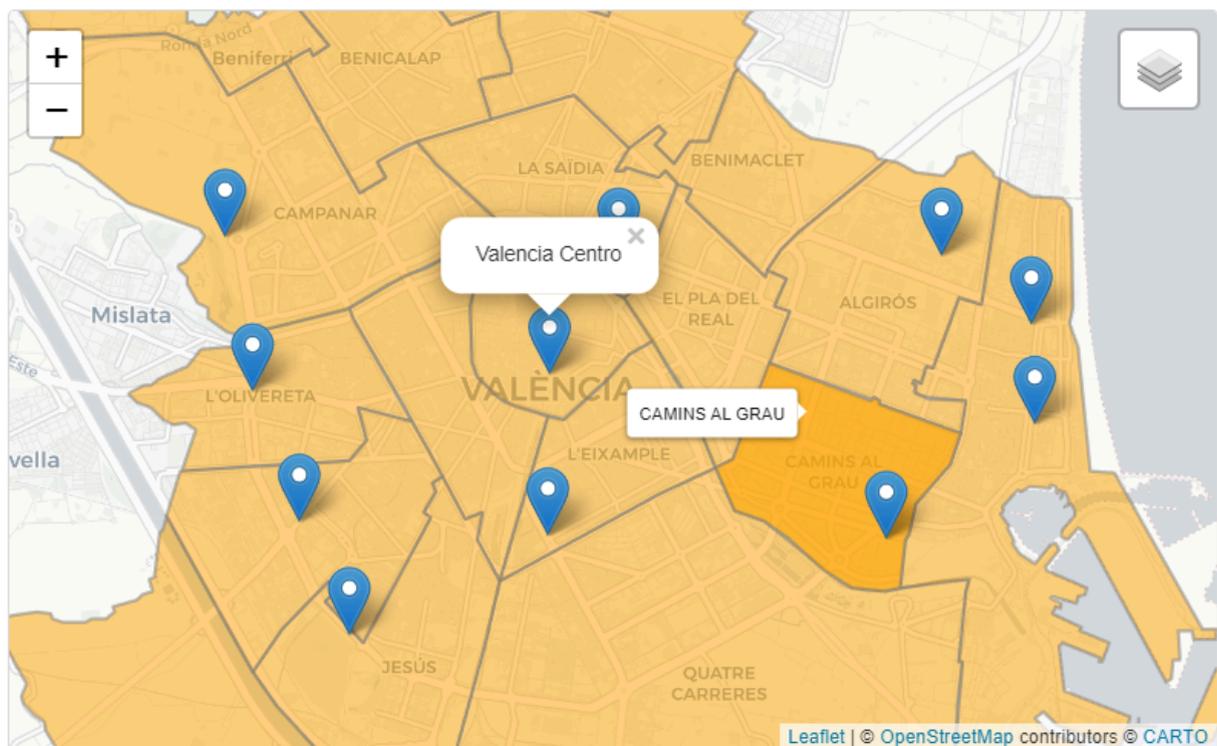
También se ha establecido otro elemento común en todos los mapas para centrar el mapa en un punto con un zoom concreto (aunque este zoom varía en algunos mapas):

```
setView(lng = -0.37, lat = 39.47, zoom = 13)
```

Mencionar también que la librería leaflet ofrece diferentes funciones según la geometría del objeto representado: `addPolygons` para polígonos, `addCircleMarkers` para puntos y `addPolylines` para líneas. Pasamos ahora a explicar en detalle cada mapa.

MAPA DISTRITOS Y ESTACIONES

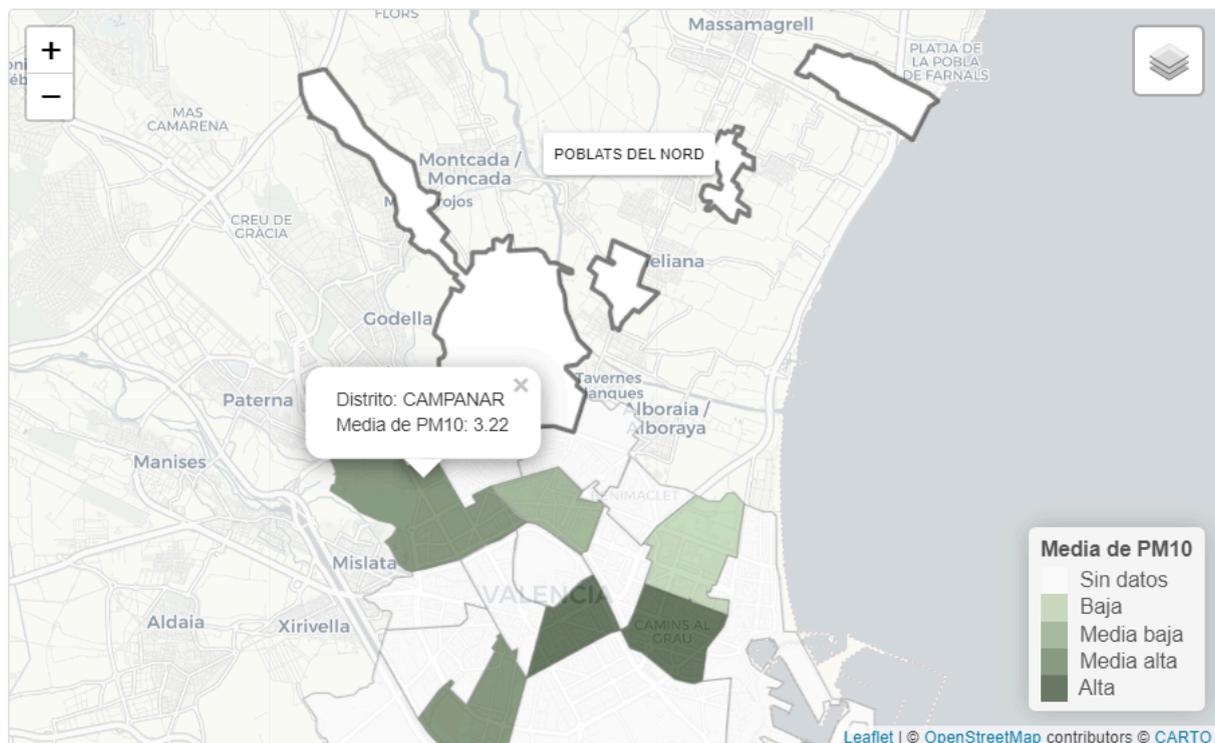
Este se trata de un mapa inicial que muestra los diferentes distritos de València y la ubicación de las estaciones de contaminación. Al pasar el ratón sobre un distrito se muestra el nombre gracias a `label` y con la opción `highlightOptions` el distrito brilla más, se resalta. Por otro lado, las estaciones de contaminación se han representado con un marcado con la función `addMarkers` y el nombre de estas se muestra al pulsar en la estación gracias a la función `popup`.



MAPA DE COROPLETAS

Este mapa muestra según una escala de color monocromática verde la cantidad media de una partícula para un mes y año concretos. Dado que hay distritos sin datos estos se representan en color blanco y en la leyenda, añadida con la función *addLegend*, se muestra que el color blanco es para aquellos distritos sin datos.

De nuevo, al pasar por encima de un distrito este se iluminará y aparecerá el nombre y al clicar sobre él aparecerá el nombre del distrito y la media de la partícula seleccionada. por otra parte, en este mapa al seleccionar el distrito Poblats del Nord se iluminan todos los objetos que conforman el distrito.

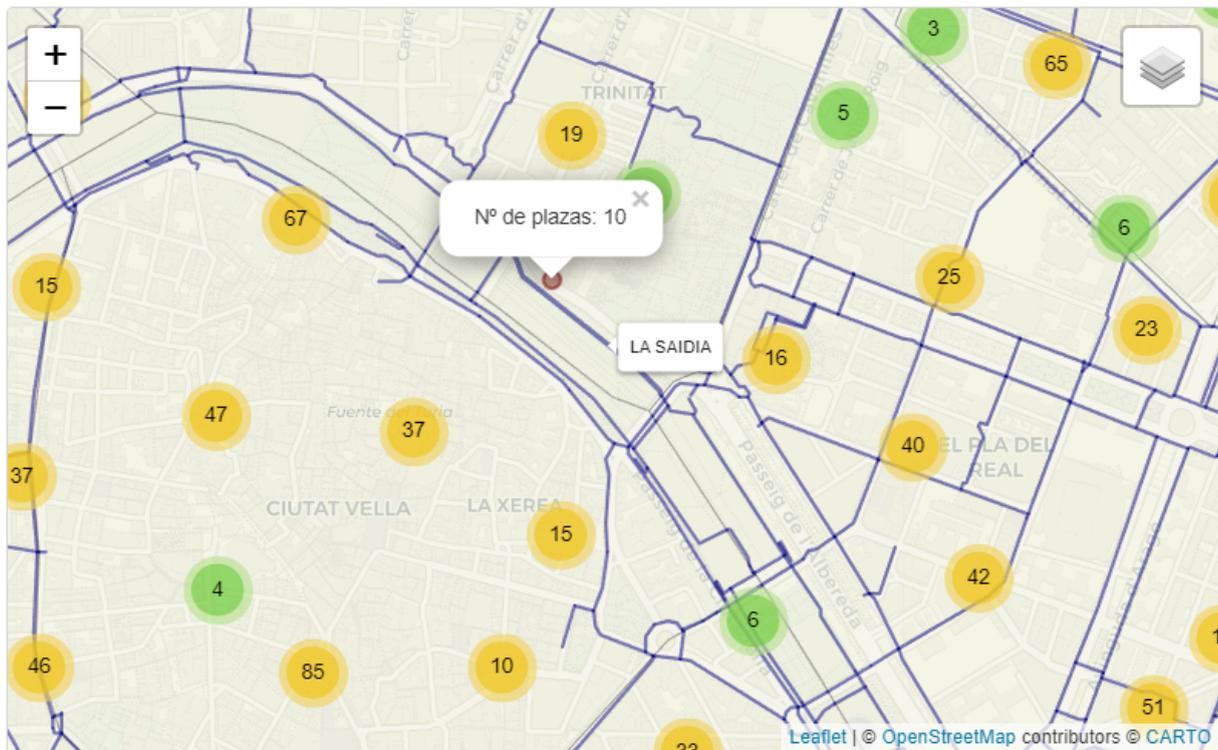


MAPA CARRILES Y APARCAMIENTOS DE BICICLETAS

En cuanto a la movilidad sostenible, en la ciudad de València hay una amplia red de carriles bici y lugares para aparcar las bicicletas que hemos querido representar en un mapa. Este mapa combina una capa de polígonos, otra de líneas y otra de puntos ya que cuenta con la capa de distritos (polígonos) en un color claro para que los carriles (líneas) no se confundan con el fondo, con la cartografía base.

La capa los carriles bici cuenta con un *label* para que cuando se pase sobre un carril se conozca a qué distrito pertenece y también se ilumina. La capa aparcamientos se trata de puntos, pero dada la gran cantidad de estos hemos elegido la opción *clusterOptions* para agrupar en clusters los aparcamientos y no tener una gran nube de puntos. Además, cuando se haya hecho zoom y se hayan deshecho los clusters, si se selecciona un aparcamiento aparecerá un *popup* con el número de plazas.

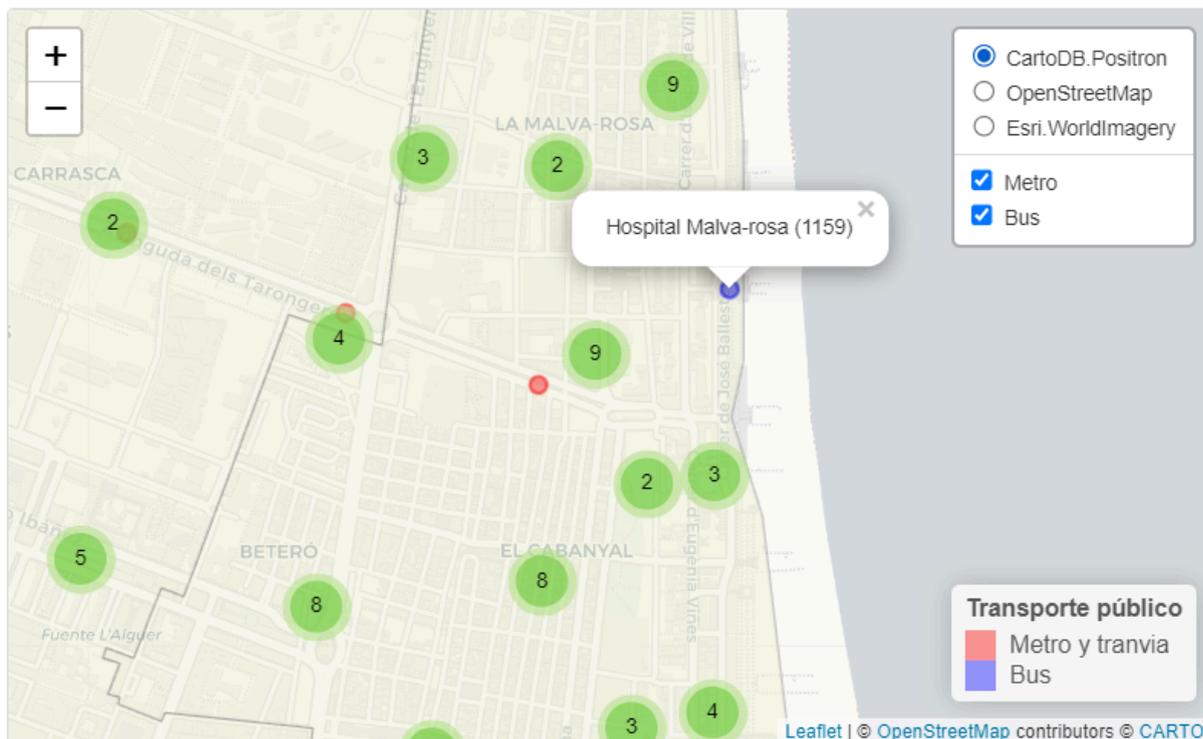
Por otra parte, se ha añadido la opción de seleccionar diferentes capas a elección del usuario. Es decir, se puede visualizar los carriles bici y los aparcamientos, sólo una de ellas o ninguna. Esto es gracias a la opción `addLayersControl(overlayGroups())`.



MAPA TRANSPORTE PÚBLICO

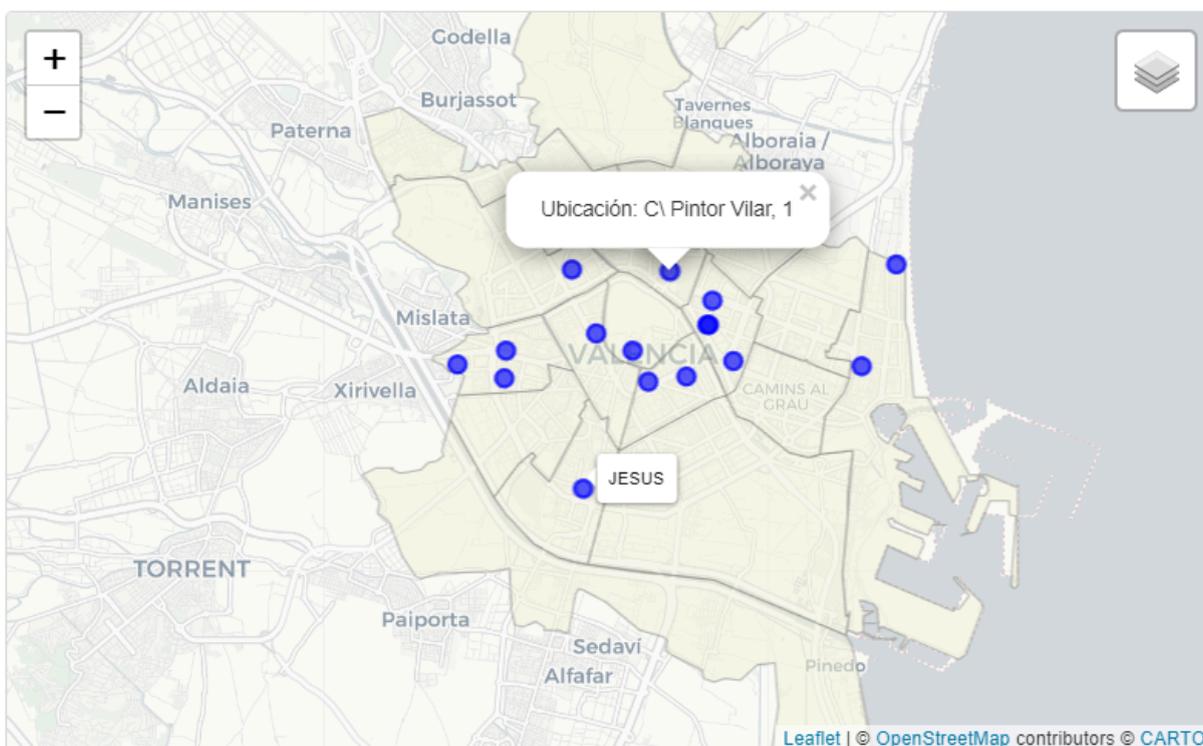
Continuando con la movilidad sostenible, con este mapa se pretende conocer todas las paradas de transporte público tanto de metro y tranvía como de bus. Como en el mapa de bicicletas, al haber gran cantidad de puntos que realmente dificultan la visualización del mapa, hemos utilizado la función `clusterOptions`. Al clicar sobre una parada aparecerá el nombre de esta.

También hemos añadido una leyenda ya que los puntos rojos representan las estaciones de metro y tranvía y las azules las de bus. Para seleccionar sólo las de metro, las de bus o las dos hemos añadido las dos capas a `addLayersControl(overlayGroups())`.



MAPA PLAZAS DE CARGA ELÉCTRICA

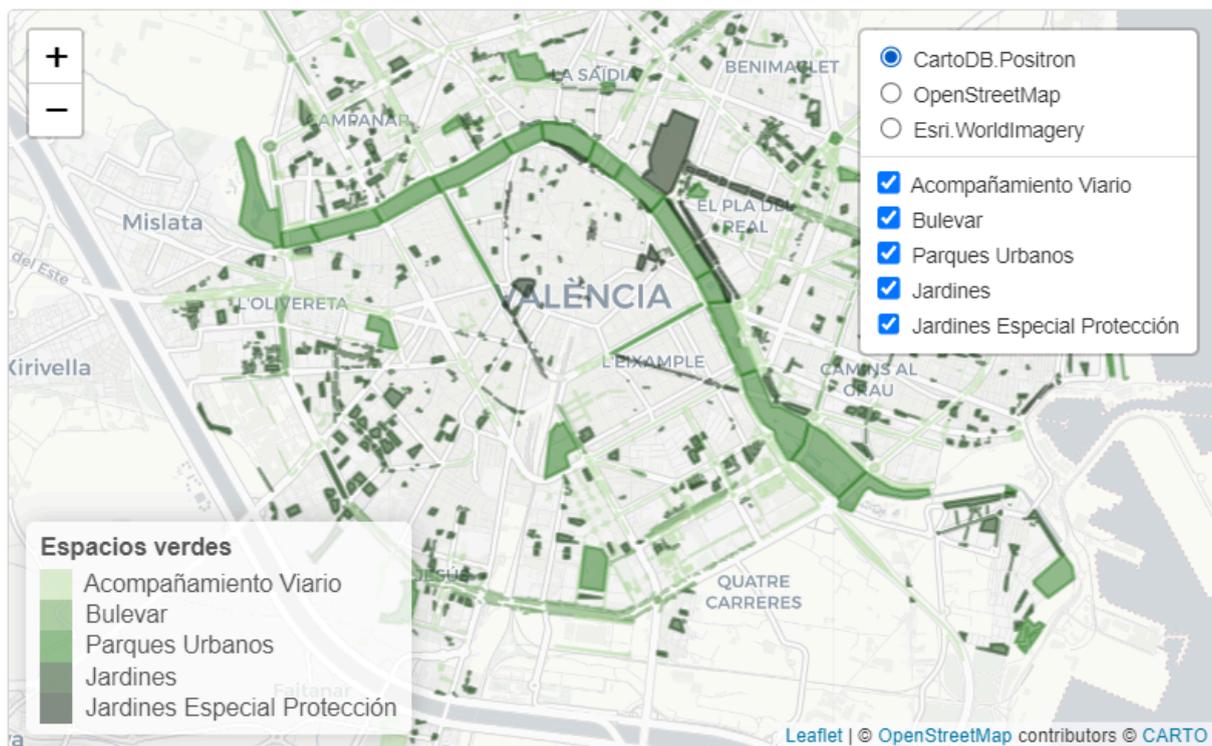
El último mapa relacionado con la movilidad sostenible se trata de la ubicación de los puntos de carga de vehículos eléctricos. En este caso, ya que sólo contamos con 34 puntos de carga, no hemos utilizado clusters. Al pasar por encima de los puntos se indica el distrito al que pertenecen y al clicar sobre ellos se muestra la ubicación, la calle en la que se encuentran.



MAPA ESPACIOS VERDES

El último bloque del proyecto trata de las zonas verdes de la ciudad. Tras el procesado realizado con el dataset de espacios_verdes, por cada subconjunto hemos creado una capa. Al pasar por encima del objeto este se ilumina y aparece el nombre del espacio y al clicar aparece un *popup* indicando el nombre del espacio, el tipo de espacio, el distrito en el que se ubica, y el área que ocupa, así para cada tipo de espacio.

Cada espacio se puede seleccionar gracias a *overlayGroups*, para mostrar uno o diversos. También se ha añadido una leyenda en la esquina inferior izquierda donde cada espacio tiene un tono diferente de verde.



Diseño del cuadro de mandos

El cuadro de mandos está compuesto por una estructura general tipo *dashboardPage()*, *dashboardHeader()*, *dashboardSidebar()* y *dashboardBody()*. El *dashboardSidebat()* está compuesto de cuatro *menuItem()*, uno por cada página de análisis.

El motivo de utilizar una estructura *dashboardPage()*, era poder personalizar el cuadro de mandos de una manera más sencilla y sin el uso de estilos externos (archivos .css, html...) con el objetivo de crear una página con personalidad.

Además, hemos hecho uso de los elementos *fluidPage()*, *tabsetPanel()*, *fluidRow()*, *column()*, *sidebarLayout()*, *sidebarPanel()* y *mainPanel()* para dar vida al cuadro de mandos. Cabe recalcar que no todos los *tabPanel()* principales siguen la misma estructura.

El primer *tabIteml()*, "PROYECTO", está compuesto por una estructura *fluiPage()*, organizada por dos *fluidRow()*. Incluyen: diversos *column()*, que contienen *box()* con el contenido del cuadro de mandos, como texto informativo junto a varios *tag\$a()*, todo separado por *tag\$br()*; y un *leafletOutput()*.

El segundo *tabItem()*, "CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA", tiene una estructura más compleja y elaborada. Se apoya en un *fluidPage()* principal que contiene un *tabsetPanel()* con los distintos mapas interactivos realizados en este apartado.

A lo largo de este *tabsetPanel()* encontraremos elementos como: *selectInput()*, *sliderInput()*, *leafletOutput()*, *plotlyOutput()*, *hr()* y *dataTableOutput()*, a parte de los ya mencionados en el *tabPanel()* anterior. Todo esto se organiza dentro de estructuras tipo *box()*.

Estos elementos permiten organizar las tres pestañas contenidas en "CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA". Además, serán de utilidad para la reactividad de los mapas.

Finalmente, se hará uso de *tag\$pre()* para incluir párrafos explicativos a lo largo del cuadro de manos. Y *valueBox()* para añadir información relativa a los mapas de forma más visual.

Implementación

Para poder llevar a cabo este proyecto en R era necesario saber con qué tipo de datos se iba a trabajar. Para ello, se requerían de librerías que permitieran la importación de archivos ShapeFile.

En un principio se planteó trabajar únicamente con los ficheros tipo .csv, dado que ya se sabía cómo trabajar con estos. No obstante, también se realizó la descarga de los archivos .shp por se tuvieron que trabajar en otra herramienta como QGIS.

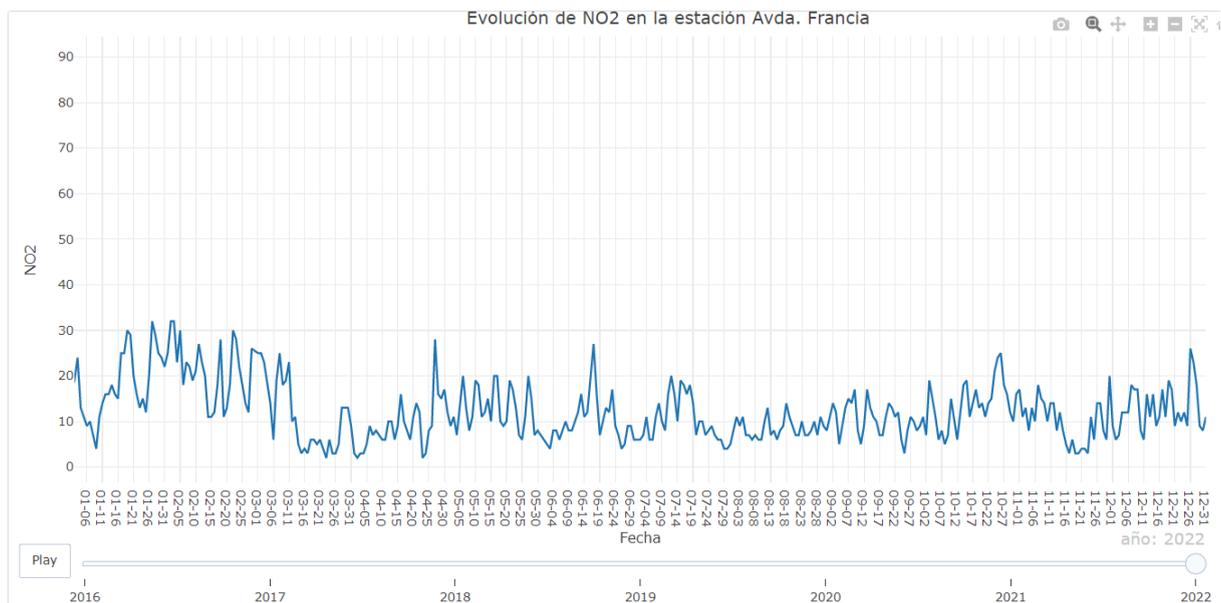
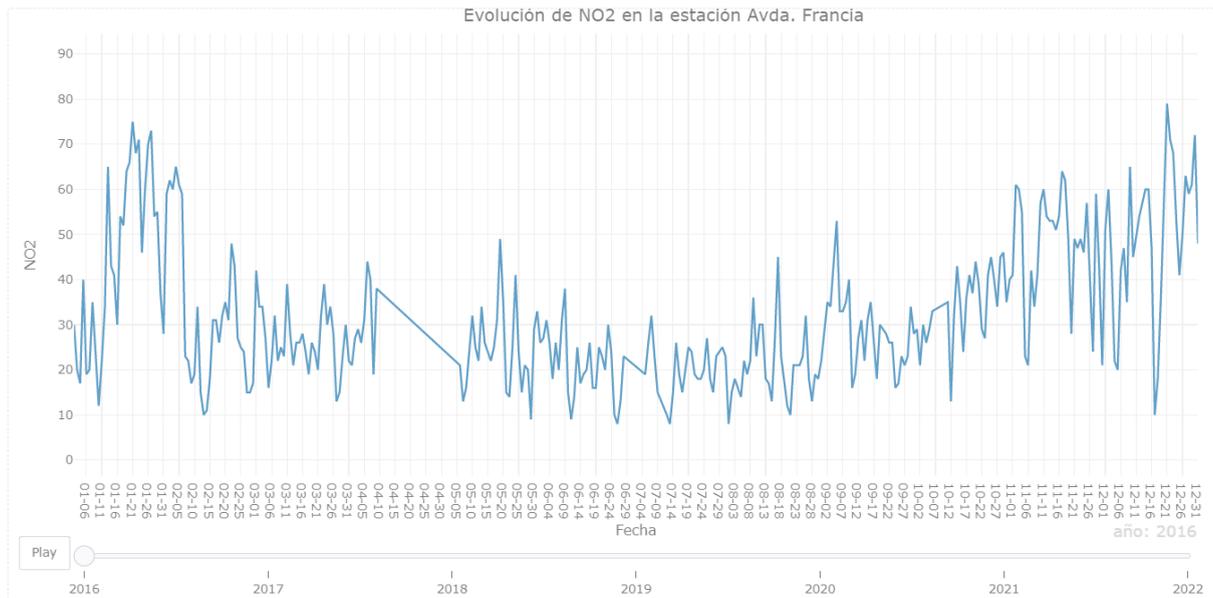
A mediados de la exploración y procesado de datos, la necesidad de representar gráficamente los mapas surgió. Por lo que fue necesario la implementación de la librería *sf* para trabajar con los ficheros ShapeFile. Dichos ficheros fueron trabajados con las librerías *dplyr*, *tidyr*, *lubridate*, *readr* y *tidyverse*.

Una vez obtenido un dataframe con todos los datos necesarios para mostrar gráficamente los análisis, empezamos a crear gráficos mediante las librerías *ggplot2*, *patchwork*, *leaflet* y *calendR*.

Finalmente, después de graficar todos los datos, hicimos la implementación de los mismos en el cuadro de mandos con las librerías *shiny*.

Resultados

Tras realizar el análisis vemos que, en efecto, València ha iniciado una transición verde con la que se han reducido las emisiones de partículas contaminantes. Esto lo podemos comprobar con la gráfica lineal. Podemos comparar el año 2016 con el 2022 y notar que la media ha bajado considerablemente. Tomando como ejemplo la partícula NO₂ en la estación de Avenida de Francia:



Vemos como los valores son mucho menores, están entre en un rango más reducido, hay menos picos. En 2016 hay valores que rozan 80, sin embargo en 2022 el máximo apenas sobrepasa los 30.

En cuanto a movilidad sostenible, vemos que la ciudad cuenta con múltiples opciones con un fácil acceso desde cualquier punto dado el gran número de paradas tanto de metro como bus. También destaca la apuesta por una movilidad no sólo sostenible, sino también respetuosa con el medio ambiente, con 0 emisiones y que ayuda a la salud humana como son las bicicletas y la gran red de carriles bici. Añadir que las políticas en cuanto a transporte público, la reducción de tarifas, etc. ha mejorado la accesibilidad a estos tipos de transporte a la ciudadanía.

Finalmente, otro de los puntos clave de la transición ecológica es la creación de espacios verdes dentro de la ciudad que ayudan a oxigenar las zonas congestionadas, mejorar la calidad del aire y facilitar la absorción de partículas como el CO que se encuentran en la atmósfera y que son perjudiciales no sólo para el ser humano si no para la fauna y la vegetación. Con los resultados vemos que València está repleta de espacios verdes, contando con espacios protegidos y jardines que ayudan a la preservación y cuidado de especies como, por ejemplo, los Jardines de Viveros o los Jardines de Monforte.



Sin olvidar las políticas y los planes de renovación urbanística e integración de zonas de la ciudad con tal de conseguir y ampliar espacios verdes. Ejemplos de ello son la reciente renovación de la Plaça de la Verge en la que la naturaleza fue un elemento a integrar o el plan de transformar en un parque-bosque el último tramo del río Túria.

Todos estos puntos son la justificación de que València está llevando a cabo una transición hacia una ciudad con menos contaminación atmosférica, apostando por la ampliación de zonas verdes, facilitando y mejorando las infraestructuras de transporte público y apoyando el cambio hacia vehículos con bajas emisiones como son las bicicletas o con la instalación de puntos de carga de vehículos eléctricos. Es más, esto es lo que ha hecho que València sea considerada de las ciudades con mejor calidad de vida y elegida Capital Verde Europa 2024.

Discusión

El estudio aporta la representación de la calidad del aire por zonas en la ciudad de Valencia. Estas zonas se centran en algunos barrios de Valencia pero dejan sin cubrir diversas zonas que pueden llegar a ser representativas. De cara al futuro ayudaría poder tener a disposición más estaciones que recojan datos de calidad del aire en Valencia para un mejor análisis y más información sobre las emisiones de la ciudad. De esta forma el estudio quedaría más completo y no tan limitado.

Una solución a esto podría darse con la herramienta QGIS mediante una interpolación. Por qué no se llevó a cabo este método se debe a la gran distancia entre puntos. Pensamos que el resultado de realizar una interpolación con tan pocas muestras no era fidedigno a la realidad y decidimos que, en los mapas, aquellos distritos en los que no hubiese un estación de contaminación queden en blanco indicando la falta de datos.

La falta de valores de algunas variables (ciertos días para los que no hay medidas) se podría suplir mediante la construcción de un modelo lineal. Esto llevaría al trabajo a una nueva dimensión, con competencias aprendidas en otras asignaturas del grado.

A lo largo del trabajo hemos encontrado muchas dificultades tanto en el procesado de datos como en la implementación en shiny. Un ejemplo de ello es el gráfico creado con *calendR* el cual no conseguimos que se mostrase en la aplicación final y por lo que pusimos simplemente un resumen de la variable NO₂ en el año 2022, el último del que tenemos datos. Elegimos la variable NO₂ dado los efectos perjudiciales para la salud (sobre todo respiratorios) pero nos hubiese gustado poder haber mostrado para cada año y cada variable.

Cabe remarcar la dificultad a la hora de procesar los datos dada la escasa información que aporta el portal de Dades Obertes de l'Ajuntament de València. Muchos datasets no aportan información relevante de su contenido y ninguna tiene una explicación de las variables.

Futuras ampliaciones del proyecto podrían implicar el análisis en tiempo real del tráfico y de esta forma analizar el impacto de las zonas más congestionadas con la emisión de partículas.

Conclusiones

En conclusión, las gráficas revelan el impacto positivo de las políticas y acciones dirigidas hacia la sostenibilidad y la mejora del medio ambiente en València. La disminución de la contaminación atmosférica, el fomento de la movilidad sostenible y la preservación de espacios verdes son indicadores clave del progreso hacia una ciudad más habitable y ecológica, respetuosa con el medio ambiente.

Además, la expansión de la infraestructura para bicicletas y el transporte público debe continuar para fomentar un cambio modal más significativo y reducir la dependencia del automóvil. Se debería mejorar en la promoción de la transición a vehículos de bajas emisiones, vehículos eléctricos con ayudas y más y mejores infraestructuras de carga de este tipo de vehículos ya que en toda la ciudad sólo encontramos 34 puntos de carga.

Debido a esta mejora, a Valencia le ha valido el reconocimiento como Capital Verde Europea 2024. Sin embargo, este logro debe ser visto como un punto de partida en lugar de un destino final. Es necesario continuar con políticas y acciones que promuevan la calidad del aire, la movilidad sostenible y la preservación de espacios verdes para garantizar un futuro más saludable y sostenible para todos los habitantes de València.

Referencias

València capital verda Europea 2024. (2023, 13 marzo). Visit Valencia.

<https://www.visitvalencia.com/va/capital-verda-europea-2024>

Estacions contaminació atmosfèriques / Estaciones contaminación atmosféricas. (2023, 19 septiembre). ESTE

ESTÁMAL <https://valencia.opendatasoft.com/explore/dataset/estacions-contaminacio-atmosferiques-estaciones-contaminacion-atmosfericas/information/>

Efectos en la salud y ecosistemas. (s. f.). Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud.html>

R CODER. (2024, 10 enero). *R CHARTS | A collection of charts and graphs made with the R programming language*. R CHARTS | A Collection Of Charts And Graphs Made With The R Programming Language. <https://r-charts.com/>

Enrdados.net. (s. f.). <http://enrdados.net/post/leaflet-mapas-dinamicos/>

Cumulative. (s. f.). <https://plotly.com/r/cumulative-animations/>

Shiny for Python. (s. f.). Shiny For Python. <https://shiny.posit.co/py/templates/>

Rosa, J. (2022, 6 septiembre). *Professional Shiny App UI and Layouts with imola and shiny.fluent | R-bloggers*. R-bloggers.

<https://www.r-bloggers.com/2022/09/professional-shiny-app-ui-and-layouts-with-imola-and-shiny-fluent/>