

# Estudio de Incendios Forestales en España

Sabela Alicia Iglesias Sánchez

## Resumen

Este proyecto desarrolla una visualización interactiva sobre los incendios forestales en España con fines educativos, dirigidos a estudiantes y docentes de secundaria. Se han utilizado múltiples fuentes (climáticas, demográficas, climáticas y geográficas) para completar el dataset proporcionado por el equipo docente. La aplicación combina mapas, gráficos dinámicos, videos y pestañas temáticas para proporcionar al alumnado una contextualización general de estos eventos.

<b>Planteamiento del proyecto y objetivos de la visualización.....</b>	<b>3</b>
Contexto y audiencia del proyecto.....	3
Objetivos del proyecto.....	3
Fuentes de datos utilizadas.....	4
<b>Preprocesamiento de los datos.....</b>	<b>5</b>
Historial de Incendios.....	5
CORINE Land Cover.....	6
Emisiones de gases efecto invernadero FAOSTAT.....	7
Población por provincia INE.....	7
<b>Procesado y análisis.....</b>	<b>8</b>
Primer acercamiento a los subobjetivos, visualizaciones parciales.....	8
Propuestas de hipótesis y nuevas visualizaciones.....	12
<b>Visualización.....</b>	<b>15</b>
Desarrollo técnico.....	15
Diseño de la aplicación.....	15
Portada.....	15
Pestaña ¿Dónde y Cuándo?.....	16
El suelo.....	16
La gente.....	17
El clima.....	17
Otros factores.....	18
<b>Conclusiones.....</b>	<b>19</b>

# Planteamiento del proyecto y objetivos de la visualización

## Contexto y audiencia del proyecto

A lo largo del tiempo, España ha experimentado una notable transformación territorial y ambiental. Los cambios en el uso del suelo, el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros factores, han modificado el equilibrio de los ecosistemas y han incrementado el riesgo de incendios forestales. Para entender mejor este fenómeno, este proyecto tratará de integrar visualmente estos aspectos.

Esta visualización está dirigida principalmente a docentes y estudiantes de secundaria, con el objetivo de servir como recurso educativo interactivo para contextualizar a los estudiantes el fenómeno de los incendios en el país. Esta audiencia motiva especialmente el enfoque interactivo de las gráficas y los mapas, de forma que puedan acercar datos y conceptos complejos a una audiencia todavía no madura.



Figura 1: Marco global del proyecto.

## Objetivos del proyecto

Por todo lo anterior, el objetivo principal de este trabajo es generar visualizaciones claras, concisas y dinámicas que puedan servir como herramienta para los docentes y les permita explorar la evolución de los incendios forestales y **contextualizar el fenómenos de los incendios forestales en base a factores climáticos, demográficos, el tipo de suelo y las emisiones de gases de efecto invernadero.**

Para alcanzar este hito trataremos de responder a ciertas preguntas clave o **sub-objetivos** más concretos y específicos que nos permitan acercarnos al objetivo final:

1. *¿Cómo se distribuyen geográfica y cronológicamente los incendios en España?*
2. *¿En qué meses del año se produce la mayor parte de los incendios? ¿Ha cambiado esta estacionalidad en las últimas décadas?*
3. *¿Cómo evolucionó el uso del suelo en España a lo largo de los años? ¿En qué tipos de suelo se inician más incendios?*
4. *¿Cuál es la relación entre la densidad de la población en un área y la ocurrencia de incendios? ¿Esta relación ha variado a lo largo del tiempo o se mantiene constante?*
5. *Aunque no se espera una relación lineal clara entre las emisiones de gases de efecto invernadero en España y la ocurrencia de incendios, es conocido que el calentamiento global provoca temperaturas extremas que facilitan los incendios. Por ello un objetivo es mostrar a los alumnos cómo ha evolucionado la emisión de este tipo de gases durante las últimas décadas.*

6. ¿Cuáles son las provincias más calurosas de España? ¿Y las que presentan más precipitaciones? ¿Existe una relación entre estos factores y la ocurrencia de incendios?

## Fuentes de datos utilizadas

### 1. Incendios Forestales en España (1968-2016)

Fuente: Kaggle (<https://www.kaggle.com/datasets/patrilc/wildfirespain>)

Contiene información detallada sobre los incendios forestales ocurridos en España desde 1968 hasta 2016. Incluye año, comunidad autónoma, superficie quemada, causa, y más de 50 variables. Este dataset es la base del análisis temporal y espacial de los incendios.

### 2. CORINE Land Cover

Fuente: COPERNICUS <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>

Conjunto de datos geospaciales desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) que proporciona información sobre el uso y la cobertura del suelo en Europa. Este dataset se compone de mapas temáticos que clasifican el territorio en diferentes categorías de uso del suelo. Hemos seleccionado los datos de los años: 1990, 2000, 2006, 2012, 2018.

### 3. Emisión de gases de efecto invernadero en España, FAOSTAT

Fuente: FAOSTAT <https://www.fao.org/faostat/en/#data/GT/metadata>  
[https://files-faostat.fao.org/production/GT/GT\\_en.pdf](https://files-faostat.fao.org/production/GT/GT_en.pdf)

Conjunto de datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en España a lo largo del tiempo. Los datos están desglosados por tipo de gas.. Cada registro representa una estimación de emisiones asociada a una fuente específica dentro del sector agrícola o del uso del suelo.

### 4. Dataset sintético datos atmosféricos

Se ha generado un dataset sintético con datos de temperatura, humedad y precipitaciones en cada provincia de España a lo largo los años de los que disponemos datos de incendios. (1968-2016). Se ha decidido generar este dataset para enriquecer el proyecto.

### 5. Población por provincia INE

Fuente: Instituto Nacional de Estadística <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2852>

Conjunto de datos demográficos que recoge la evolución de la población por provincia y año.

Desde una perspectiva de la **Teoría de Sistemas** diríamos que existen 5 objetos (o clases) en nuestro proyecto: clima, emisión, suelo, incendio y población. Podríamos definir múltiples relaciones entre estas clases pero nos limitaremos a las más significativas para la tarea que nos ocupa. En la Figura 2 puede observarse el diagrama de nuestros objetos y sus relaciones.

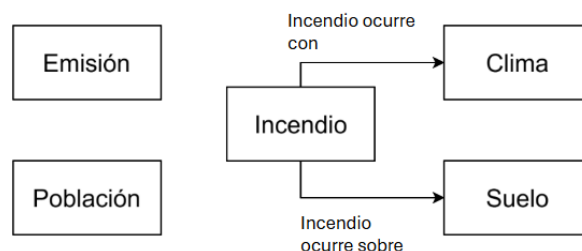


Figura 2: Diagrama de objetos y relaciones utilizados para el proyecto en el contexto de la teoría de sistemas.

# Preprocesamiento de los datos

Para realizar cualquier tipo de visualización sobre un conjunto de datos, es esencial realizar un preprocesamiento de estos que nos permita obtener resultados claros e interpretables. El objetivo principal de este tratamiento es aumentar la relación *señal-ruido* de nuestros datos. En este apartado se explican las tareas realizadas para transformar y preparar el conjunto de datos original.

Todo el código empleado para el procesamiento de los datos crudos se encuentra en el Jupyter Notebook *Preprocesado.ipynb*, incluido en la entrega. Los archivos ya preprocesados están disponibles en la carpeta *data/processed\_data*. Los datos generados sintéticamente ya han sido creados especialmente para no requerir esta tarea de preprocesado.

## Historial de Incendios

En primer lugar, se observó la gran cantidad de datos faltantes. En la Tabla 1 se ha estudiado el porcentaje de valores nulos por columna para poder limpiar el *dataset* sin perder demasiada información. Finalmente, se decidió eliminar por completo aquellas variables con más de un 75 % de valores nulos, ya que no resultaban útiles para el análisis y podrían dar lugar a visualizaciones incompletas o engañosas. Es responsabilidad del analista garantizar que las visualizaciones diseñadas no solo sean veraces (construidas en base a datos ciertos), sino también honestas. Si no existe información suficiente sobre estas variables, la mejor decisión es no incluirlas en nuestra visualización final.

Variable	% Nulos	Variable	% Nulos
iddatum	99.33	x	62.33
idgradoresponsabilidad	98.90	y	62.32
puntosinicioincendio	98.90	huso	62.32
idinvestigacioncausa	98.90	velocidadviento	55.21
idautorizacionactividad	98.90	humrelativa	52.68
idnivelgravedadmaximo	98.90	tempmaxima	51.82
diastormenta	98.42	idmotivacion	48.37
direccionviento	65.74	probabilidadignicion	16.40
diasultimalluvia	64.74	tipodeataque	13.99
idpeligro	0.95	longitud	12.19
tipodefuego	0.29	latitud	12.19
lugar	1.89	altitud	12.19
combustible	6.83		6.83

Tabla 1: Porcentaje de valores nulos por columna, se han eliminados las columnas sin valores nulos

Para aquellas columnas con una proporción significativa de valores nulos, cuya eliminación podría implicar la pérdida de información relevante para los objetivos del proyecto, se optó por la imputación de los datos faltantes. Aunque métodos comunes como la imputación mediante la media o la mediana global pueden ser útiles, también conllevan el riesgo de simplificar en exceso los datos y distorsionar los resultados. Con el fin de evitar este problema, se decidió aplicar una imputación más específica: en el caso de las variables numéricas, se imputaron los valores nulos con la mediana por provincia, mientras que para las variables categóricas se utilizó la moda por provincia. Tras este proceso se han imputado.

Esta decisión se fundamenta en las notables diferencias entre provincias dentro del territorio español, tanto en lo que respecta al tipo de suelo, como a la normativa medioambiental, las condiciones climáticas u otros factores regionales. Todos estos aspectos pueden influir significativamente en la ocurrencia de incendios y, por tanto, justificar una estrategia de imputación diferenciada según la localización geográfica.

También se han considerado procesos de normalización y regularización de las entradas, como pasar a minúsculas, eliminar los espacios en los nombres de las columnas o estandarizar el tipo de dato registrado. Finalmente, no se hizo ninguna transformación en este sentido, ya que el *dataset* original ya cumplía unos estándares de regularización satisfactorios.

Por último, como parte de la transformación del dataset, se decidió crear una nueva variable *momento\_inicio* que condense la información de mes y año de inicio, para poder crear cronologías más fácilmente.

Todas estas modificaciones se realizaron utilizando la librería *pandas*, común para este tipo de transformaciones sencillas y el manejo de conjuntos de datos tabulares en Python.

## CORINE Land Cover

Este conjunto de datos es algo distinto a los clásicos datasets tabulares a los que estamos más acostumbrados. En este caso, se trata de imágenes ráster georreferenciadas que almacenan información espacial en forma de una matriz de píxeles. Cada píxel tiene un valor que representa una determinada categoría de uso del suelo (por ejemplo, zonas forestales, agrícolas o urbanas), y estos valores se visualizan mediante distintos colores. El formato .tif (GeoTIFF) permite, además, conservar la referencia geográfica asociada a cada píxel, lo cual es especialmente útil en un estudio tan ligado al territorio como éste, centrado en los incendios forestales en España.

Los archivos proporcionados cubren toda Europa, lo que provoca que estos documentos sean demasiado pesados y difíciles de procesar. Además, este hecho podría producir visualizaciones poco claras y no alineadas con los objetivos del proyecto. No sería claro, por ejemplo, mostrar a los alumnos un mapa del uso del suelo en toda Europa cuando pretendemos centrarnos en el territorio español. Por esto decidió realizarse un enmascarado geoespacial recortando la imagen a la península ibérica más un pequeño margen de seguridad.

Este recorte se realizó con la librería *rasterio*, especializada en la lectura, escritura y manipulación de datos ráster geoespaciales.

Se valoró la posibilidad de reducir la resolución de las imágenes con el fin de facilitar su lectura visual. Sin embargo, dado que el público de este proyecto son estudiantes de secundaria, se consideró que ya poseen la capacidad suficiente de abstracción e interpretación para comprender la información representada en los mapas sin necesidad de simplificar. Por tanto, se optó por priorizar la conservación íntegra de los datos espaciales, evitando una pérdida de detalle que podría comprometer la utilidad de los mapas en determinadas observaciones o análisis.

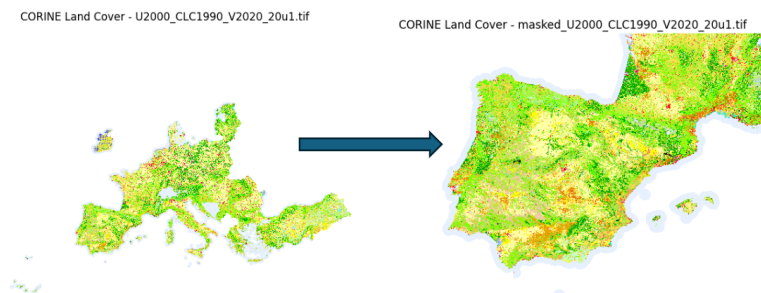


Figura 2: Transformación realizada en los archivos de uso del suelo durante la etapa de preprocesamiento

## Emisiones de gases efecto invernadero FAOSTAT

Durante el análisis exploratorio de los datos se observó que este dataset no había recibido un tratamiento de regularización tan exhaustivo como el de 'incendios.csv', ya que existían múltiples entradas con espacios, lo que podría generar problemas durante el procesamiento (por ejemplo, en 'Item Code'). Por ello, se aplicó un tratamiento estándar de regularización sobre las columnas y variables categóricas, que incluyó: paso a minúsculas, eliminación de espacios en los extremos, sustitución de espacios interiores por barras bajas y eliminación de caracteres especiales.

Además, el conjunto de datos se extrajo de una base de datos que contenía las emisiones de toda Europa, filtradas por país, lo que generaba múltiples entradas con un único valor. Las variables afectadas fueron: `domain`, `domain_code`, `area`, `area_code`, `source`, `source_code`, `unit`, `flag` y `flag_code`. Dado que estas variables no aportan valor para las visualizaciones, se decidió eliminarlas. Esta transformación se conoce como *filtrado*. Antes de hacerlo, se observó la información aportada por estos campos:

- **Domain y Domain Code:** Los datos agrupan los totales de emisiones por país, segregados por sectores.
- **Area y Area Code:** Todos los registros corresponden a emisiones en España.
- **Source y Source Code:** La fuente de estos datos es la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- **Unit:** Las emisiones se contabilizan en kilotoneladas (kt).
- **Flag y Flag Description:** Todos los valores están estimados.

Además, se realizó un estudio de los valores nulos presentes en el dataset, donde se observó que solo existía una única variable con valores vacíos: la columna 'Note', por lo que fue eliminada.

## Población por provincia INE

EL procesamiento de este dataset consistió en la eliminación de los registros relativos a 1997 ya que estos estaba vacíos y el filtrado (eliminación) de la variable Sexo ya que no aportan información de interés.

# Procesado y análisis

En esta sección se presentan las tareas de procesado y análisis exploratorio con el objetivo de extraer patrones, proponer hipótesis y nuevas visualizaciones que ayuden a comprender la dinámica de los incendios forestales en España. A través del tratamiento de los distintos conjuntos de datos, se llevaron a cabo visualizaciones parciales que permiten abordar los subobjetivos definidos en el planteamiento inicial. Estas visualizaciones intermedias han sido utilizadas para analizar el comportamiento espacial y temporal de los incendios, así como su relación con variables como el tipo de suelo o las condiciones meteorológicas, y sirven como base para construir la visualización final integrada. Además, durante el propio proceso de procesamiento y análisis han surgido nuevas propuestas de hipótesis y visualizaciones, así como nuevas necesidades de preprocesado de los datos. Todo lo anterior será expuesto en esta sección para poder conocer la evolución natural del proyecto.

## Primer acercamiento a los subobjetivos, visualizaciones parciales

En primer lugar se procedió con el análisis de la distribución espacial y geográfica de los incendios de acuerdo con el **sub-objetivo 1**. Por ello se realizó un mapa de calor por provincia con la cantidad de incendios. Además, se seleccionó una gama de colores cálidos (para transmitir calor y peligro) jugando con el tono y la saturación que son una referencia visual clara de la intensidad de una variable. Para la evolución temporal del número de incendios se decidió optar por una forma geométrica de línea ya que indica movimiento y evolución y facilita la lectura al espectador. En la Figura 3 podemos ver las dos primeras visualizaciones parciales realizadas en este sentido.

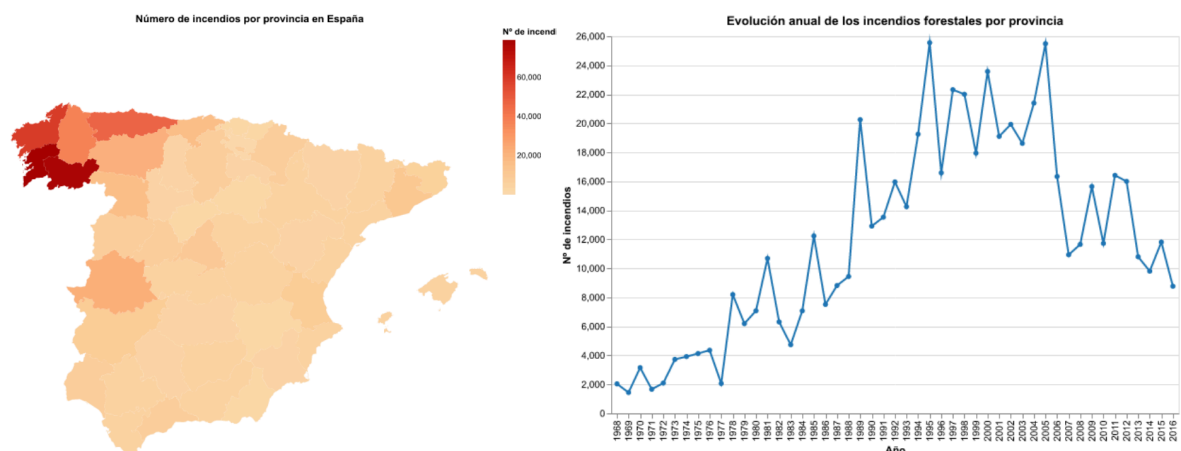
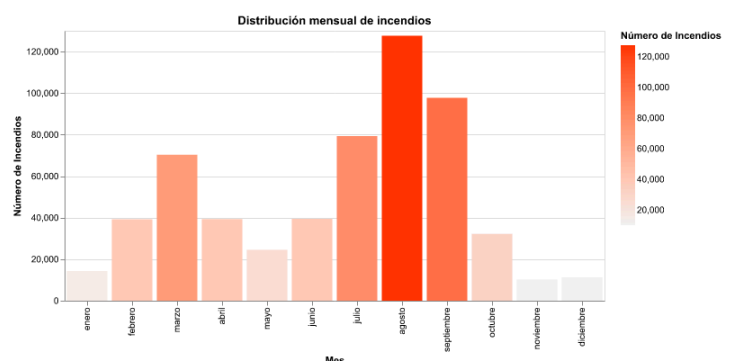


Figura 3: Visualizaciones parciales de distribución espacial y temporal de los incendios

En línea con el **sub-objetivo 2**, se analizó la distribución estacional de los incendios agrupándolos por mes de detección. Para visualizar posibles tendencias, se elaboró una gráfica de barras ordenadas cronológicamente.

En cuanto al diseño de la visualización, se tomaron varias decisiones. Dado que todas las barras representan incendios, se optó por utilizar un único





color, ya que emplear colores diferentes o complementarios podría llevar al espectador a interpretar que se están distinguiendo distintas categorías. Además, para destacar la variación estacional, se ajustó la intensidad del tono del color utilizado en cada barra. De esta forma, se facilita la percepción de las diferencias mensuales, ayudando a la audiencia a identificar con mayor rapidez los periodos con mayor o menor incidencia de incendios.

De acuerdo con el **sub-objetivo 3** se ha tratado el dataset CORINE Land Cover. Para ello se buscó el código de colores utilizado por la propia Agencia Europea de Medio Ambiente en este tipo de gráficos. Se graficaron las 5 imágenes.

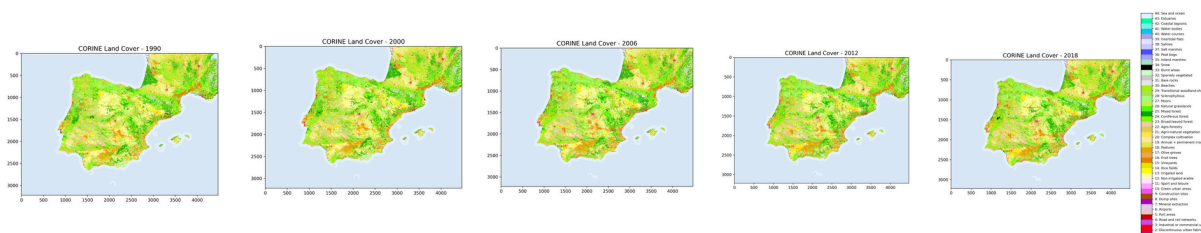


Figura 5: Evolución del uso del suelo en el cuerpo.

Tras realizar esta visualización se concluyó que no resultaba visualmente claro para el espectador. Por ello se propuso una nueva visualización en formato gif que ayuda la comprensión clara de los datos del tipo de suelo.

Para estudiar el tipo de suelo en el que ocurrieron mayoritariamente los incendios registrados, fue necesario procesar nuevamente el archivo de incendios y compararlo con los archivos CORINE Land Cover, con el objetivo de añadir una nueva variable *tipo\_de\_suelo* al dataset de incendios. Una vez realizado este procesamiento, se optó por representar los datos mediante un gráfico de tarta para visualizar los tipos de suelo más comunes. Sin embargo, dado el elevado número de categorías y la similitud entre los colores, la representación resultaba caótica y difícil de interpretar. Por ello, se llevó a cabo un nuevo procesamiento del dataset, agrupando los tipos de suelo en categorías más generales (por ejemplo: urbanos/industriales, forestales, agrícolas, etc.). Con estas agrupaciones, se generó un nuevo gráfico de tarta que permite una interpretación más clara y que se muestra en la **Figura 6**.

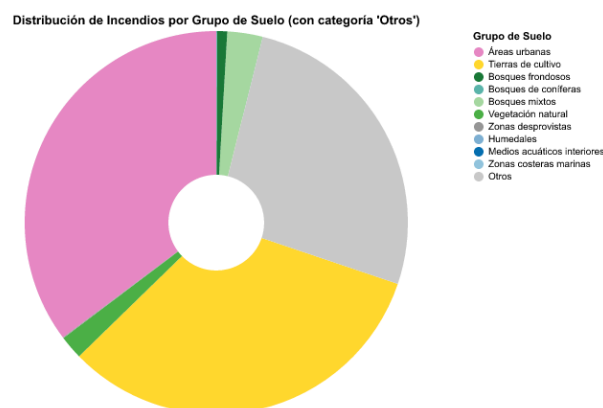
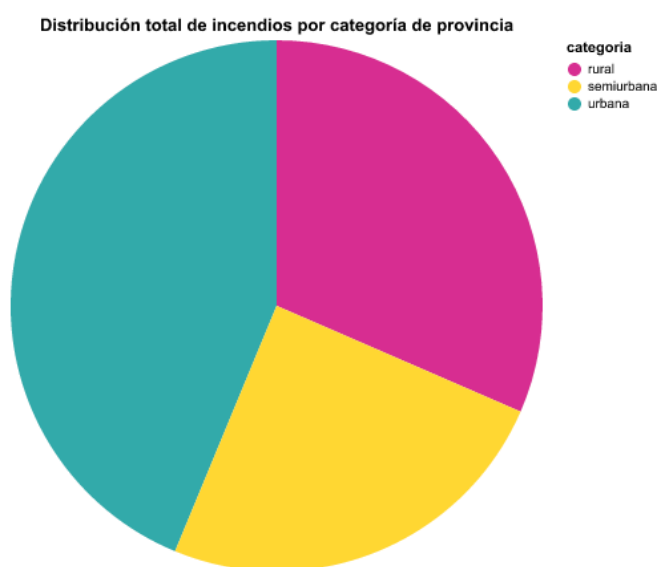


Figura 6: Uso del suelo en el lugar donde se detectaron los incendios.

En relación con el **sub-bjetivo 4**, se llevó a cabo un análisis sobre la relación entre la densidad de población provincial y el número de incendios ocurridos en cada provincia. Para facilitar una interpretación más clara, se decidió agrupar las provincias en tres categorías: rurales, semiurbanas y urbanas.

Esta clasificación se implementó añadiendo una nueva variable denominada categoría al dataset poblacional. Dado que los datos de incendios abarcan más de tres décadas, se consideró fundamental tener en cuenta la evolución de la población a lo largo del tiempo. Por este motivo, la asignación de categorías se realizó de forma dinámica, considerando la población total de cada provincia en cada año y clasificándose según el percentil poblacional al que pertenece en ese año concreto. De este modo, una misma provincia puede cambiar de categoría a lo largo del tiempo, reflejando así posibles transformaciones demográficas.



Una vez realizada esta clasificación y teniendo en cuenta la categoría de las provincias en el momento del incendio se pudo realizar una gráfica de tarta que muestra la distribución total. En la Figura 7 se puede observar que las provincias urbanas cuentan con casi la mitad de los incendios. Esto es consistente con los resultados observados en la Figura 6, donde se habla de que aproximadamente un cuarto de los incendios se inician en zonas categorizadas como urbanas o de uso industrial.

Figura 7: Distribución de los incendios en función de la categoría provincial

El **sub-objetivo 5** tiene por objetivo concienciar a los alumnos acerca del crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque no se espera una relación lineal entre el aumento de gases de efecto invernadero y la ocurrencia de incendios (ya que el calentamiento global es un evento mucho más complejo, donde hay más factores involucrados) decidió representar una gráfica enfrentando ambos parámetros.

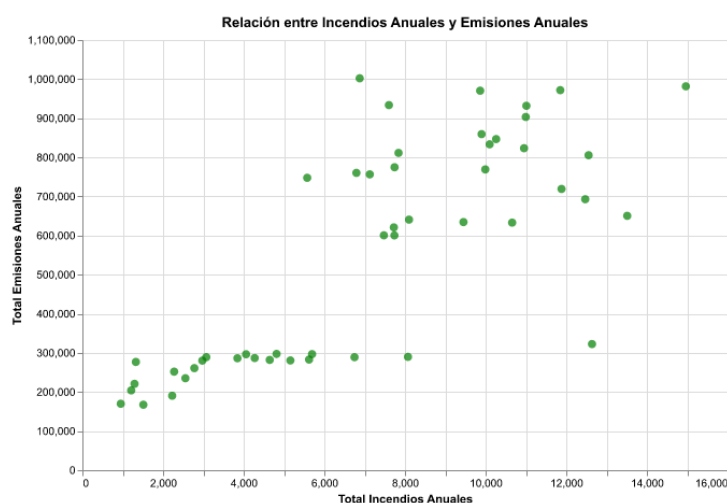


Figura 8: Dispersión Incendios y emisiones

En la Figura 8 vemos que no existe una correlación lineal clara entre el número de incendios y la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero.

Siguiendo con el **sub-objetivo 5** se graficó la evolución de emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de gas a lo largo de los años. De esta forma los alumnos podrán tener una idea de la gravedad de estas emisiones que les ayude a tomar conciencia sobre el calentamiento global. Esta imagen podemos observar en la Figura 9. Donde se observa un salto especialmente alto en 1990 de gases de tipo AR5.

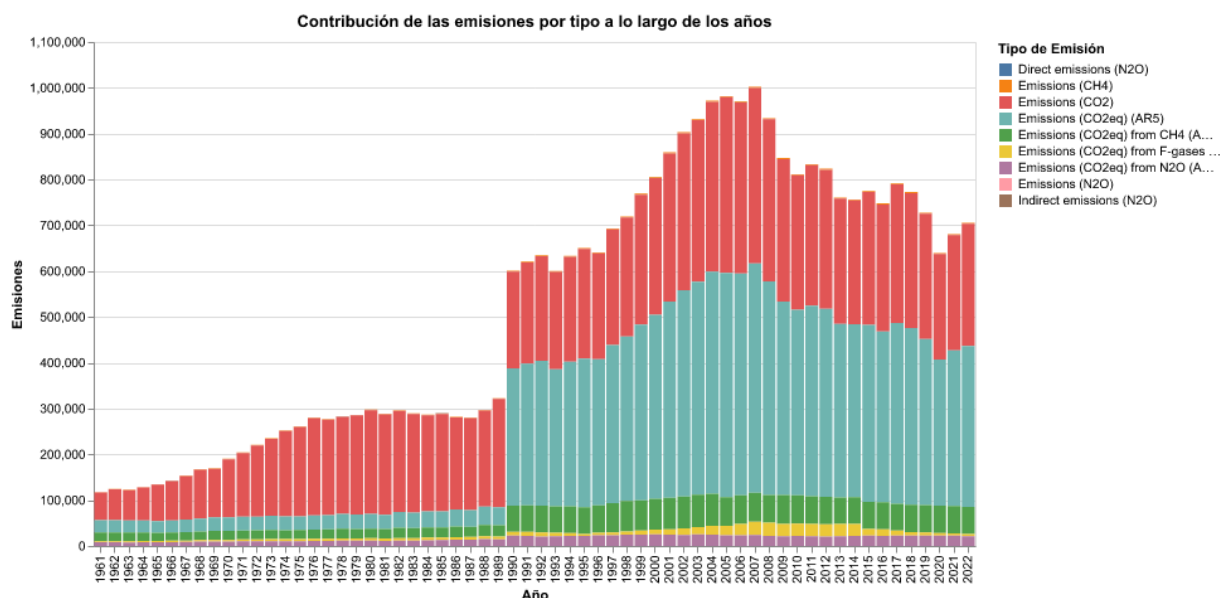


Figura 9: Evolución de la emisión de gases de efecto invernadero en las últimas décadas.

Por último nos centramos en el **sub-objetivo 6**. En primer lugar se quiso realizar dos mapas coropléticos que permitan visualizar rápidamente como se distribuye la temperatura y las precipitaciones a lo largo de la geografía Española. Se optó por una gama de naranjas para representar las temperaturas y una gama de azules para las precipitaciones con el fin de reforzar la asociación visual entre el color y el fenómeno representado. El naranja evoca calor y sequedad mientras que el azul está vinculado con el agua y la humedad.

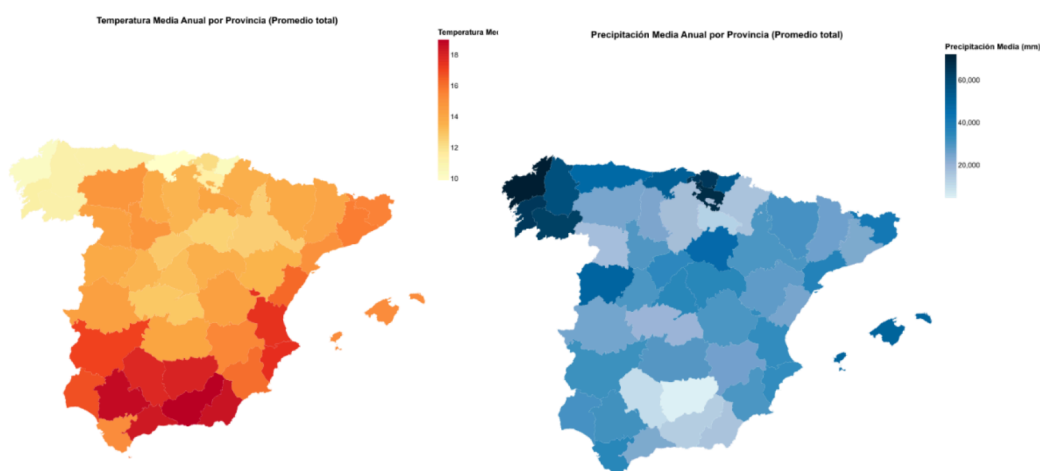


Figura 10: Mapas coropléticos de precipitación y temperatura.

## Propuestas de hipótesis y nuevas visualizaciones

Una vez realizado el primer acercamiento a los 6 objetivos iniciales, es natural durante esta fase (de procesamiento y análisis) que surjan naturalmente nuevos objetivos, se definan nuevas hipótesis y por tanto nuevas visualizaciones alineadas con esta segunda etapa. Este es un proceso natural de avanzar y profundizar en un proyecto de visualización de datos.

Tras las visualizaciones iniciales se realizaron las siguientes conclusiones:

1. La conjunción del análisis climático (Figura 10) y la distribución geográfica de los incendios (Figura 1) muestran que, contra lo que podría ser una idea preconcebida, no es mayor la ocurrencia de incendios en las zonas más secas y calurosas si no justo lo contrario. Observamos una mayor distribución de los incendios en las zonas del norte del país que se caracterizan por altas precipitaciones y temperaturas moderadas.

Además, se notó que la detección de incendios tenía un carácter altamente estacional. En la Figura 4 puede observarse que existen dos picos de mayor detección de incendios, durante el verano y cerca del mes de marzo. Por todo esto decidió realizarse un análisis de los incendios en relación a las precipitaciones y temperatura en de forma estacional.

Se definió:

*(sub-objetivo 7) ¿Cómo afectan las lluvias y las temperaturas a los incendios a lo largo de las estaciones del año?*

2. La distribución de los incendios según el tipo de provincia (urbana, semiurbana o rural) mostró que las provincias urbanas presentaban más incendios que las demás. Sin embargo, considerando la evolución demográfica de España las últimas décadas (crecimiento de las grandes urbes, éxodo rural, etc.) Se consideró necesario obtener algún tipo de visualización que considere la variable temporal. Es decir, se planteó el siguiente objetivo en este línea:

*(sub-objetivo 8) ¿De qué forma varió el tipo de provincia más afectada a lo largo de los años? ¿Siempre han sido las provincias urbanas aquellas con mayor registro de incendios?*

3. En relación con la evolución temporal de los incendios (Figura 3), se observa un crecimiento sostenido hasta principios del siglo XXI, seguido de una tendencia decreciente. Para profundizar en esta evolución, se decidió realizar una visualización temporal desglosada por provincias. Esta aproximación permite, por un lado, aportar un mayor nivel de detalle sobre la distribución espacial de los incendios y, por otro, fomentar la curiosidad del público (especialmente en un contexto divulgativo o educativo) al incentivar la exploración de los datos relativos a su propia provincia o comunidad autónoma.

*(sub-objetivo 9) ¿Han seguido las mismas tendencias (crecientes o decrecientes) todas las regiones a lo largo del tiempo?*

En relación al nuevo **sub-objetivo 7** se han realizado dos gráficos superponiendo el total de incendios anuales (Figura 4) con la evolución de las precipitaciones (Figura 11) y la humedad (Figura 12) media a lo largo del año.

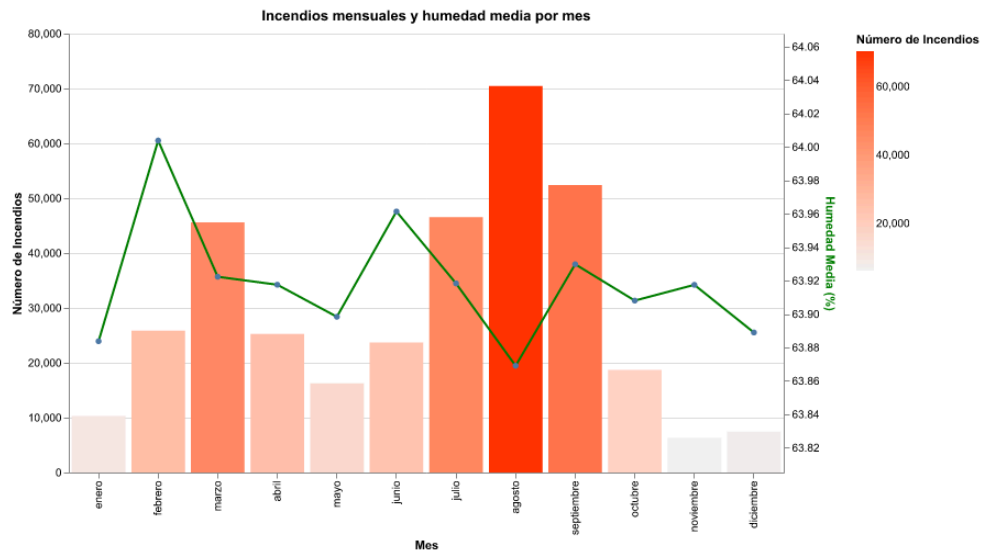


Figura 11: Evolución de la humedad frente al número de incendios.

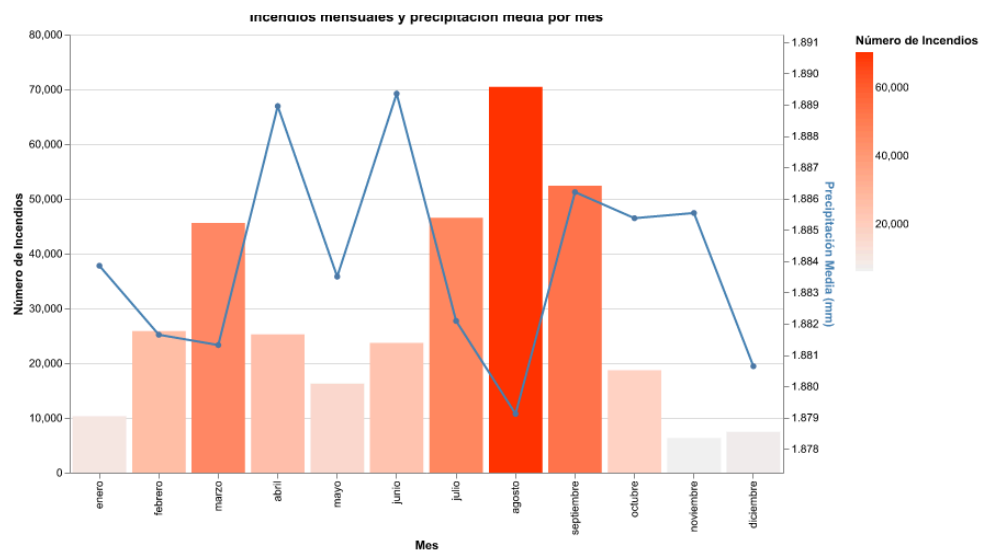


Figura 12: Evolución de las precipitaciones frente al número de incendios.

En ambas figuras se observa que los meses con menor precipitación coinciden con aquellos en los que se registra una mayor incidencia de incendios. Este patrón sugiere que no son necesariamente las comunidades más secas y cálidas las que presentan una mayor cantidad de incendios, sino que, por el contrario, las regiones de clima más frío concentran un mayor número de estos episodios durante los meses estivales.

En lo relativo al **sub-objetivo 8**, se desglosó la cantidad total de incendios anuales según la categoría de la provincia en el momento de detección. Como resultado se obtuvo la Figura 13. La selección de colores de estas tres categorías en colores complementarios se ha realizado con la intención de resultar rápidamente interpretable para el observador.

En la Figura 13 puede observarse que siempre han sido las zonas urbanas las que presentaron mayor ocurrencia de estos eventos. Sin embargo, las tres zonas presentan las mismas tendencias (ascendentes y descendentes) desde que existen registros.

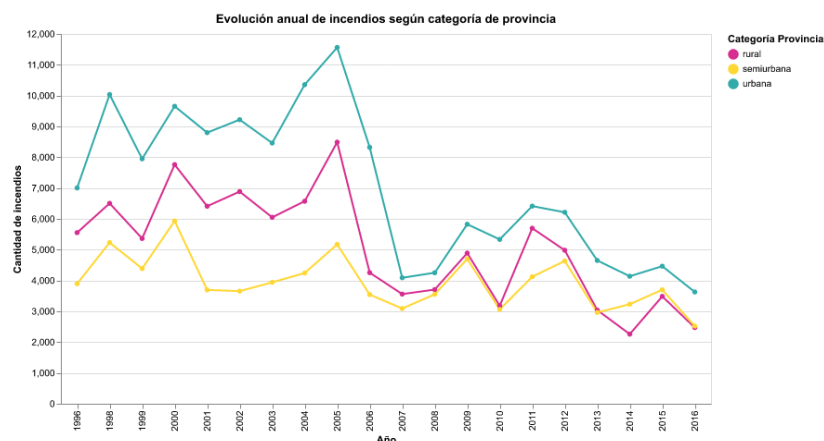
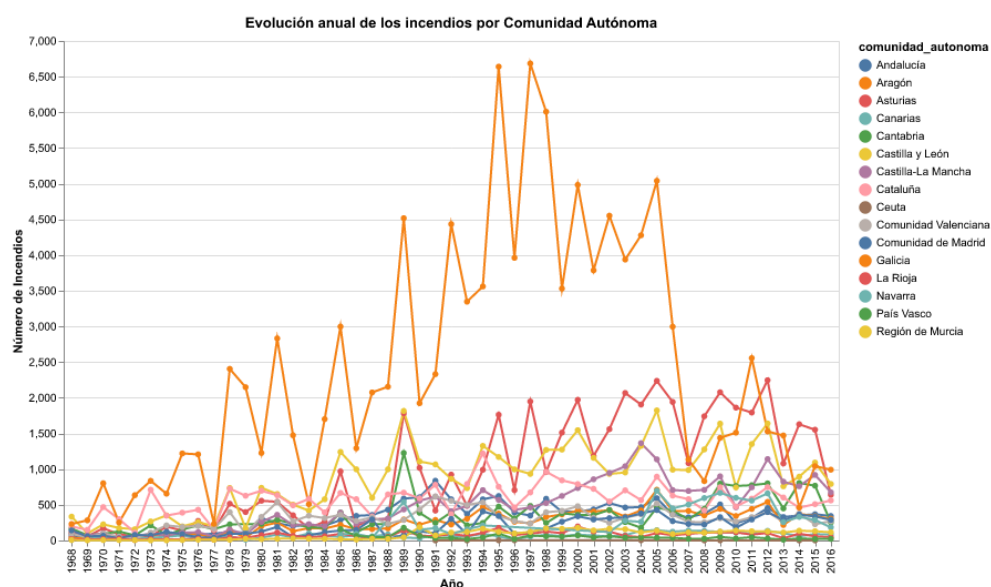


Figura 13: Evolución anual del total de incendios agrupados por categoría de provincia.

Por último, se estudió el **sub-objetivo 9**. Para estudiar si la tendencia de crecimiento observada en la Figura 1 ocurrió de igual manera a lo largo de toda España o se trata de un comportamiento regional, se graficó la Figura 14. En ella se puede observar que algunas Comunidades como Galicia o La Rioja sí parecen seguir esta tendencia. Podemos ver que



la imagen es visualmente caótica. Por tanto se decidió generar la misma imagen con un filtro para poder observar las tendencias por Comunidad.

Figura 14: Evolución anual de los incendios por comunidades.

# Visualización

Una vez realizadas todas las visualizaciones parciales, se procedió a generar una aplicación de visualización de datos limpia y fácilmente interpretable para los alumnos, integrando dichas visualizaciones. Para esta integración final se ha utilizado **Streamlit** ([Streamlit • A faster way to build and share data apps](#)), una herramienta de desarrollo interactivo que permite crear aplicaciones web de forma sencilla basada en Python.

Cada uno de los gráficos corresponde a un sub-objetivo ya comentado y se ha ubicado estratégicamente, organizado en pestañas a lo largo de la aplicación. Se ha tenido en cuenta el diseño de la página, aplicando principios de composición visual y jerarquía informativa. De esta forma, la aplicación final es visualmente atractiva, pero también útil e informativa para conseguir el objetivo final: contextualizar de forma global al alumnado acerca de los incendios en España.

## Desarrollo técnico

Para montar una app de Streamly es necesario crear un script de python, en este caso se creó el archivo [dashboard.py](#). Este archivo contiene el código necesario para cargar las visualizaciones parciales ya creadas y definir la estructura general del dashboard. Streamlit interpreta este script y genera la aplicación web que se puede ejecutar tanto localmente como en la nube. En este proyecto se ha optado por una ejecución local.

A continuación se explican los pasos para ejecutar la aplicación en un entorno local:

1. Descargar el proyecto enviado como **E3-IglesiasSanchezSabelaAlicia**
2. En el interior del proyecto, en la carpeta Scripts, se puede encontrar el archivo del [dashboar.py](#).
3. Abrir una terminal de la cmd e instalar streamlit con el comando: `pip install stramlit`
4. Ejecutar la aplicación con el comando: `streamlit run dashboard.py`

Una vez realizados estos pasos debe abrirse una pestaña del navegador que da acceso a la aplicación web.

## Diseño de la aplicación


En esta subsección se explicará el contenido de la aplicación, se justificarán tanto las decisiones estéticas como funcionales para conseguir un resultado interpretable y amigable para la audiencia.

### Portada

En primer lugar, al abrir la aplicación se puede observar la portada de la aplicación. En ella se realiza un pequeño acercamiento al alumnado sobre los incendios forestales, la importancia de estos y la necesidad de conocer el contexto en el que ocurren. Además, para aumentar la potencia visual se ha añadido una imagen del gran incendio forestal ocurrido en Zamora en 2022.

## Inceindios forestales en España. Contextualización.

Los incendios forestales no son solo llamas que arrasan bosques: son una amenaza para la naturaleza, los animales, las personas y el clima. En este panel interactivo podrás explorar cómo han evolucionado los incendios en España, cuántos se han producido, en qué zonas han sido más frecuentes y qué factores pueden influir en su aparición.

Porque proteger los bosques es proteger nuestro futuro.  

[¿Qué es un incendio forestal?](#) [¿Dónde y cuándo?](#) [El suelo](#) [La gente](#) [El clima](#) [Otros factores](#)

### ¿Qué es un incendio forestal?

Un incendio forestal es un fuego que se produce en áreas con bosques, matorrales o plantas, y que puede extenderse rápidamente, consumiendo árboles, animales y todo lo que encuentra a su paso.

Los incendios forestales causan graves daños al medio ambiente: destruyen la vegetación, ponen en peligro la vida de los animales y pueden afectar a las personas cercanas. Además, liberan grandes cantidades de gases y partículas contaminantes al aire, que contribuyen al cambio climático y pueden afectar nuestra salud.

### ¿Por qué es importante conocer el contexto en el que ocurren?

Entender las condiciones del clima y las emisiones en el momento en que se produce un incendio nos ayuda a descubrir qué factores influyen en su aparición y propagación. Esta información es fundamental para mejorar la prevención, la detección temprana y la gestión de los incendios forestales, protegiendo así nuestros bosques y la calidad de vida de todos.



Incendio forestal en la provincia de Zamora en 2022 con más de 30.000 hectáreas calcinadas.

Figura 15: Portada de la aplicación


Puesto que el objetivo de este proyecto es que los alumnos tengan un contexto global de las ocurrencias de incendios se ha decidido dividir la información en pestañas. Cada una de estas pestañas hace referencia a un campo de la contextualización.


## Pestaña ¿Dónde y Cuándo?



Esta pestaña tiene como objetivo aportar información al estudiante sobre las regiones más afectadas por los incendios, así como la evolución temporal de estos eventos a lo largo de los años.

El mapa de calor, que muestra la ocurrencia de incendios en tonos rojos, transmite una sensación de urgencia y peligro en las zonas más afectadas. Por otro lado, además de la evolución anual del total de incendios, se ha añadido un gráfico interactivo que permite a cada alumno investigar la evolución de los incendios en cada región de España.

### ¿Dónde y cuándo han ocurrido los incendios?

En el mapa de la izquierda  observamos que la mayoría de los incendios se concentran en la zona norte de la península. (Esto no significa que sea un problema exclusivo de Galicia! Los incendios provocan devastación en toda la geografía española. Sin embargo, el problema es especialmente grave en las regiones del norte de España.

En la gráfica de la derecha  vemos cómo, lejos de disminuir, el número de incendios ha aumentado desde que se tienen registros hasta principios de los años 2000.

Si tienes curiosidad por conocer mejor los datos de tu provincia o de otra región, utiliza el gráfico  para ver la evolución anual de incendios en cada provincia. 

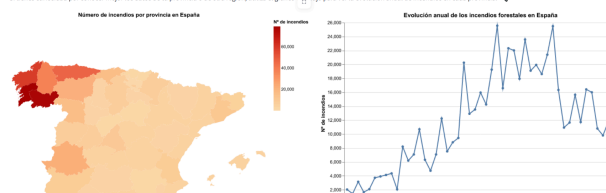


Figura 16: Pestaña ¿Dónde y cuándo?

## El suelo

En la pestaña el suelo se permite a la audiencia explorar la distribución del tipo de suelo en todo el país. Además se mostró la distribución de los incendios según el tipo de suelo. Debido a que el número de clases era tan alto se decidió agrupar las clases similares para facilitar la interpretación. Además, se optó por una paleta de colores en el gráfico de tarta consistente con la gama utilizada en el mapa de uso del suelo para generar coherencia estética e informativa.



### ¿Qué hay donde se inician los incendios?

En el mapa de la izquierda podemos ver cómo evoluciona el tipo de suelo en España desde los años 90. En la leyenda puedes leer a qué hace referencia cada color, pero puedes quedarte con esta idea:

- Verdes: zonas con vegetación natural
- Amarillos: zonas con vegetación cultivada
- Marrones: zonas con vegetación artificial
- Rosas: zonas urbanas
- Negros: zonas quemadas

Con estos datos, vamos a ver dónde se han producido más incendios. Hemos agrupado en categorías generales y podemos observar que una gran parte de los incendios se inician en áreas urbanas y tierras de cultivo.

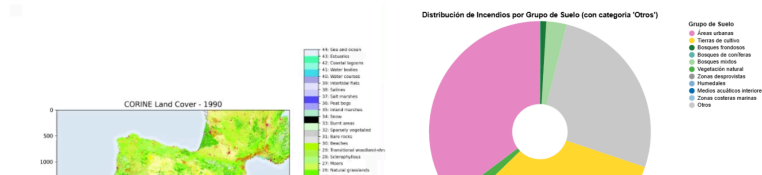


Figura 16: Pestaña El suelo

## La gente

En esta pestaña busca explorar la distribución demográfica española en relación a la ocurrencia de incendios. Para ello se dividieron las provincias en tres categorías: rural, semiurbana y urbana, de acuerdo con la cantidad de población en ellas en el momento de detección del fuego. Se optaron una paleta triádica de colores (formando un triángulo en la rueda cromática). De esta forma las clases son claramente diferenciables para el ojo humano.

Se puede observar que todos los años desde que existe registro ocurre un mayor número de incendios en las provincias urbanas, seguidas de las rurales y finalmente las semiurbanas.

### ¿Cuántas personas hay donde ocurren estos incendios?

También es importante conocer cuánta gente vive alrededor de los incendios. ¿Zonas altamente pobladas? ¿O regiones vacías? Vamos a dividir todas las provincias en:

- Urbanas (azul)
- Semiurbanas (amarillo)
- Rurales (rosa)

En la gráfica de la izquierda tenemos una distribución general de los incendios, mientras que en la derecha podemos ver con más detalle cómo esta distribución va cambiando a lo largo de los años.

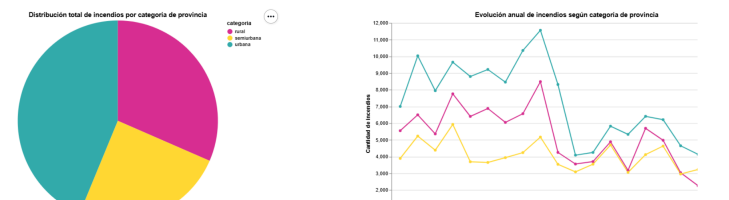


Figura 17: Pestaña El suelo

## El clima

La pestaña El Clima aporta información sobre las distintas condiciones de temperatura, humedad y precipitaciones a lo largo de la geografía española. Se muestran dos mapas colorimétricos que representan la temperatura media (en tonos cálidos) y las precipitaciones medias (en tonos azules, que socialmente evocan agua) en las diferentes provincias. Para facilitar la comparación de estos mapas con la ocurrencia de incendios, se ha incluido nuevamente el mapa de calor de los incendios presente en la pestaña ¿Dónde y cuándo?. En la Figura 18 se puede observar esta pestaña.

Además de estos mapas, se ha estudiado el carácter estacional de los incendios forestales. Para ello, se presentan las gráficas visibles en la Figura 19, que son gráficos combinados mostrando la media mensual de incendios por meses del año.

Para ilustrar esta información se ha optado por un gráfico de barras, útil para mostrar totales agrupados o medias. Asimismo, para reforzar visualmente el mensaje de que los incendios

son más frecuentes en ciertas épocas del año, se ha aplicado un gradiente de color en las barras, donde las barras con mayor número de incendios se muestran con colores más intensos. Además, cada gráfica muestra, respectivamente, la evolución de las precipitaciones y humedad a lo largo del año. Puede observarse que ocurren más incendios en las temporadas secas del año.

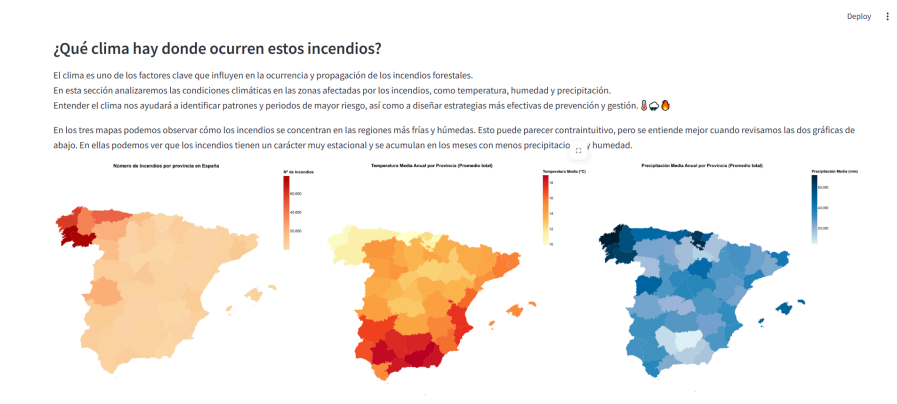


Figura 18: Pestaña El Clima

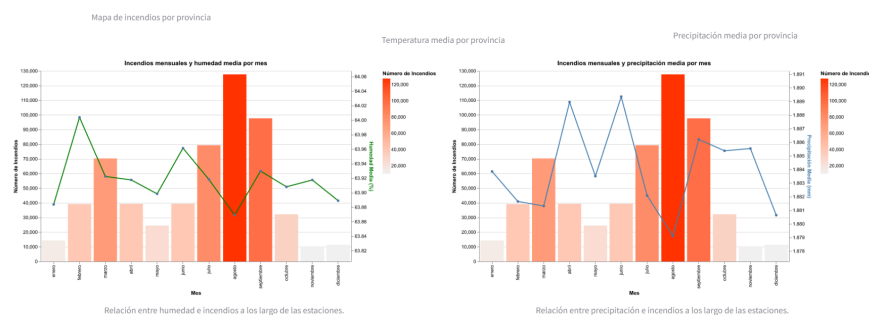


Figura 19: Pestaña El Clima

## Otros factores

Por último, esta pestaña muestra un factor que, pese a no estar tan directamente relacionado con los incendios forestales, puede llegar a tener un alto impacto: la emisión de gases de efecto invernadero. Para ser veraz se ha querido mostrar a los alumnos que no existe una relación lineal entre la emisión de este tipo de gases y los incendios. Para ello se ha mostrado un gráfico de dispersión donde se puede ver una nube de puntos. Sin embargo, en el texto se contextualiza este hecho y se explica cómo, si bien la relación no es tan directa como en el caso del tipo de suelo o las temperaturas, sigue existiendo de forma subyacente.

Se añadió también un gráfico mostrando las emisiones de este tipo de gases a lo largo de los años segregado por tipo de emisión. Se ha optado por una gama de colores variada y potente que permitan la diferenciación fácil de las clases al ojo humano.



Figura 20: Pestaña Otros Factores.

# Conclusiones

A lo largo del desarrollo de este caso práctico se ha llevado a cabo un análisis completo del contexto del fenómeno de los incendios forestales en España. Se han combinado diversas fuentes (INE, FAOSTAT, kaggle, Copernicus y generados sintéticamente) lo que ha permitido generar una contextualización integral. Con estos datos se ha podido generar una visualización educativa e interactiva que puede ser utilizada por docentes de secundaria para exponer este problema medioambiental.

Uno de los principales **logros** ha sido poder generar una visualización coherente y completa utilizando **streamlit** y la librería **altair** como herramientas principales. Se ha puesto especial interés en la elección de los elementos geométricos (líneas, puntos, barras...) y gamas cromáticas adecuadas. Además, a la hora de generar el dashboard que integra todas las visualizaciones parciales se han tenido en cuenta distintas normas de diseño que garantizan la integración entre todas las gráficas y otras visualizaciones.

Durante el análisis se ha obtenido **conclusiones**, en ocasiones, contrarias a las intuiciones iniciales. Por ejemplo, se ha observado que la mayor parte de los incendios ocurren en las zonas más frías y húmedas de España. Además, se ha identificado un patrón estacional muy claro.

Se ha seguido **un desarrollo del proyecto progresivo**, de esta forma, el análisis de las primeras visualizaciones y sub-objetivos ha dado lugar a nuevas metas. Un ejemplo de esto ocurrió durante el análisis inicial de la distribución de las categorías (rurales, semiurbanas y urbanas) de las provincias donde se han detectado incendios. Tras esta visualización inicial se concluyó que era de interés observar cómo esta relación evolucionó a lo largo del tiempo.

El mayor **reto** enfrentado durante el desarrollo de esta práctica ha sido fuentes de datos diversas, que proporcionasen datasets que se adaptaran a los objetivos del proyecto y fueran procesables y accesibles de forma libre.

Como posibles pasos o **líneas de mejora** se propone profundizar en el análisis de las causas de estos incendios. Estudiando variables como la intencionalidad de los incendios.