VNIVERSITAT (00) Escola Tècnica Superior d'Enginyeria



Análisis Hidrográfico e Inundaciones en la Comunidad Valenciana

Alexandra Estela, Jenny Matamoros y Silvia Navarro

UV Grado en Ciencia de Datos Visualización de datos.

<u>ÍNDICE</u>

ÍNDICE	2
1. Introducción	3
2. Metodología	4
2.1. Análisis exploratorio de los datos	4
2.2. Preprocesado de Datos	5
2.3. Preprocesado de la información geográfica	6
2.4. Elección de gráficas para los distintos tipos de datos	6
4.1. Diseño del mapa e interactividad	6
4.2. Diseño del cuadro de mandos	6
4.3. Implementación	6
5. Resultados	7
6. Discusión	8
7. Conclusiones	9

1. Introducción

Las inundaciones representan uno de los riesgos naturales más importantes en la provincia de Valencia. A lo largo de la historia, la comunidad Valenciana ha sufrido múltipleslluvias intensas que han generado desbordamientos de ríos y acumulaciones de agua en áreas urbanas, causando daños significativos en infraestructuras, viviendas, cultivos y, en algunos casos, incluso pérdidas humanas.

En el año 2024, la provincia volvió a verse afectada por un evento de este tipo: una DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) que impactó varias zonas de la costa valenciana. Este evento dejó precipitaciones acumuladas superiores a los 150 litros por metro cuadrado en pocas horas en algunos municipios, provocando importantes daños.

En situaciones como esta, es crucial contar con herramientas eficaces para prever y gestionar estos riesgos. Con herramientas como con las que vamos a trabajar en este proyecto podemos representar datos de manera visual e interactiva para mejorar la toma de decisiones y su análisis. Esto lo podemos hacer mediante mapas temáticos, paneles de control, gráficos dinámicos....

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar una herramienta interactiva, utilizando el lenguaje de programación R y su paquete Shiny, que permita visualizar y explorar el riesgo de inundación en la provincia de Valencia.

El enfoque principal se centrará en la identificación y análisis de las zonas inundables y los posibles daños que estas pueden generar sobre la población. Para ello, se han recopilado y procesado distintas capas de información espacial relacionadas con la peligrosidad, la exposición y el impacto de las inundaciones, incluyendo datos sobre subcuencas, presas, tramos fluviales, zonas afectadas, densidad de población...

2. Metodología

2.1. Análisis exploratorio de los datos

En el análisis exploratorio de los datos, nuestro objetivo es conocer a fondo los datos que tenemos. Para ello, hemos comenzado por descargar los siguientes conjuntos de datos:

Datos utilizados:

Nombre	Formato	Fuente	Función:
orde_patricova_envolvente_pel_inun 0	SHP	https://icv.gva.es/es/	Modelar áreas de inundación
orde_patricova_estudios_inun0	SHP	https://icv.gva.es/es/	Estudios sobre peligrosidad de inundación
orde_patricova_peligrosidad_inun0	SHP	https://icv.gva.es/es/	Evaluación de peligros de inundación
orde_patricova_riesgo_inun0	SHP	https://icv.gva.es/es/	Determinación de riesgos de inundación
municipios	SHP	https://aps.chj.es/dow n/html/descargas.htm 1	Delimitar y analizar municipios
presas	SHP	https://aps.chj.es/dow n/html/descargas.htm 1	Identificar y analizar presas
embalses	SHP	https://aps.chj.es/dow n/html/descargas.htm l	Análisis de embalses
inventario de tramas ARPS	SHP	https://aps.chj.es/dow n/html/descargas.htm 1	Inventario de tramas para análisis de riesgos

Después, cargamos las distintas capas vectoriales en QGIS, que incluyen las envolventes de riesgo, zonas de peligrosidad, municipios, subcuencas hidrográficas, presas, embalses y tramos con riesgo potencial significativo de inundación (ARPSI). Revisamos los atributos de cada capa y unificamos la proyección cartográfica a un sistema común para garantizar que todo estuviera bien alineado.

Para conocer los datos en más profundidad y prepararnos para su preprocesado, realizamos un análisis exploratorio utilizando R. Durante este análisis, cargamos y examinamos las distintas capas vectoriales, generando resúmenes estadísticos, visualizando las primeras filas

de cada conjunto de datos, y obteniendo información sobre sus columnas, atributos y el sistema de referencia de coordenadas.

2.2.Preprocesado de Datos

El objetivo de esta fase es preparar todos los datos para el análisis posterior. Para ello, hemos seguido los siguientes pasos:

- 1. Carga de capas vectoriales: Lo primero que hicimos fue cargar las diferentes capas geoespaciales que necesitábamos. Estas capas contienen información importante sobre zonas de inundación, peligrosidad, riesgos, municipios, presas, embalses, subcuencas y tramos de riesgo significativo de inundación (ARPSI).
- 2. Unificación del sistema de referencia de coordenadas (CRS): En este caso, tenemos todas en el mismo sistema de referencia, por lo que no hemos cambiado nada.
- 3. Recorte zonas necesarias: En el momento de ver los datos, en algunas capas hemos observado que teníamos valores de zonas externas a la Comunidad Valencia que es donde nos queríamos centrar, por lo que hemos recortado aquellas que tenían datos de mas para que se ajusten a las áreas de la CV
- **4. Eliminación de columnas innecesarias**: Luego, revisamos las capas y eliminamos las columnas que no eran útiles para el análisis.
- **5. Revisión de valores nulos o faltantes**: También verificamos si hay valores faltantes o nulos en las capas. Esto es importante para asegurarnos de que los datos sean consistentes y no tengan errores que puedan afectar el análisis. En los casos donde haya valores faltantes, los eliminaremos.

Con este preprocesado nos aseguramos de que las capas estén alineadas, limpias y listas para usarse.

2.3. Preprocesado de la información geográfica

En primer lugar, nos centramos en el preprocesado de la capa de peligrosidad de inundación. El objetivo principal en este paso es clasificar los niveles de peligrosidad y asignar una escala de colores que vaya del 1 al 7, de acuerdo con los distintos niveles de peligro (establecido en los datos). Esto nos permitirá obtener una visualización más clara y precisa de las zonas con mayor y menor peligrosidad.

En segundo lugar, hemos preprocesado la capa de densidad poblacional. Para obtener solo los municipios de la Comunitat Valenciana en QGIS, hemos aplicado un filtro a la capa original que contenía datos de toda España usando el campo cca con el valor *'Comunitat Valenciana'* y esto selecciona únicamente los registros de esa región.

Posteriormente, generamos un mapa adicional con la misma capa, pero en este caso transformamos la variable de peligrosidad en un formato binario, diferenciando entre dos opciones: una para las zonas con un nivel de calado significativo y otra para las que no presentan este riesgo. Este mapa binario facilitará la identificación de áreas que requieren una atención más urgente frente a aquellas con menor riesgo.

Luego, hemos generado buffer de las capas de Embalses lo hicimos para plantearnos, por ejemplo, aquellas zonas de riesgo potencial en el caso de una rotura o un desbordamiento y en el caso de los tramos ARPSI (Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación) el buffer lo hemos usado para ampliar la zona de análisis al área que se vería afectada en eventos extremos, en ambos casos hemos cogido una distancia de 300m

2.4. Elección de gráficas para los distintos tipos de datos

Hemos elegido las visualizaciones según el tipo de datos y lo que queremos mostrar en cada sección.

Para la densidad promedio por nivel de peligrosidad, usamos un gráfico de barras agrupadas que permite comparar de forma clara los distintos niveles y ver cuáles tienen mayor exposición poblacional.

En el Top 10 de zonas por nivel, optamos por un gráfico de barras horizontales, ideal para rankings y especialmente útil cuando los nombres de las zonas son largos. Además, el se puede elegir el nivel de peligrosidad que se quiere ver, lo que hace que sea más interactivo y exploratorio.

Para mostrar las hectáreas por nivel de riesgo, usamos un gráfico de columnas, que deja ver rápidamente cuánta superficie está afectada en cada nivel. Es una forma directa y fácil de interpretar.

Y para la densidad media en municipios con riesgo Alto y Muy Alto, también usamos un gráfico de barras horizontales para destacar los 10 municipios más críticos en términos de población expuesta.

Por último, en el análisis de ríos y barrancos más peligrosos, también utilizamos un gráfico de barras horizontales, permitiendo clasificar y comparar los cauces según la superficie que podrían afectar en caso de inundación.

Todas las gráficas están hechas con Plotly, así que se pueden explorar con facilidad gracias a funciones como el tooltip, el zoom y otras interacciones.

2.5.Diseño del mapa e interactividad

Hemos diseñado el mapa utilizando Leaflet, una librería que nos permite visualizar datos espaciales de forma interactiva dentro de una aplicación Shiny. Hemos representado distintas capas relacionadas con el riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana.

Las principales decisiones de diseño han sido:

- Paletas de colores: Por ejemplo, hemos asignado un color distinto a cada nivel de peligrosidad. El nivel más alto (7) está representado en tonos rojos, mientras que el nivel más bajo (1) aparece en verde. Esta elección facilita la interpretación visual, ya que empleamos una escala cromática que transmite intuitivamente el incremento del riesgo.
- Incorporación de capas:
 - Zonas clasificadas según su nivel de peligrosidad por inundación.
 - Áreas identificadas como zonas inundables.
 - Hidrografía: ríos y barrancos principales.
 - Buffers alrededor de embalses, que muestran zonas de posible influencia.
 - Tramos ARPSI (Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación).
 - Ubicación de presas, como elementos clave del sistema hidráulico.
- Interactividad: Hemos incluido popups informativos que se activan al hacer clic en los elementos del mapa, mostrando datos relevantes como el nivel de peligrosidad o el

nombre de una presa.

- Controles de capas dinámicos (addLayersControl): Hemos implementado una interfaz que permite activar o desactivar cada capa según el interés del usuario. Esto evita la sobrecarga visual y facilita un análisis más centrado, ya que podemos mostrar solo la información necesaria en cada momento.
- Navegación y exploración: El mapa permite hacer zoom, moverse libremente (*pan*) y ajustarse al nivel de detalle que necesitemos. Estas funcionalidades nos permiten analizar con precisión desde grandes zonas hasta áreas específicas.

2.6.Diseño del cuadro de mandos

El cuadro de mandos lo hemos organizado de forma clara y práctica, usando pestañas para separar los distintos temas (mapa, densidades, rankings, hectáreas). Esto ayuda a que la información no se vea amontonada y sea más fácil moverse entre los análisis.

En la pestaña del Top 10 en el segundo grafico, se usa un diseño con barra lateral (sidebarLayout) que deja los filtros a un lado y el gráfico al otro, lo que hace que todo se vea ordenado y fácil de entender.

En general, el diseño está pensado para que sea cómodo explorar los datos y también para mostrar de forma clara los análisis más importantes.

2.7.Implementación

La app está hecha en R Shiny y usamos varios paquetes que nos ayudaron a hacer todo de forma interactiva y funcional.

Leaflet se usó para el mapa interactivo, Plotly para los gráficos con los que se puede hacer zoom y ver detalles, y sf para trabajar con datos espaciales. También usamos dplyr y ggplot2 para procesar y visualizar los datos antes de pasarlos a los gráficos.

Organizamos todo de forma modular, separando bien las partes del *server* y la *ui*, lo que hace que el código sea más fácil de mantener y escalar. Además, gracias a funciones como st_intersection, pudimos calcular con bastante precisión cosas como la densidad según el nivel de peligrosidad o por municipio.

También usamos lógica reactiva, los gráficos cambian automáticamente cuando el usuario selecciona distintos niveles de peligrosidad, como con el selectInput. Eso hace que la app sea más dinámica y fácil de explorar.

3. Resultados

Mapa interactivo:

El mapa nos permite visualizar de forma simultánea varias capas de información, como el nivel de peligrosidad por zonas, zonas inundables, ubicación de embalses y presas, ríos y barrancos, y buffers de riesgo.



Gráficos:

Obtenemos las graficas, cada una en una "pestaña". Como podemos ver a continuación los gráficos son interactivos.







Densidad Media (hab/km²)



Top 10 Embalses Más Afectados por Inundaciones

València

4. Discusión

Para analizar los resultados, nos planteamos diferentes preguntas:

¿Hay mucha densidad de población en las zonas inundables?

Una forma de evaluar el riesgo humano ante inundaciones es superponer las capas de zonas inundables con la densidad de población. De esta manera, se puede determinar si hay una alta concentración de personas en áreas propensas a sufrir inundaciones.

Los datos muestran que, en efecto, muchas de las zonas inundables se encuentran en áreas con una densidad de población considerable. Esto implica un alto riesgo humano, ya que una inundación en estas zonas no solo afectaría infraestructuras, sino también a un número elevado de personas. Por lo



tanto, se trata de áreas prioritarias en cualquier estrategia de prevención o evacuación.

¿Cuál es la densidad promedio en cada nivel de peligrosidad?

El gráfico de densidad promedio por nivel de peligrosidad permite entender si las zonas con más riesgo también son las más pobladas. Observamos que los niveles 1 y 3 tienen una densidad poblacional alta, lo que puede indicar zonas urbanas con menor peligrosidad. Sin embargo, también notamos una densidad significativa en los niveles 5 y 6, lo cual es preocupante, ya que estas áreas combinan peligro medio-alto con una alta exposición humana.

¿Qué zonas acumulan más hectáreas según el nivel de peligro?

El gráfico de hectáreas por nivel de peligrosidad muestra que los niveles altos abarcan la mayor cantidad de superficie.

¿Qué municipios están más comprometidos?

El gráfico de densidad media por municipio en niveles de riesgo alto (6) y muy alto (7) revela que varios municipios densamente poblados están en situación de peligrosidad. En este caos, son Mislata, Tavernes Blanques, Burjassot y Alaquás.

5. Conclusiones

Con este proyecto hemos conseguido crear una herramienta interactiva que ayuda a ver de forma clara y visual el riesgo de inundación en la provincia de Valencia. Gracias a los mapas y gráficos, podemos analizar qué zonas están más expuestas y qué impacto puede tener eso sobre la población.

Algunas de las conclusiones más importantes que hemos sacado son:

- Hay zonas con riesgo alto de inundación donde vive mucha gente, lo cual supone un problema serio si se produce una riada. Estas áreas deberían estar en el punto de mira de cualquier plan de actuación o prevencion.
- Hemos visto que los niveles de peligrosidad 6 y 7 son los que más superficie ocupan y, en muchos casos, también tienen bastante población. Son zonas que merecen especial atención.
- Municipios como Mislata, Tavernes Blanques o Burjassot tienen una alta densidad de población en zonas de riesgo muy alto. Esto los convierte en puntos críticos en caso de emergencia.
- La aplicación que hemos hecho con Shiny permite explorar y analizar toda esta información de forma sencilla e interactiva. Puedes activar y desactivar capas, consultar datos específicos y ver gráficos que se actualizan según lo que selecciones.

En resumen, la herramienta que hemos desarrollado es útil tanto para análisis como para ayudar a las autoridades o a la ciudadanía a entender mejor el riesgo de inundación en su zona.

Para mejorar la aplicación, podríamos añadir datos en tiempo real, incluir predicciones meteorológicas, o ampliar el análisis a otras provincias afectadas por este tipo de fenómenos.

6. Referencias

Institut Cartogràfic Valencià (ICV):

Institut Cartogràfic Valencià. (2025). *Inicio*. Generalitat Valenciana. <u>https://icv.gva.es/es/inicio</u>

Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ):

Confederación Hidrográfica del Júcar. (2025). *Inicio*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <u>https://www.chj.es/</u>