

Infloodmed: sistemas de alerta temprana frente a inundaciones a escala local

Dr. Joan Estrany Bertos

Director de l'Observatori de Riscos Naturals i Emergències de les Illes Balears / Universitat de les Illes Balears



Universitat
de les Illes Balears

Departament
de Geografia



RiscBal
OBSERVATOR DE RISCOS NATURALS
I EMERGÈNCIES DE LES ILLES BALEARS



Institut d'Investigacions Agroambientals
i d'Economia de l'Aigua

CONAMA

Viladecans
2030



Diputació
Barcelona

01

Inundaciones imposibles,
tecnologías y limitaciones

02

Islas Baleares, espacio mediterráneo insular
afectado por riesgos naturales

03

Observatori de Riscos Naturals
i Emergències de les Illes
Balears - RiscBal

04

RiscBal-Avisos y plataformas
de visualización

01

Inundaciones imposibles, tecnologías y limitaciones



Inundaciones imposibles

Definición de inundaciones imposibles

Son eventos que superan registros históricos y se consideran improbables pero posibles según la ciencia.

Causas físicas

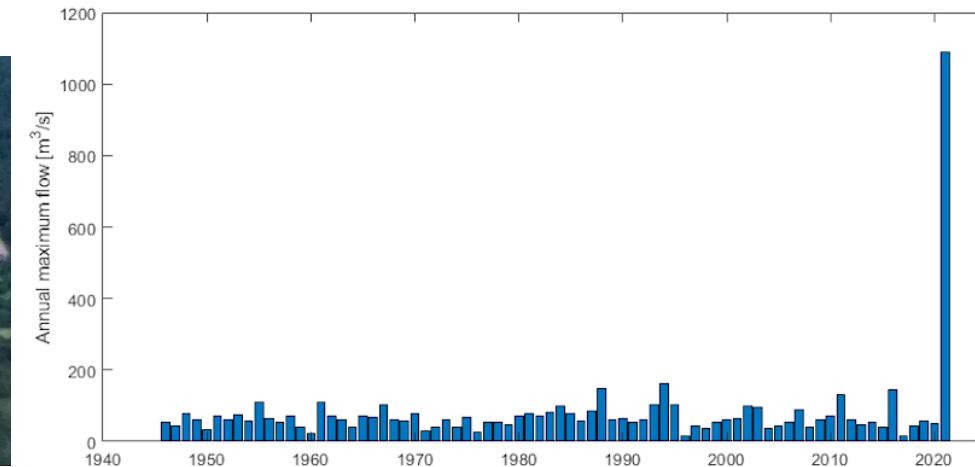
Incluyen variación del uso del suelo, humedad del suelo, intervenciones hidráulicas y alta intensidad de precipitaciones.

Causas psicológicas y sociales

El desconocimiento del riesgo y la falsa seguridad aumentan vulnerabilidad social y falta de preparación.

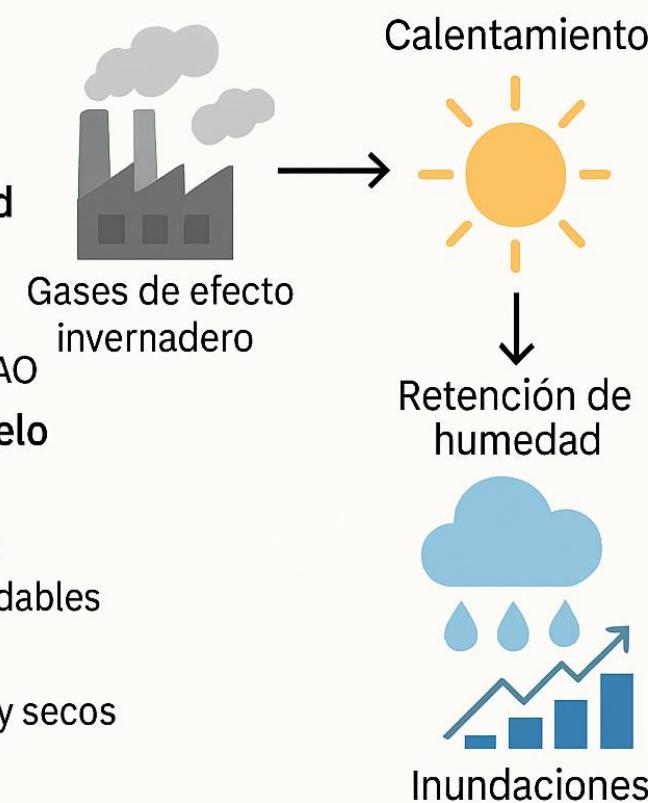
Causas socioeconómicas

Medidas preventivas se aplazan por subestimación del riesgo en períodos sin eventos y se sobreestiman tras inundaciones.

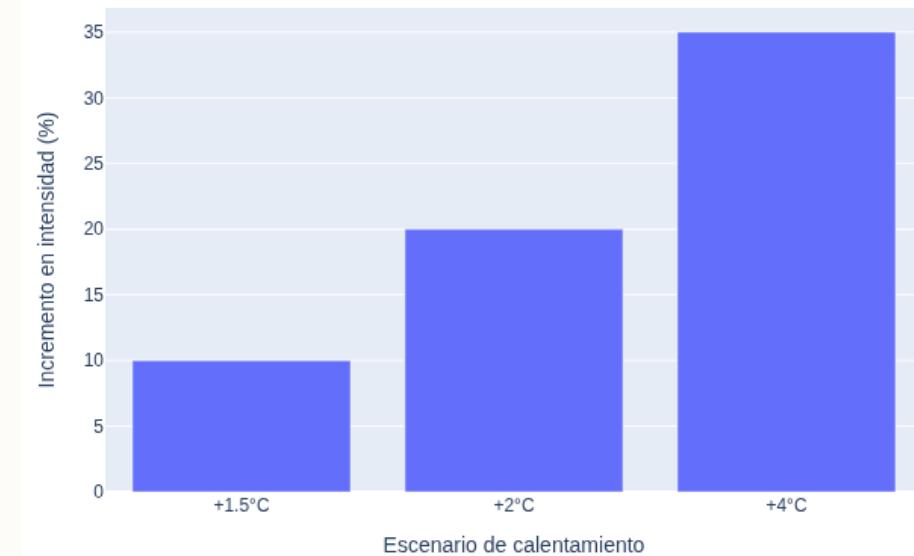


Causas del cambio en las inundaciones en un clima cambiante

- Aumento de gases de efecto invernadero**
Incremento de CO₂ y otros gases, atrapando más calor
- Mayor capacidad de retención de humedad**
Un 7% más por cada grado de calentamiento
- Cambios en la circulación atmosférica**
Variaciones en fenómenos como El Niño y la NAO
- Reducción de la cobertura nival y del deshielo**
Menos inundaciones por fusión de nieve
- Urbanización y cambios en el uso del suelo**
Expansion urbana sobre torrentes y zonas inundables
- Alternancia entre sequía e inundación**
Transiciones abruptas entre eventos húmedos y secos



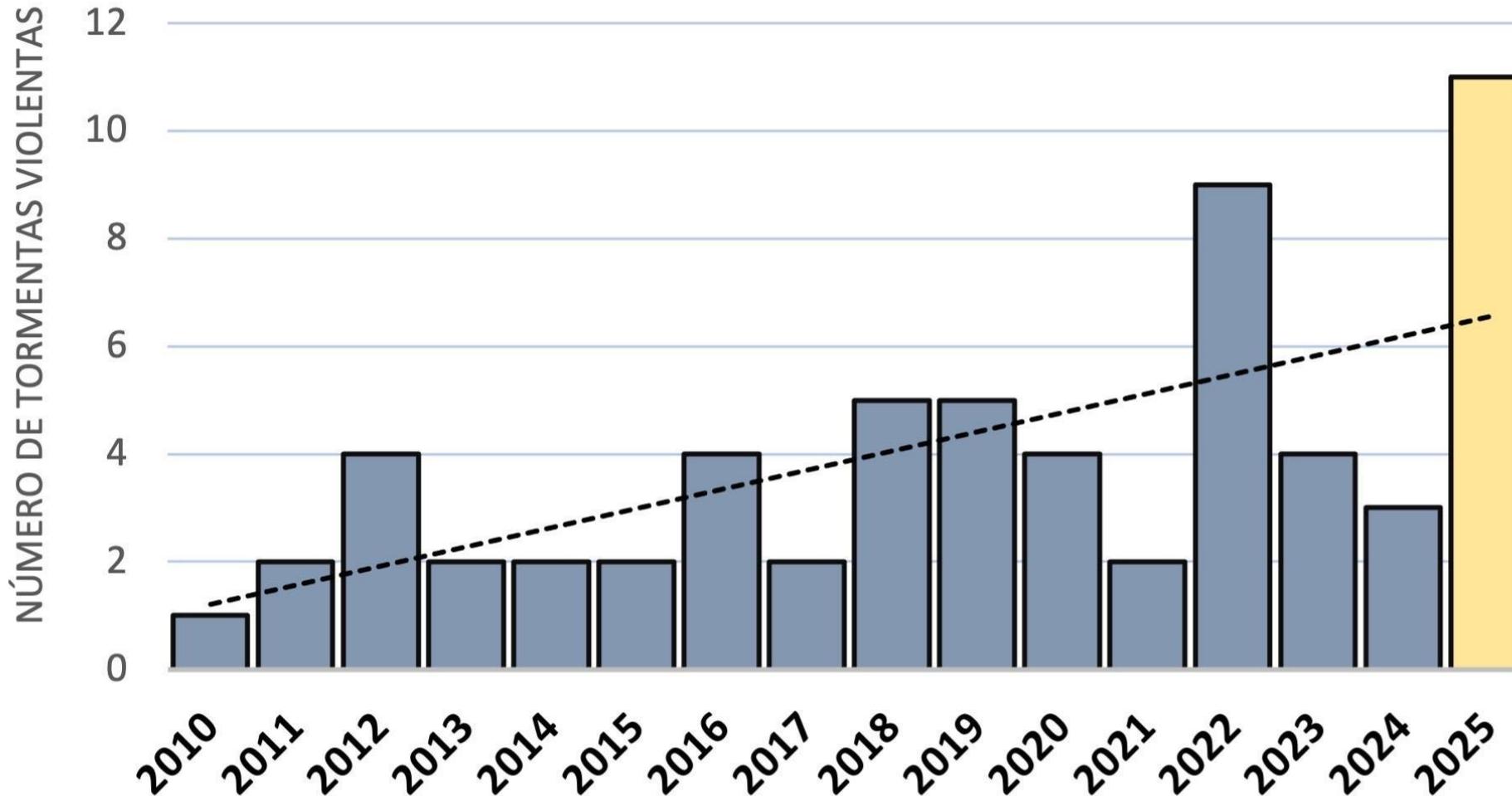
Proyección de incremento en lluvias extremas en la región mediterránea



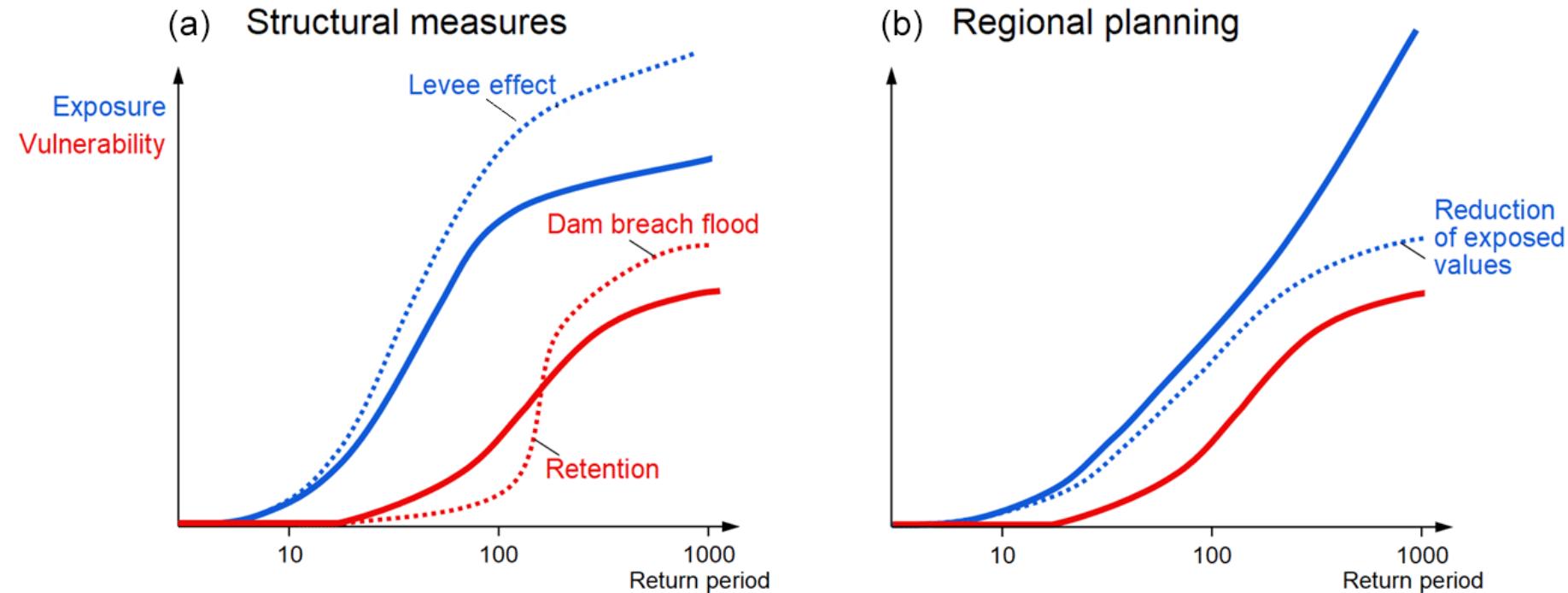
Número de tormentas violentas en Baleares

(Granizo ≥ 2 cm, rachas ≥ 90 km/h y/o tornado en tierra)

Duncan Wingen



Exposición y vulnerabilidad: estructuras vs planificación



Las **intervenciones estructurales**, como diques y presas, reducen la vulnerabilidad solo hasta cierto punto, pero pueden aumentar el riesgo en caso de inundaciones mayores al diseño previsto.

Por otro lado, la **planificación urbana** que reduce la exposición es eficaz ante inundaciones extremas, aunque sus altos costos sociales pueden dificultar su implementación sin una visión a largo plazo y consenso científico.

Tecnologías aplicadas y limitaciones



Tecnologías para gestión de riesgos

Innovaciones como teledetección, inteligencia artificial y redes IoT mejoran la preparación frente a riesgos naturales y ambientales.

Limitaciones en planificación urbana

Menos del 15% de ciudades europeas usan modelos dinámicos de transporte de sedimentos, aumentando riesgos ambientales.

Sesgos y equidad en datos de riesgos

Bases de datos presentan sesgos con falta de conocimiento local, afectando la equidad y la efectividad en respuestas.

Colaboración transdisciplinaria

Integrar tecnología con ética y cultura es clave para superar limitaciones y mejorar la gestión de riesgos.

02

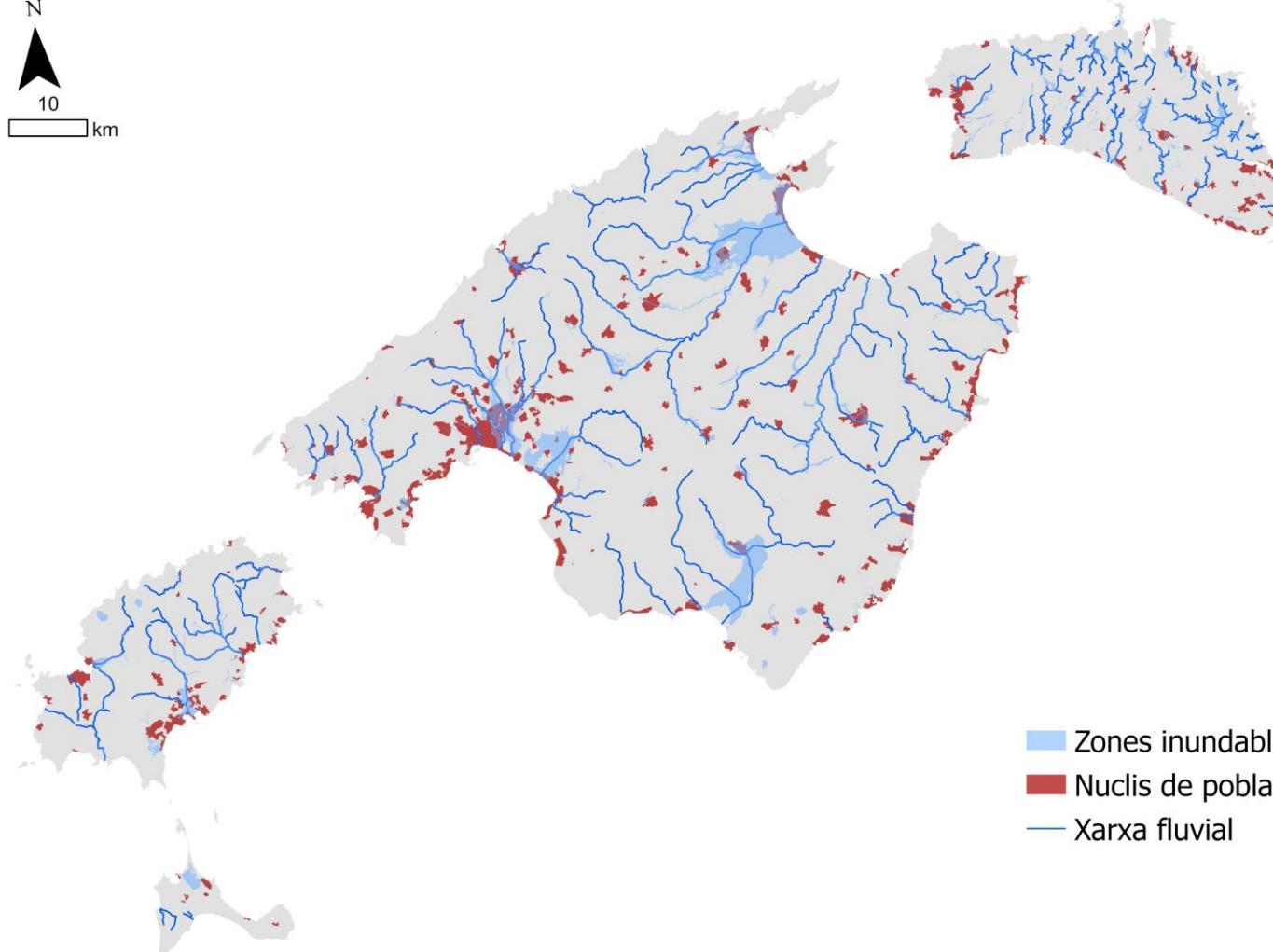
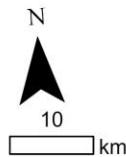
Islas Baleares,
espacio
mediterráneo
insular afectado
por riesgos
naturales





Inundaciones





■ Zones inundables
■ Nuclis de població
— Xarxa fluvial

Período de retorno de 500 años



Superficie inundable

Inundaciones

19.014 ha (3,8%)

ARPSI

2.850 ha (0,5%)

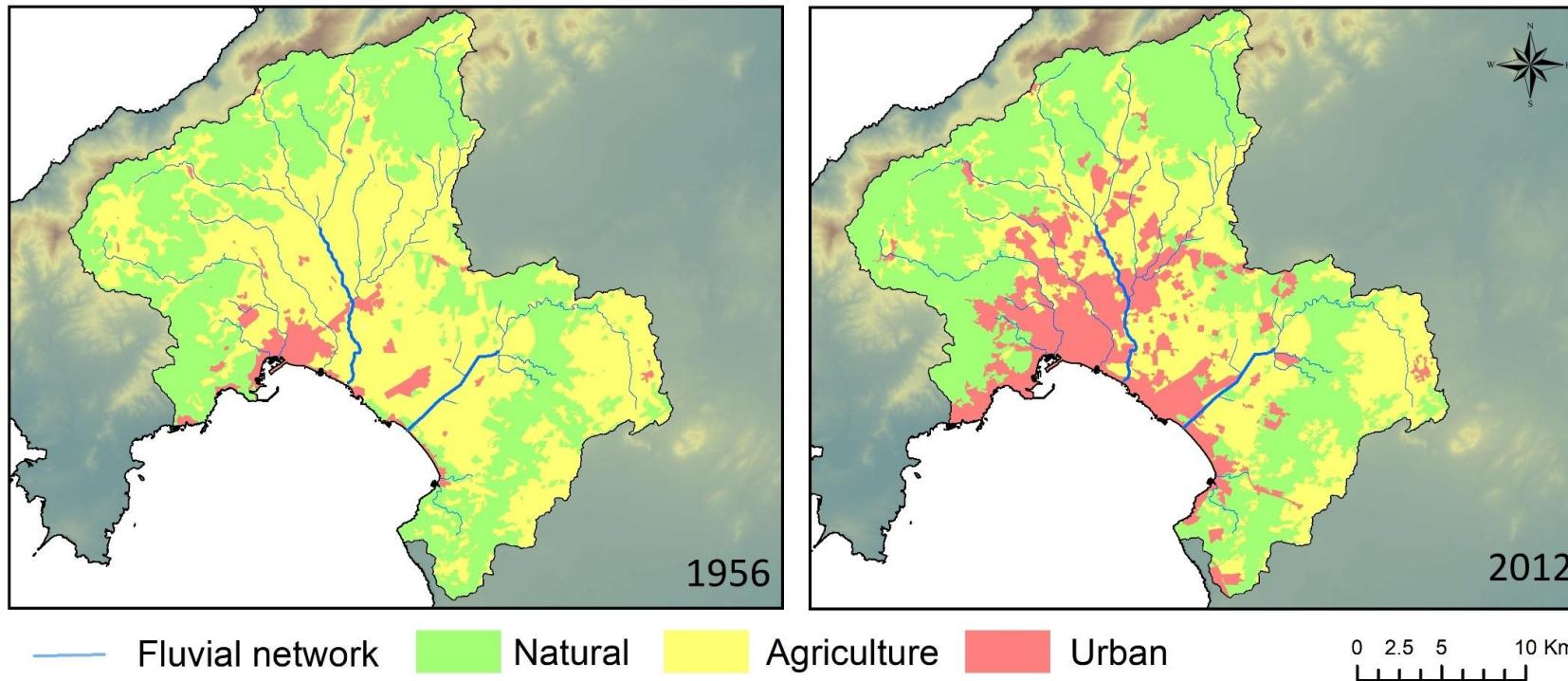
Edificios

91.085 (16%)

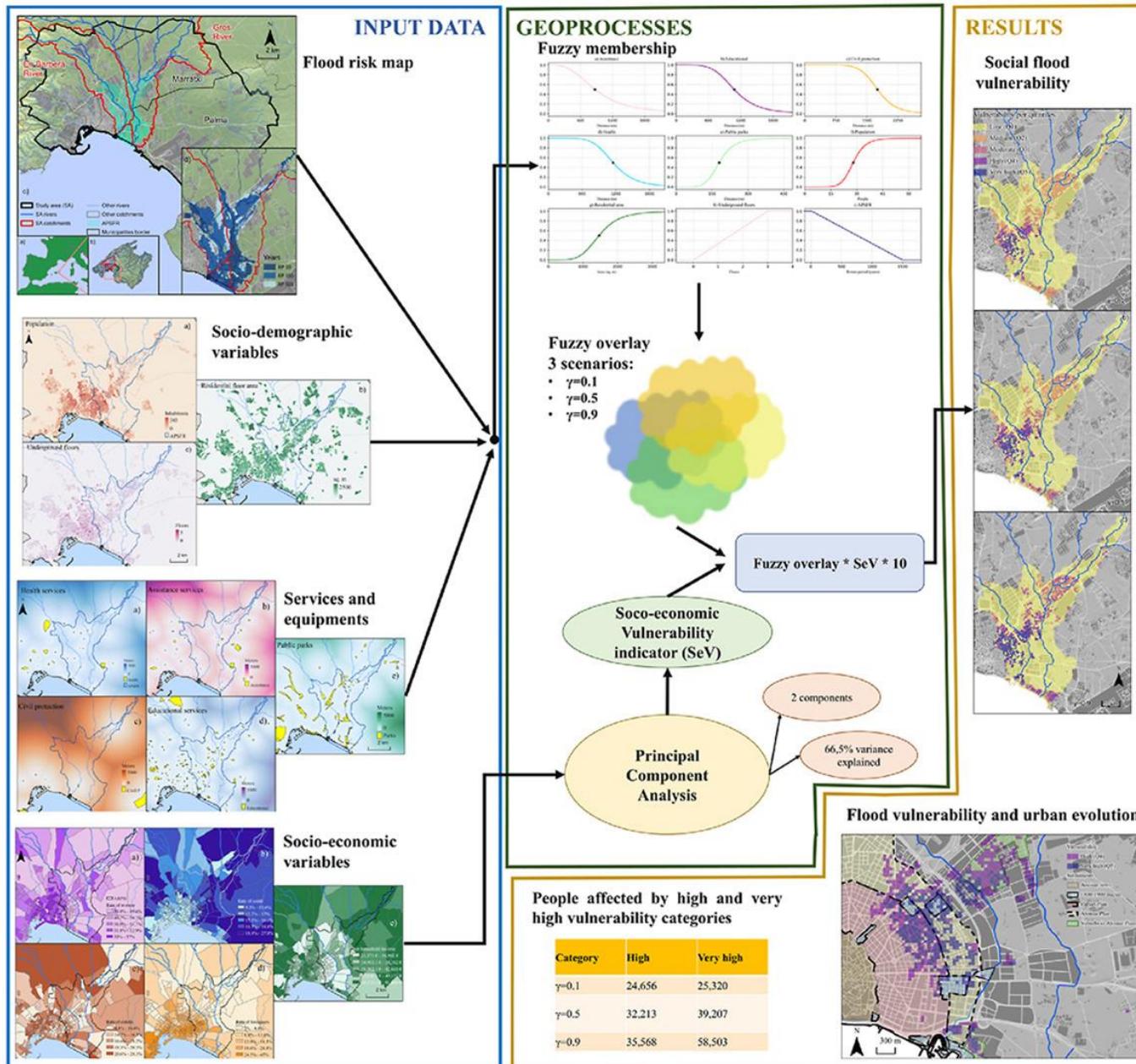
Palma-Marratxí
Habitantes

165.000 (35,6%)

Incremento exponencial de zonas inundables por expansión urbana



Año	Zonas inundables (ha)
1956	7
1973	23
1995	179
2000	195
2012	292



Moragues A, Estrany J, Ruiz-Pérez M 2025. Assessment of social vulnerability to floods based on fuzzy logic in a Mediterranean dense urban area: Palma, Mallorca, Spain. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 105594.

•Gran parte de la población expuesta: Un 35,62% de los habitantes de Palma y Marratxí (164.991 personas) podrían verse afectadas por inundaciones en los cursos fluviales principales.

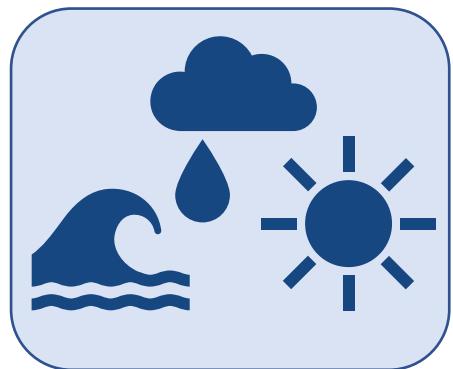
•Áreas más vulnerables: Los barrios del este de Palma con más presencia de población inmigrante y bajos ingresos son los más vulnerables, i en ellos se concentran muchos servicios esenciales (escuelas, centros sanitarios, parque de bomberos).

•Focalización en la vulnerabilidad social: El estudio no analiza la probabilidad de inundación, sino la capacidad de la sociedad para afrontar recuperarse, teniendo en cuenta factores socioeconómicos, culturales e institucionales.

03

Observatori de Riscos Naturals i Emergències de les Illes Balears - RiscBal





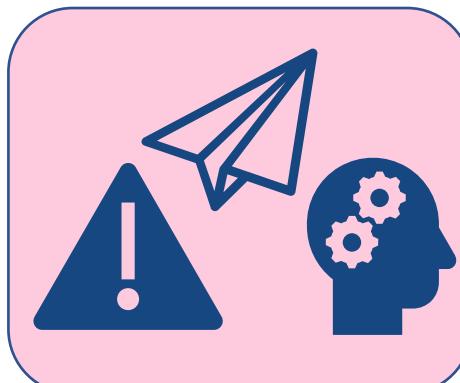
RiscBal – Control

Predicción a corto plazo de riesgos naturales

Actuación frente a peligros en tiempo real

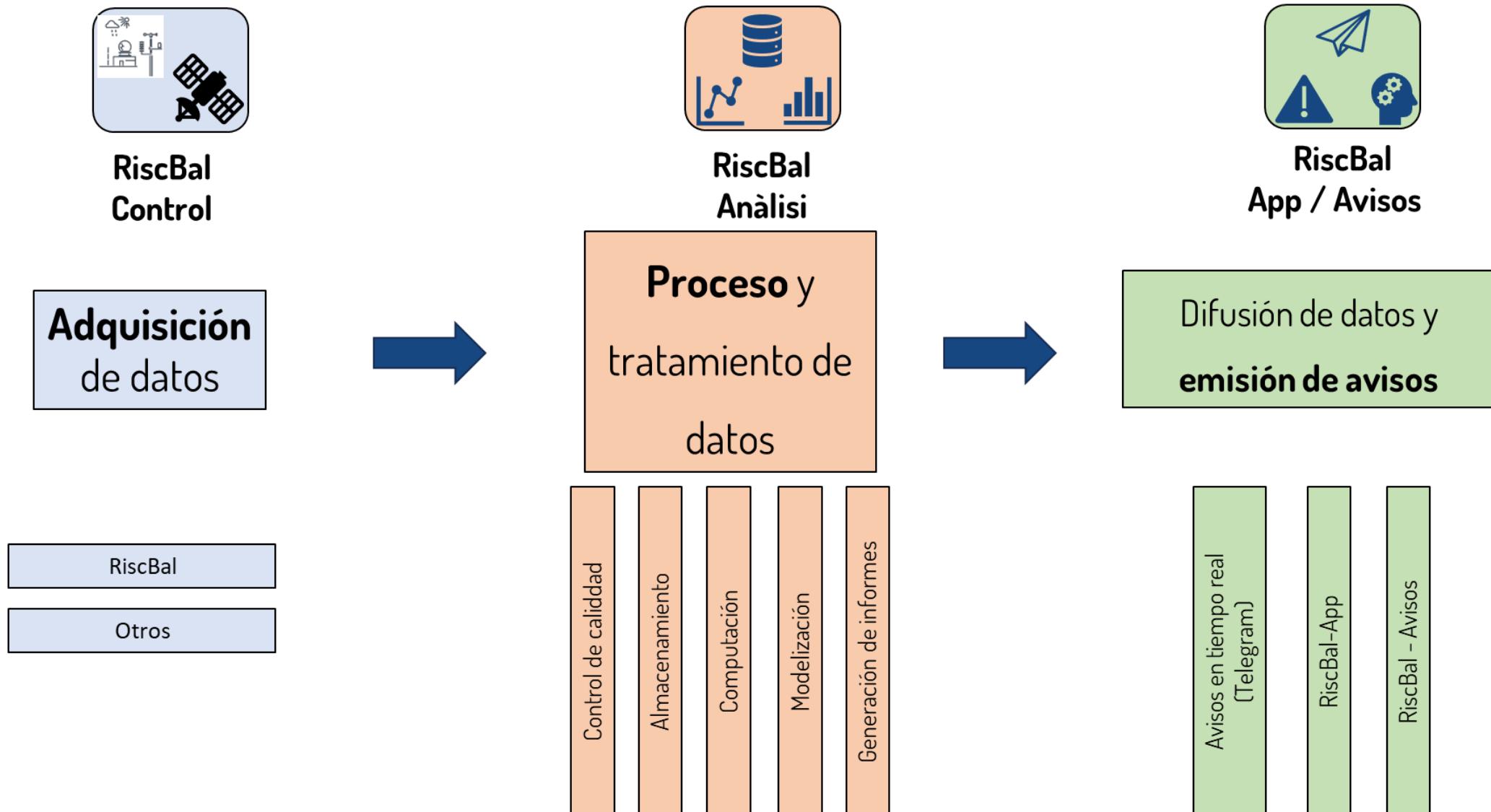
- Avisar a los servicios de emergencias
- Avisar a la población

Salvar vidas y evitar daños al máximo



RiscBal – Avisos

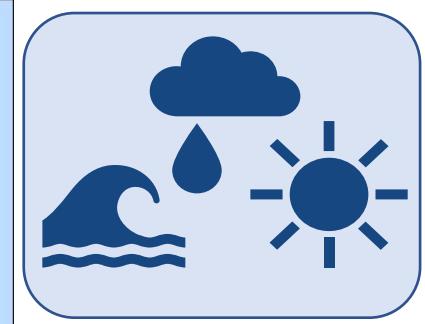
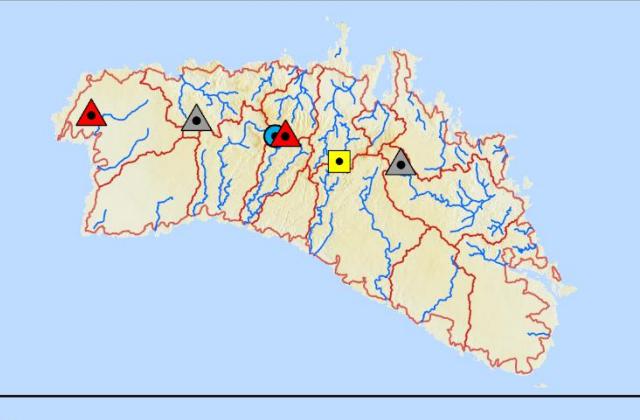
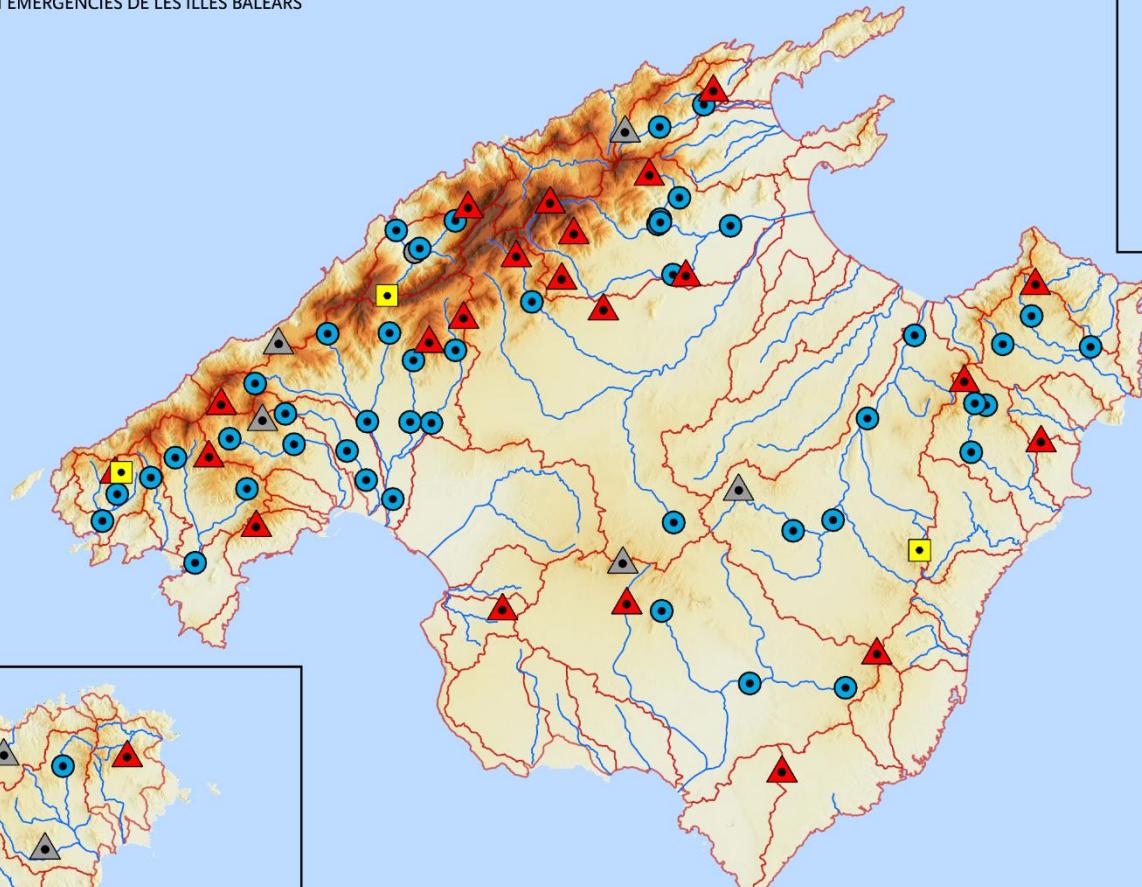
Flujo continuo de información en RiscBal → sistemática d obtención, procesado y difusión de datos





RiscBal

OBSERVATORI DE RISCOS NATURALS
I EMERGÈNCIES DE LES ILLES BALEARS



RiscBal – Control

95 estaciones propias

Núm.	Tipos	Frec.
58	Hidrométricas	5 min
37	Meteorológicas	10 min

Estacions de la xarxa RiscBal

- RiscBal–Hidromètrica
- ▲ RiscBal–Meteorològica
- RiscBal–Hidrometeorològica

Estacions previstes 2024

- Hidromètrica
- ▲ Meteorològica
- Hidrometeorològica

Conques

0 5 10 15 20 km



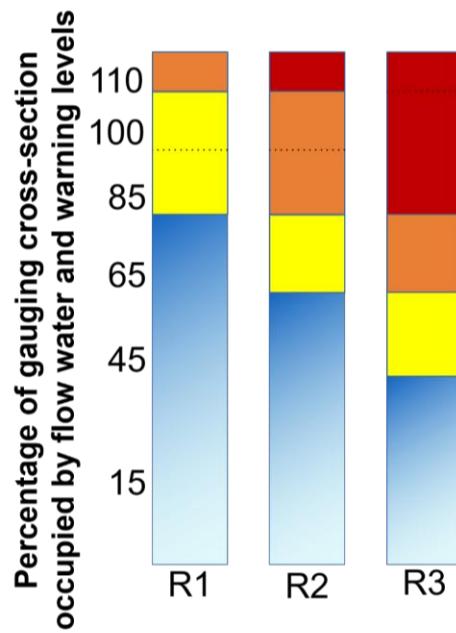
RiscBal-Anàlisi: datos dinámicos y modelización

Diseño y funcionamiento de Sistemas de Alerta Temprana

Protocolo de avisos por inundaciones basado en INUNBAL



RiscBal – Anàlisi



Flood risk classification of hydrometric stations			Number of hydrometric stations
Risk Class	Land uses	Transport network	
R1	Rural area	Rural roads	6
R2	Rural or peri-urban area	High-capacity roads, primary, secondary or rural roads	15
R3	Urban area	High-capacity roads, primary or secondary roads	35

Índice de previsión

Lámina de agua en relación a la máxima ocupación del cauce

Avisos en tiempo real

Desarrollando aviso por incremento repentino del nivel de lámina de agua

RiscBal-Anàlisi: datos dinámicos y modelización

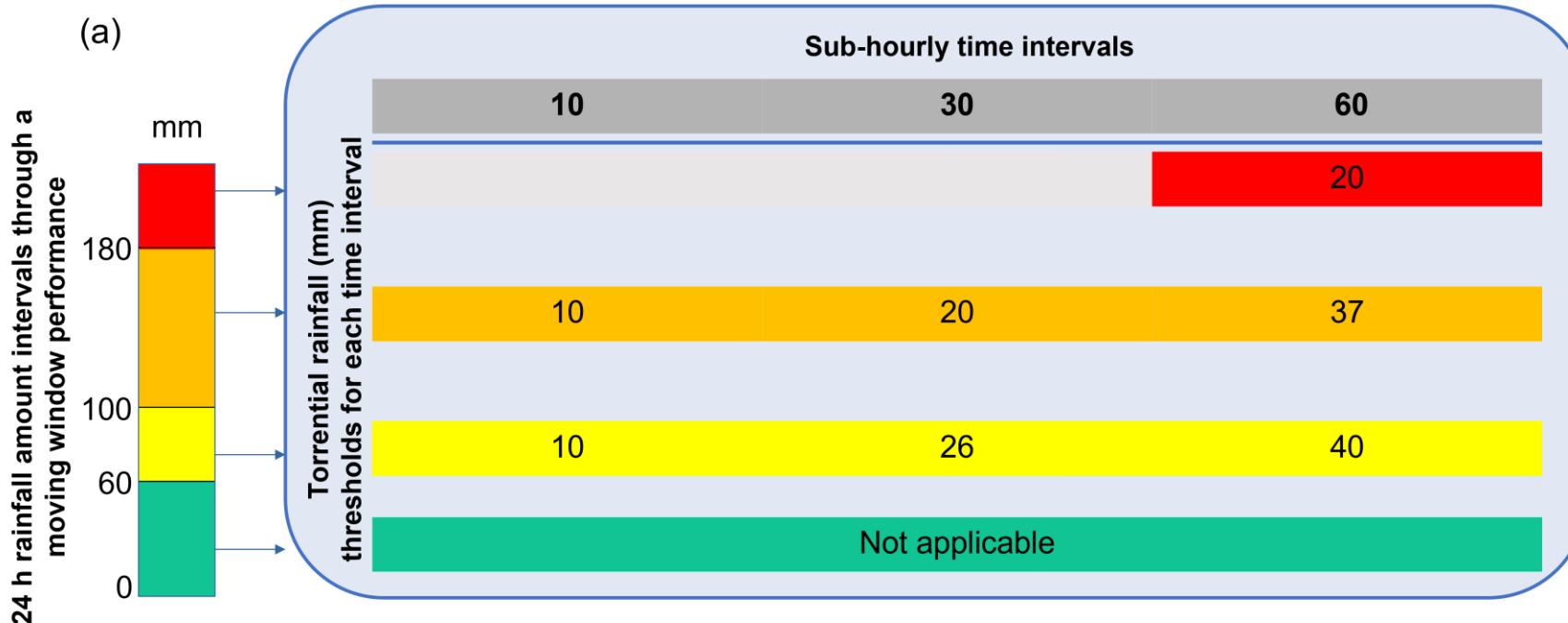
Diseño y funcionamiento de Sistemas de Alerta Temprana

Protocolo de avisos por inundaciones basado en INUNBAL

Umbrales de precipitaciones favorables a generar una respuesta hidrológica con potencial riesgo de inundación. Se combinan dos criterios: Acumulación (24 h) e intensidad (10-minutal y horaria)



RiscBal – Anàlisi



Índice de
previsión

Intensidad y acumulado de
lluvia a partir de estaciones
meteorológicas

Avisos en tiempo real

RiscBal-Anàlisi: datos dinámicos y modelización

Diseño e inicio de funcionamiento de Sistemas de Alerta Temprana

Protocolo de avisos por inundaciones basado en INUNBAL



RiscBal – Anàlisi

Minutos	Acumulado (mm)
10	15
30	30
60	40

Índice de
previsión

Intensidad y acumulado de lluvia para
zonas urbanas e infraestructuras críticas

*En fase de pruebas en canal de Telegram
Interno*

*Vincular con núcleos urbanos,
equipamientos e infraestructuras críticas*

04

RiscBal-Avisos y plataformas de visualización





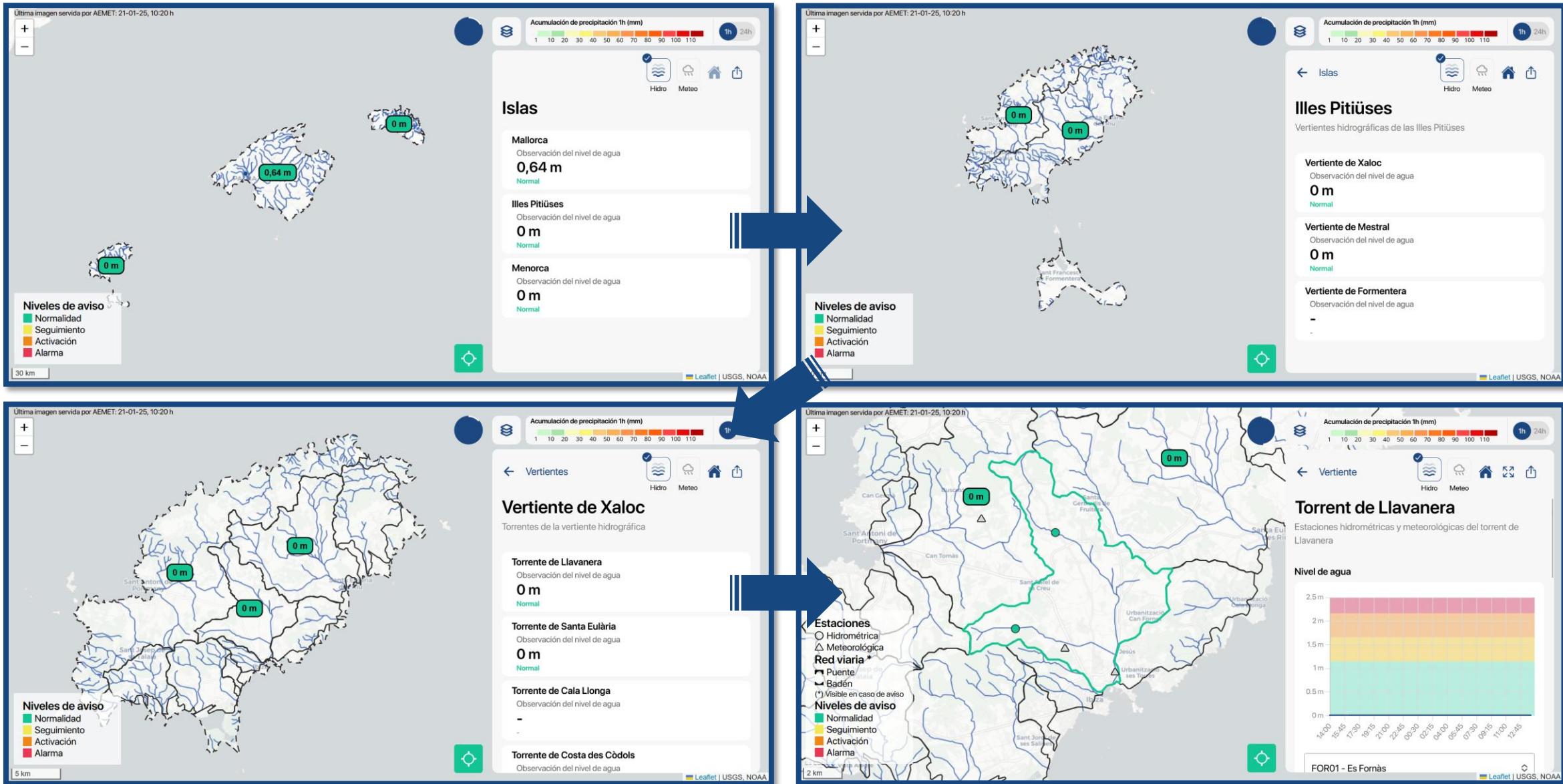
Benvingut,

Ja estàs llest. Mantingues a tots informats sobre el que està succeint per prevenir riscos a la comunitat

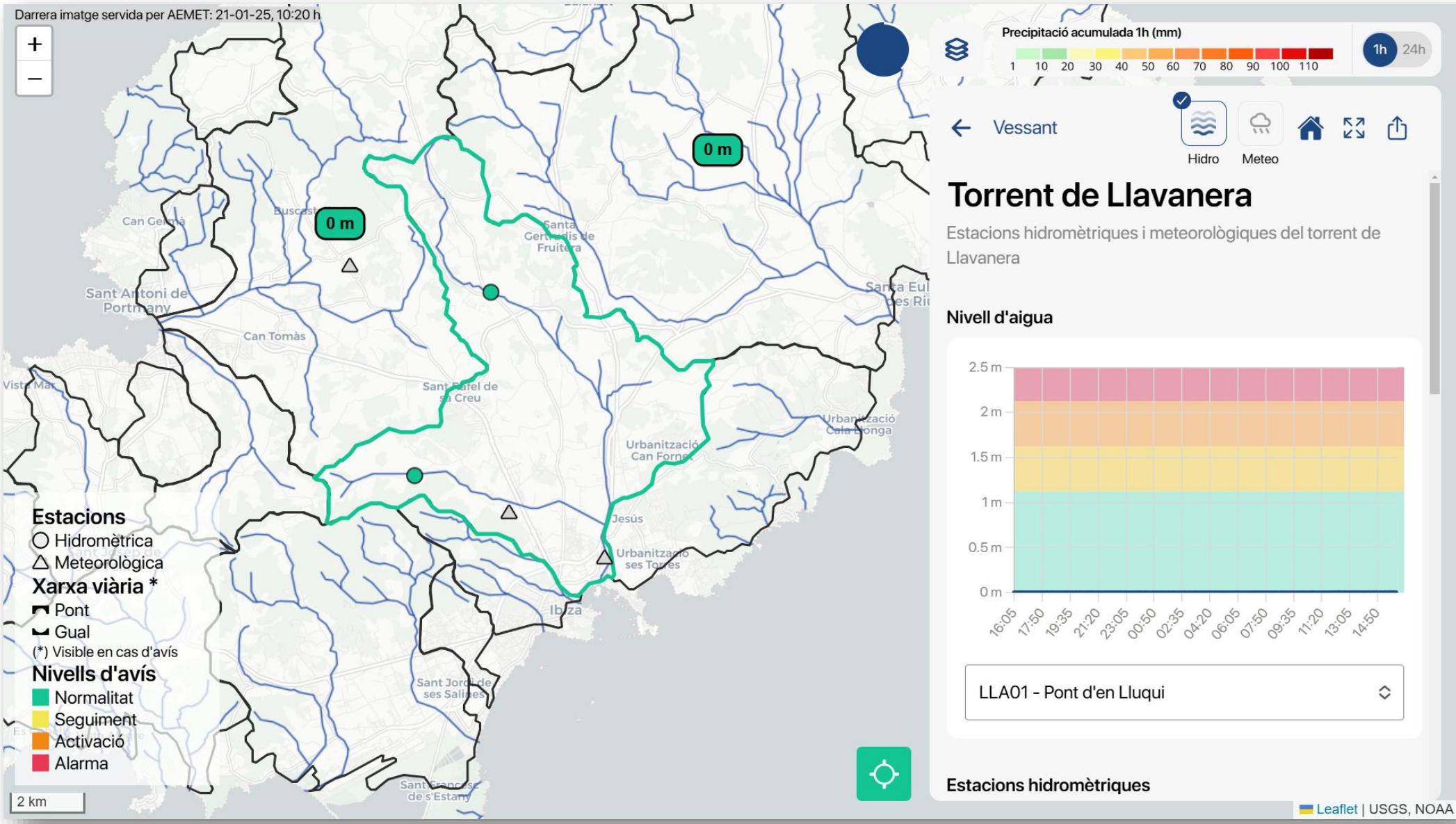
Fet



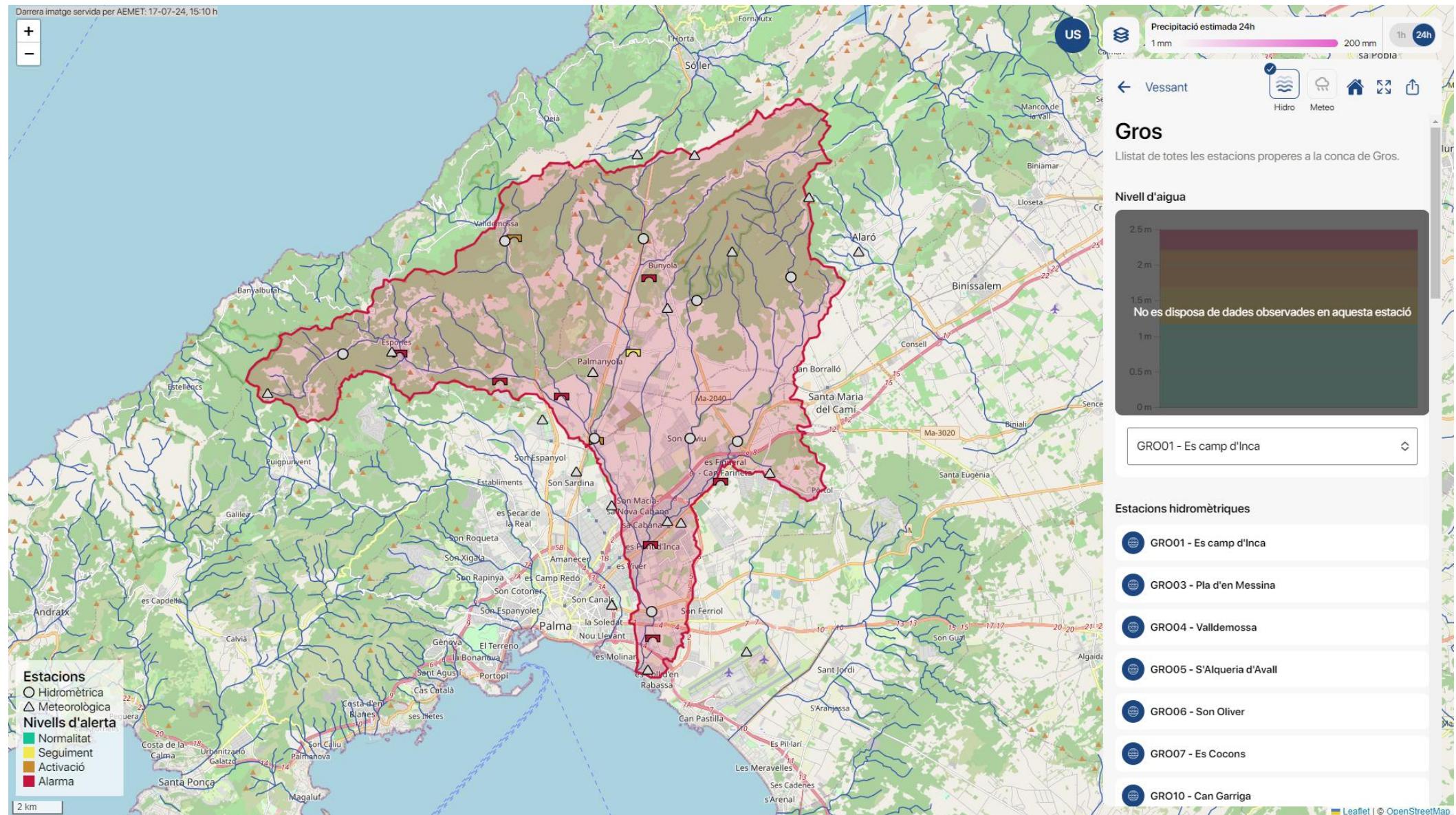
Visor de riesgos – RiscBal App > Navegación



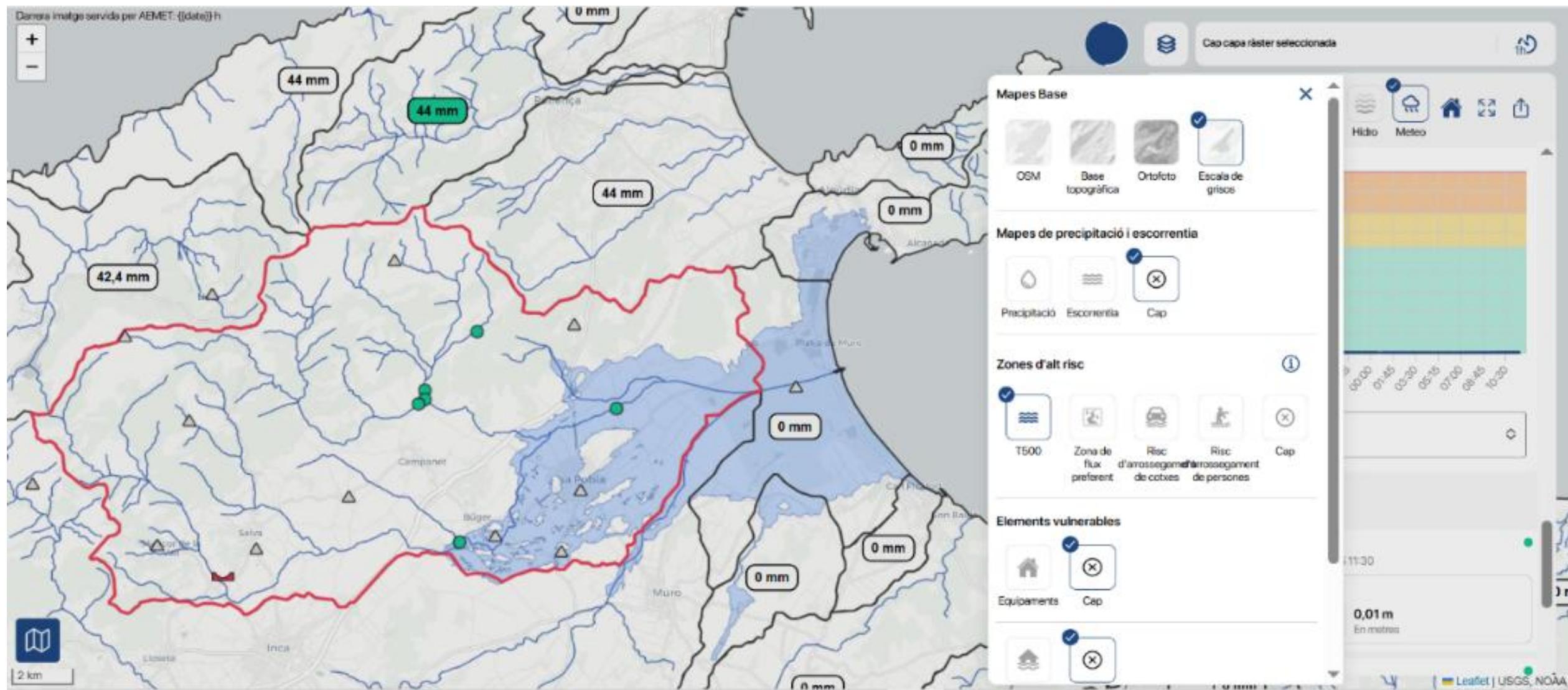
Visor de riesgos – RiscBal App > Escala cuenca



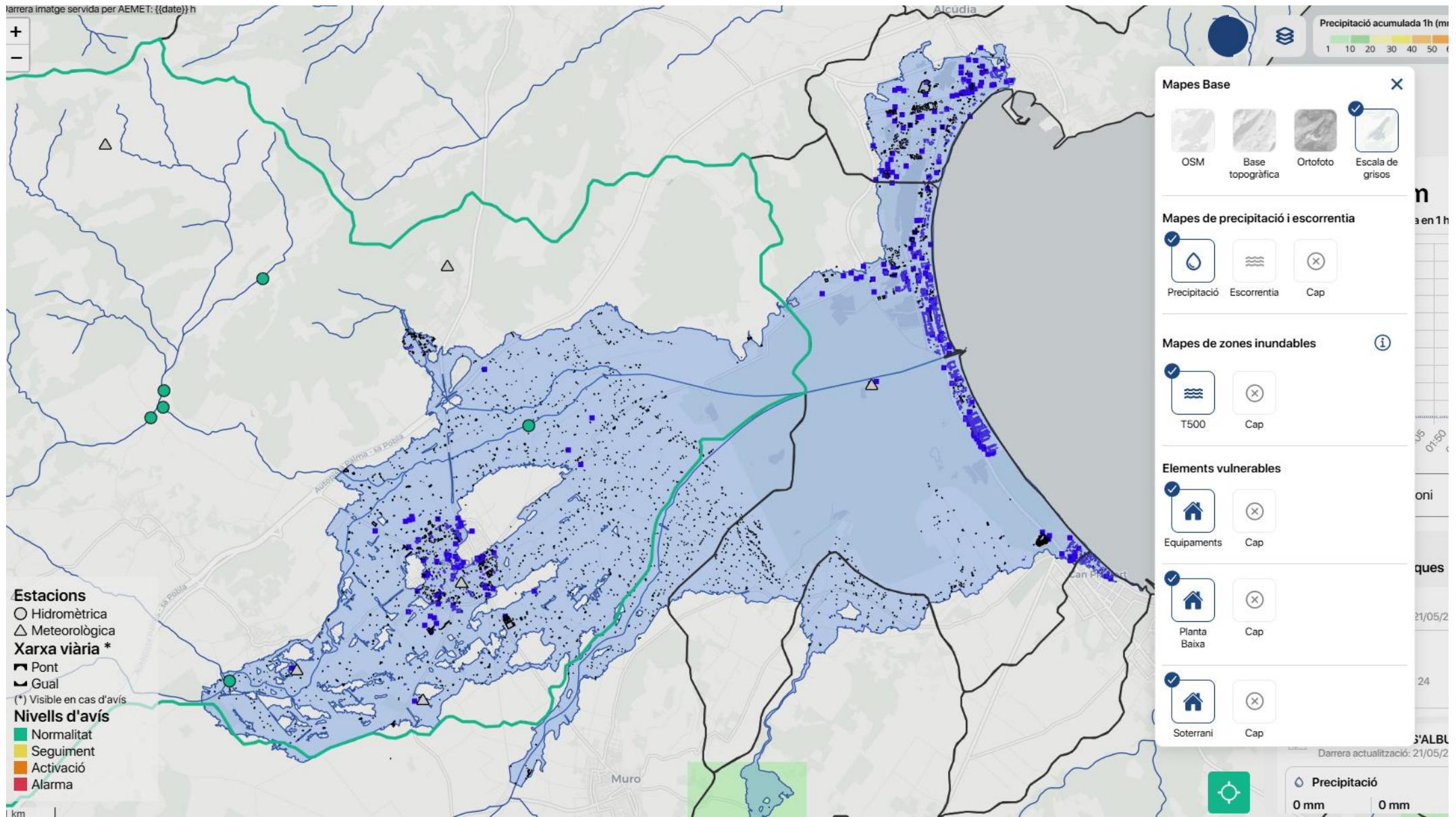
Activación de elementos de riesgo: puentes



Zona inundable para período de retorno de 500 años



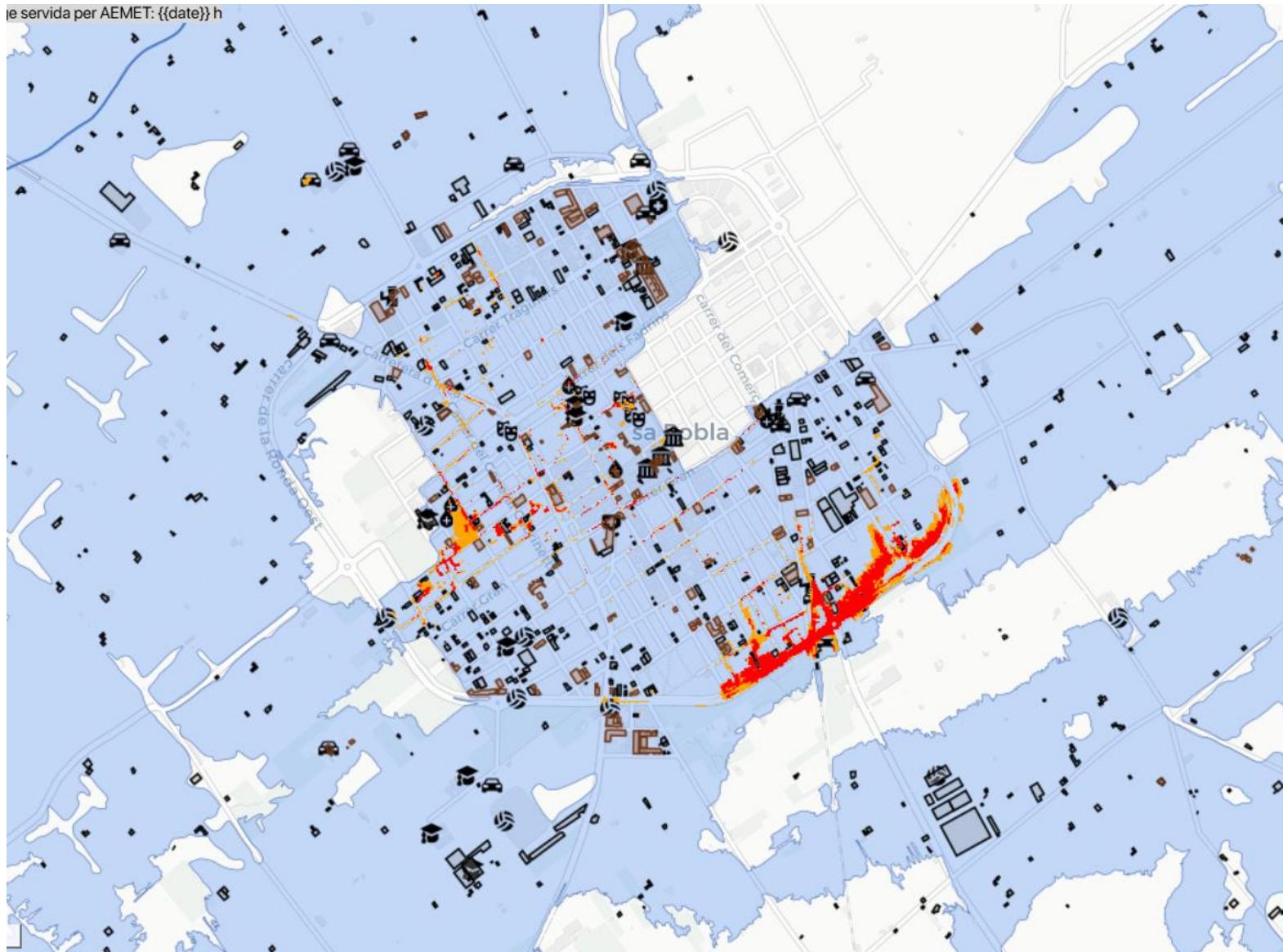
Activación de elementos vulnerables



Riesgo de arrastre de peatones, calculado a partir del calado y velocidad para un período de retorno de 500 años



Activación de elementos vulnerables



Zones inundables						
 T10	 T100	 T500	 Zona de flux preferent	 Cap		
<hr/>						
Risc d'arrossegament						
 Vehicles	 Vianants	 Cap				
<hr/>						
Elements vulnerables						
 Equipaments	 Cap					
 Planta Baixa	 Cap					
 Soterrani	 Cap					



Integración multirriesgo en la aplicación

Incendios

Movimientos gravitacionales

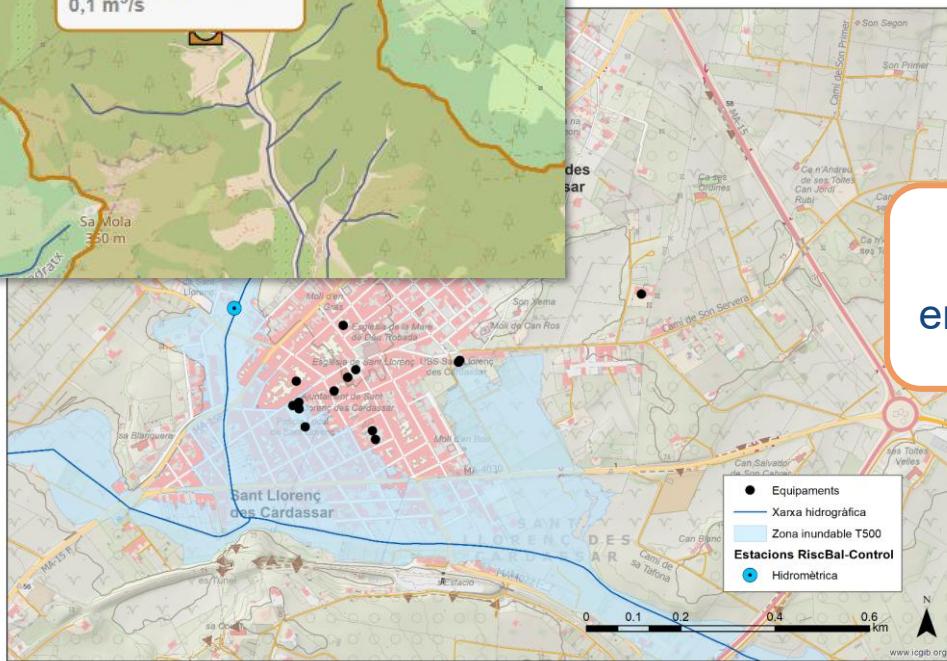
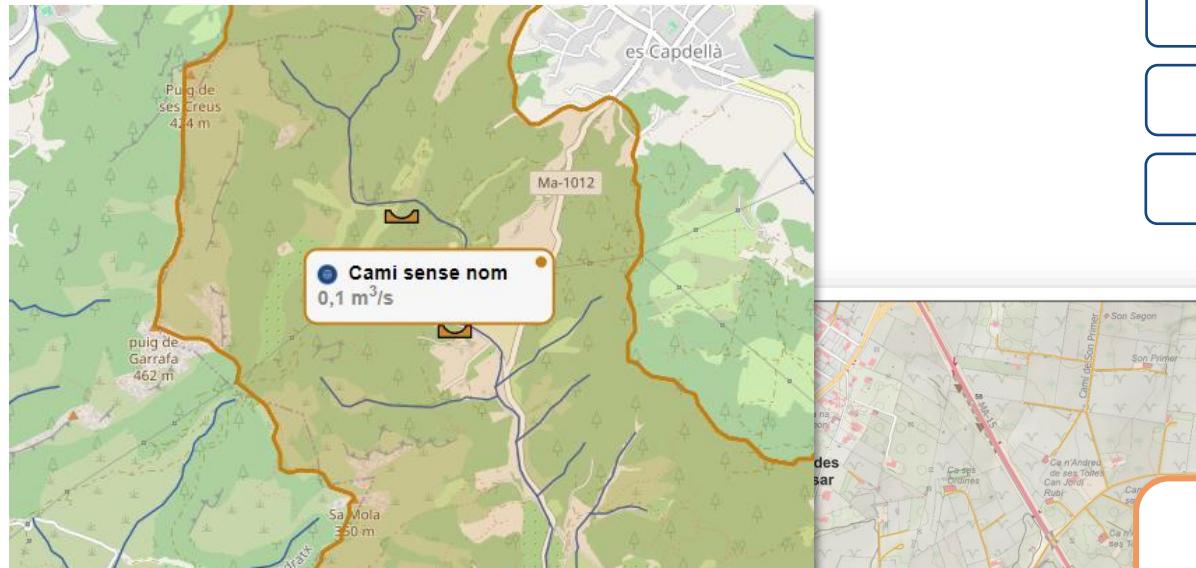
Climáticos



Datos observados en tiempo real

Datos de teledetección

Datos de modelización



Activación de elementos vulnerables
en zonas de riesgo a escala parcela catastral



RiscBal

OBSERVATORI DE RISQUES NATURALS
I EMERGENCIES DE LES ILLES BALEARS

Conclusiones



Enfoque Integral

La gestión del riesgo debe combinar ciencia, tecnología y participación social para ser efectiva.

Innovación y Colaboración

Sistemas innovadores como RiscBal reducen vulnerabilidades y salvan vidas mediante colaboración.

Integración de Datos y Protocolos

Datos dinámicos y protocolos claros son clave para enfrentar eventos extremos en islas mediterráneas.

Gracias por su atención

Mail: riscbal@uib.cat
Web: riscbal.uib.cat
Xarxes: @RiscBal



Servei d'observació, anàlisi, modelització, sensorització i recollida d'informació científicotècnica de riscos naturals i emergències de les illes Balears (MEPRO 2023 5340) i del conveni de col·laboració entre l'Administració de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears, la Fundació Universitat-Empresa de les Illes Balears i la Universitat de les Illes Balears per a la transformació i el desenvolupament de la xarxa d'estacions hidromètriques, finançats per la Direcció General d'Emergències i Interior de la Conselleria de Presidència i Administracions Públiques del Govern de les Illes Balears.

Ecogeomorphic modelling in Mediterranean catchments: connectivity thresholds at multiple scales for land degradation assessment - MEDhyCON-3 (PID2021-123707OB-I00), Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Estatal de Investigación (MCIN/AEI/10.13039/501100011033/) y European Regional Development Fund (ERDF) "A way to build Europe".

Evaluación de la vulnerabilidad a peligros naturales en la isla de Mallorca – VULNERISLAND PID2022-142704OB-I00, Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Estatal de Investigación.

Integral flood risk management in small Mediterranean catchments: monitoring and protocols development for building resilient territories - INFLOODMED (TED2021-129834B-I00), Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Co-Creative Improved Understanding and Awareness of Multi-Hazard Risks for Disaster Resilient Society – C2IMPRESS (No 101074004) finançat pel programa europeu HORIZON.



Govern de les Illes Balears

