



IHCantabria

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

I+D+i para un desarrollo sostenible

Análisis de inundaciones usando generación sintética y aprendizaje máquina

Manuel del Jesus, Salvador Navas

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

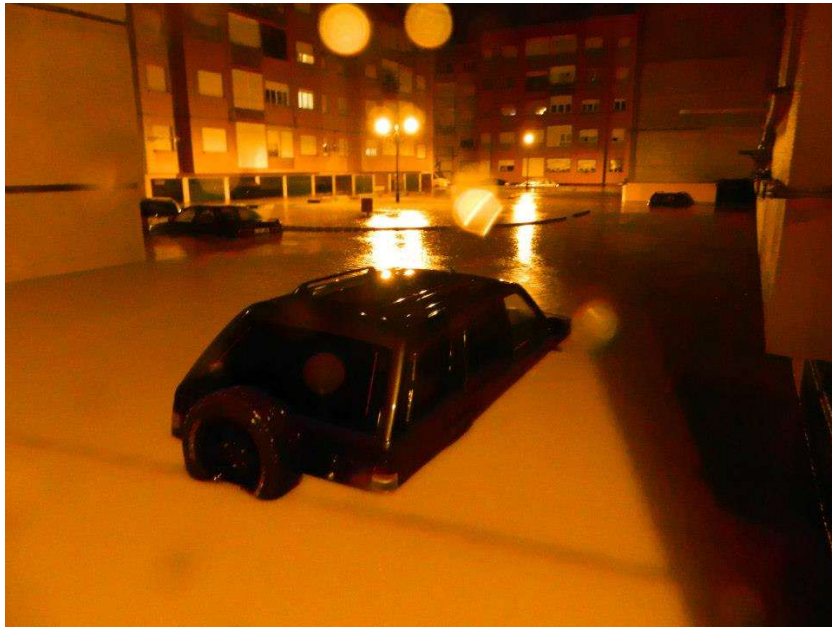
MINISTERIO
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA
Y COMPETITIVIDAD



AGENCIA
ESTATAL DE
INVESTIGACIÓN



Motivación







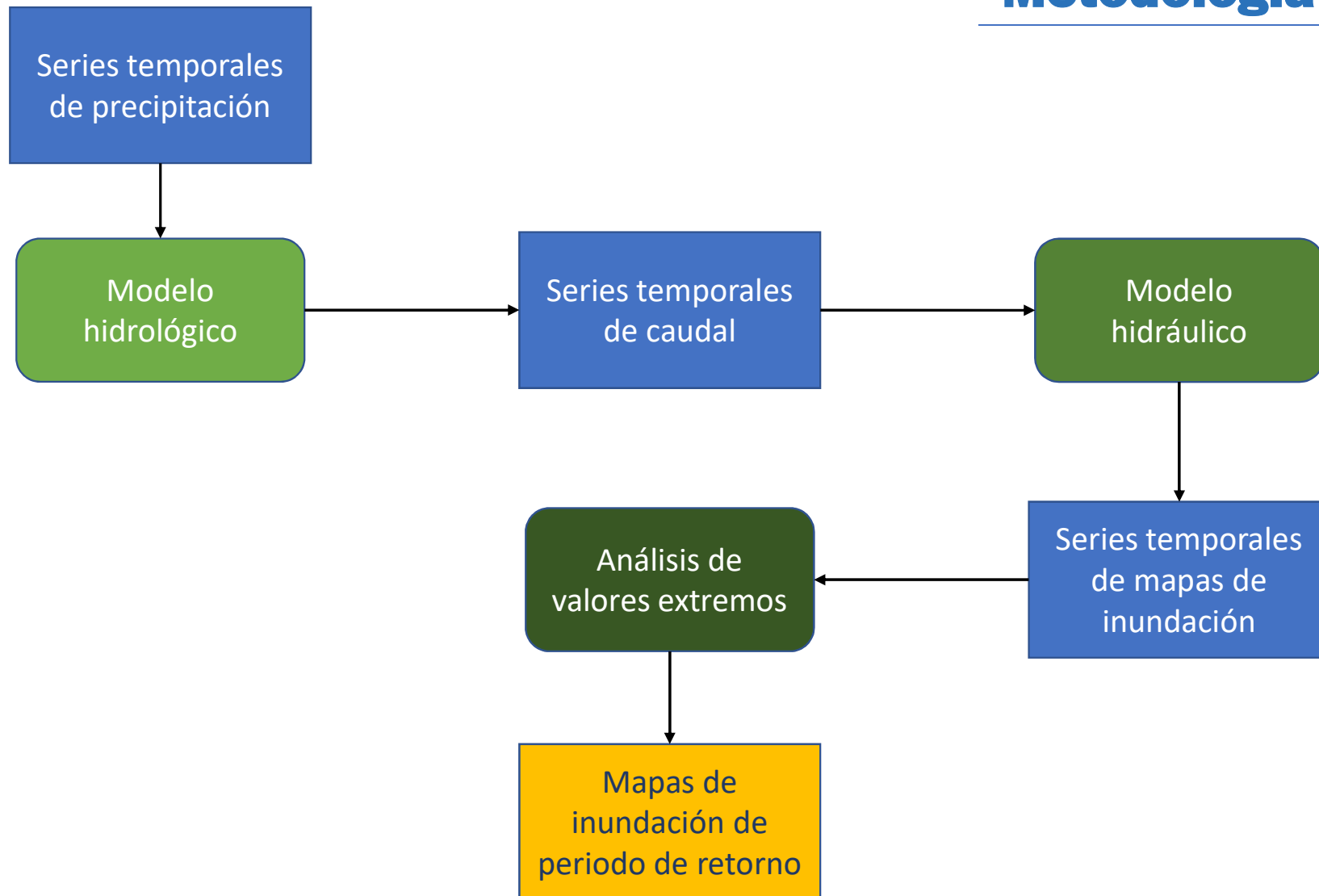
Motivación

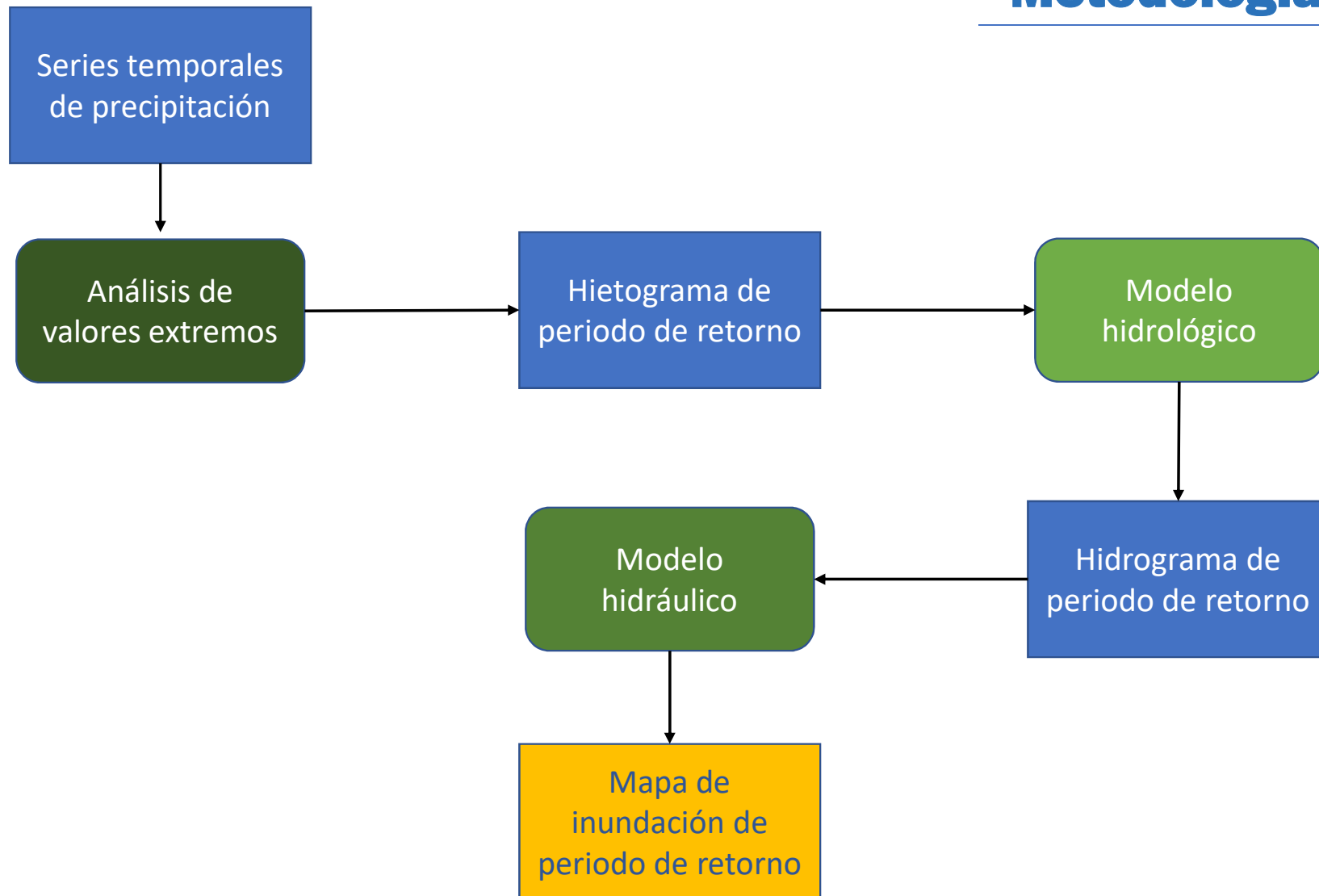




¿Cómo estudiar la inundación?

Metodología deseada





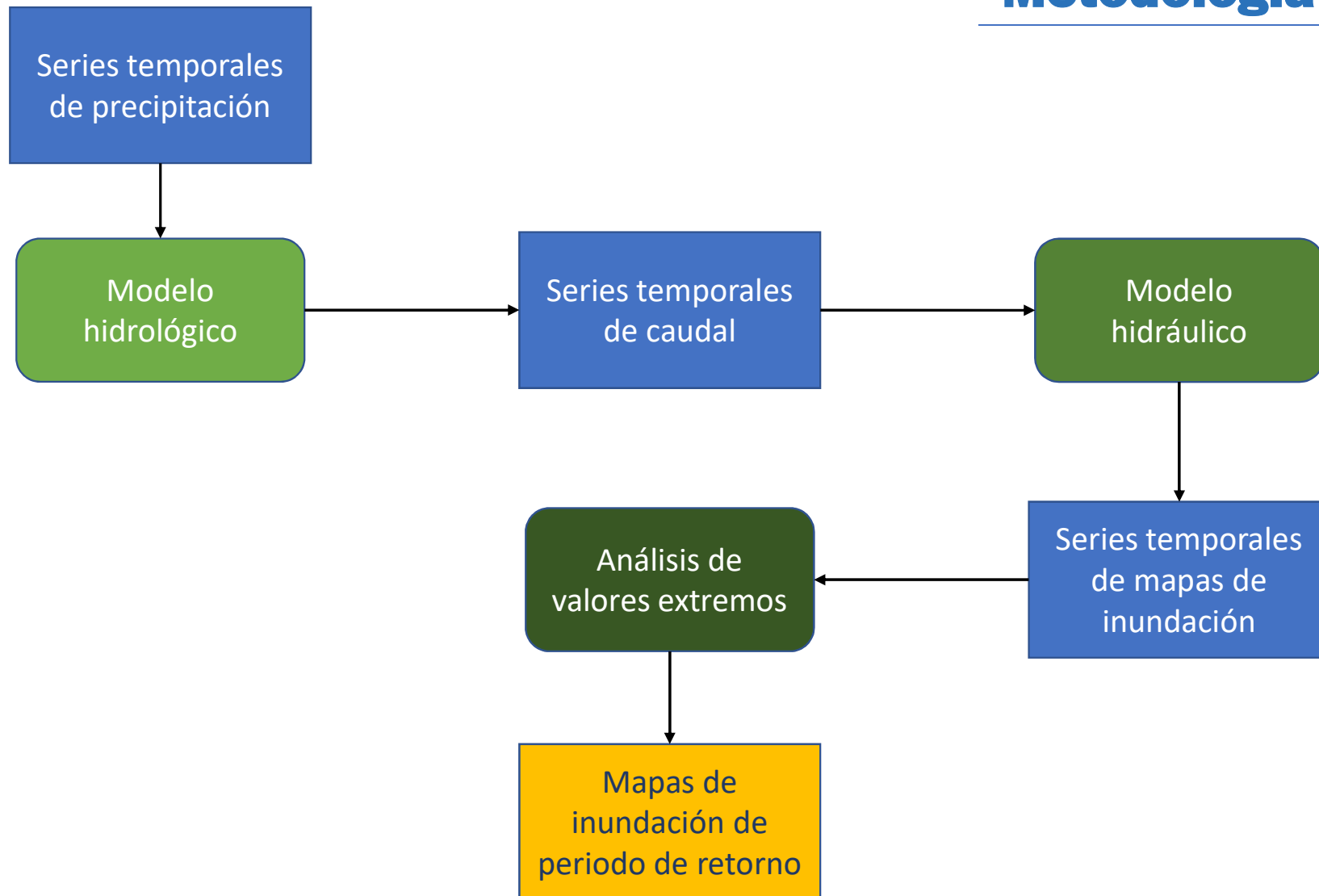


¿Es la inundación generada por un evento de un periodo de retorno concreto un buen estimador de la inundación de ese mismo periodo de retorno?

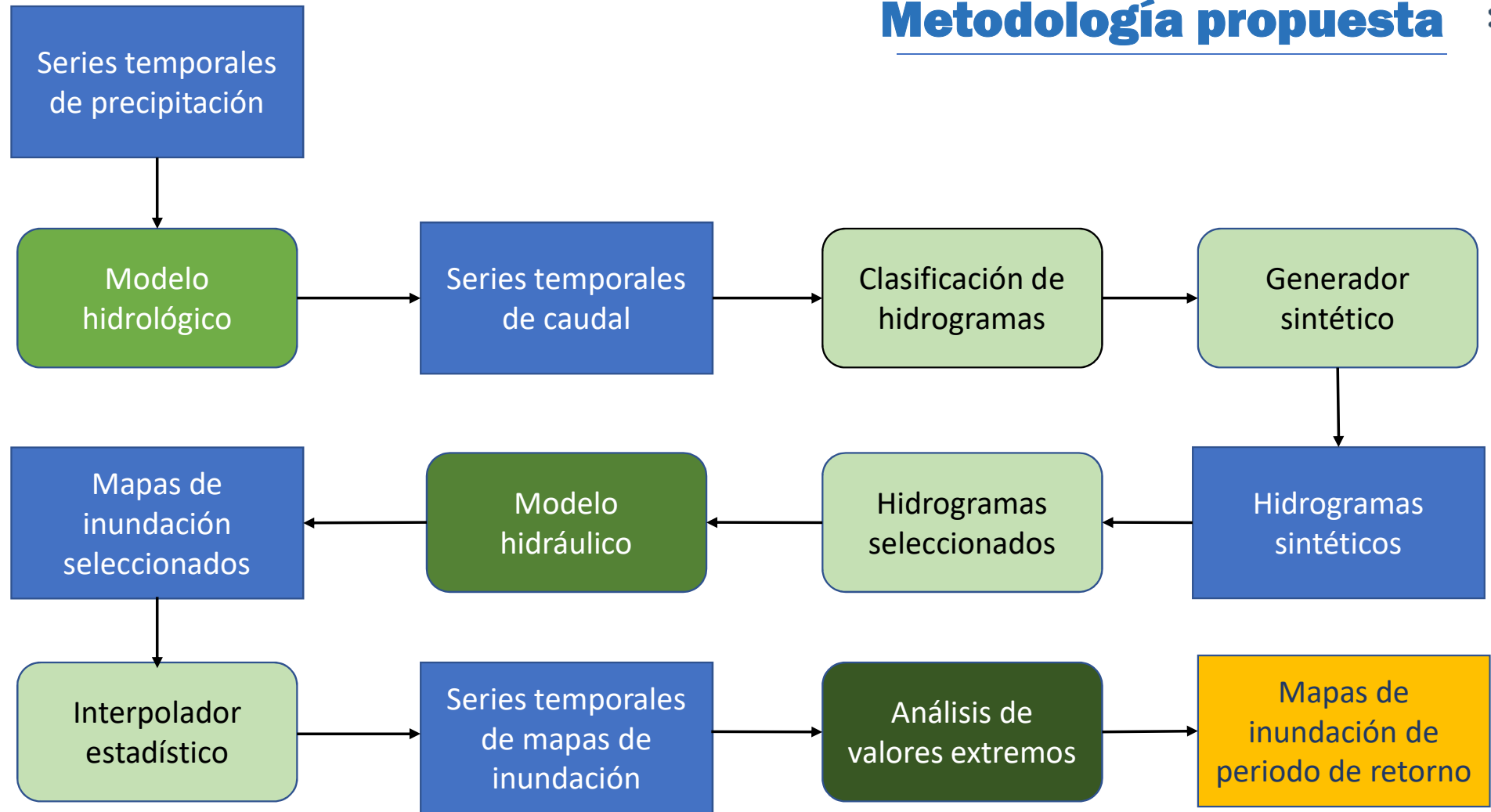


Metodología

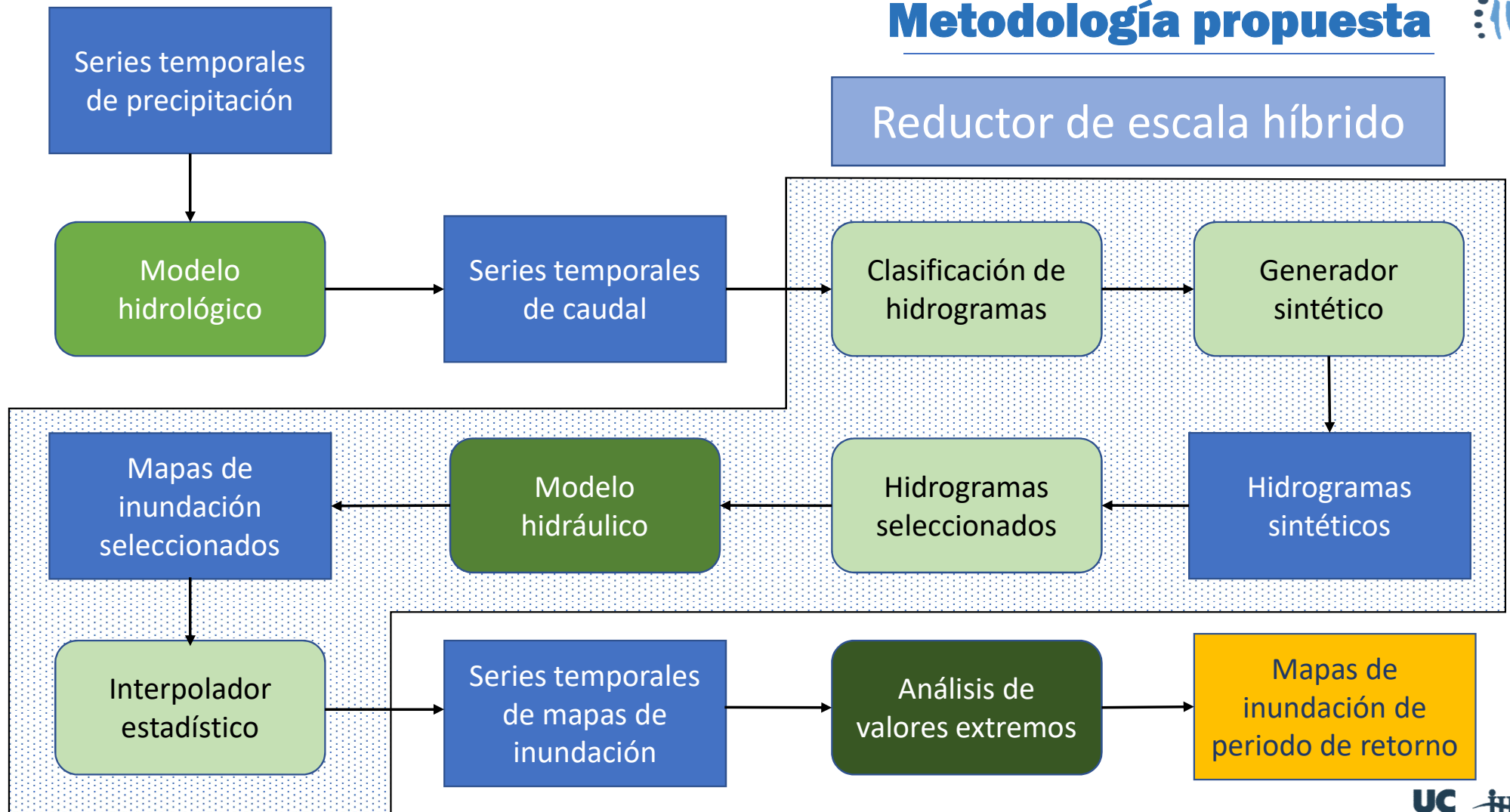
Metodología deseada



Metodología propuesta



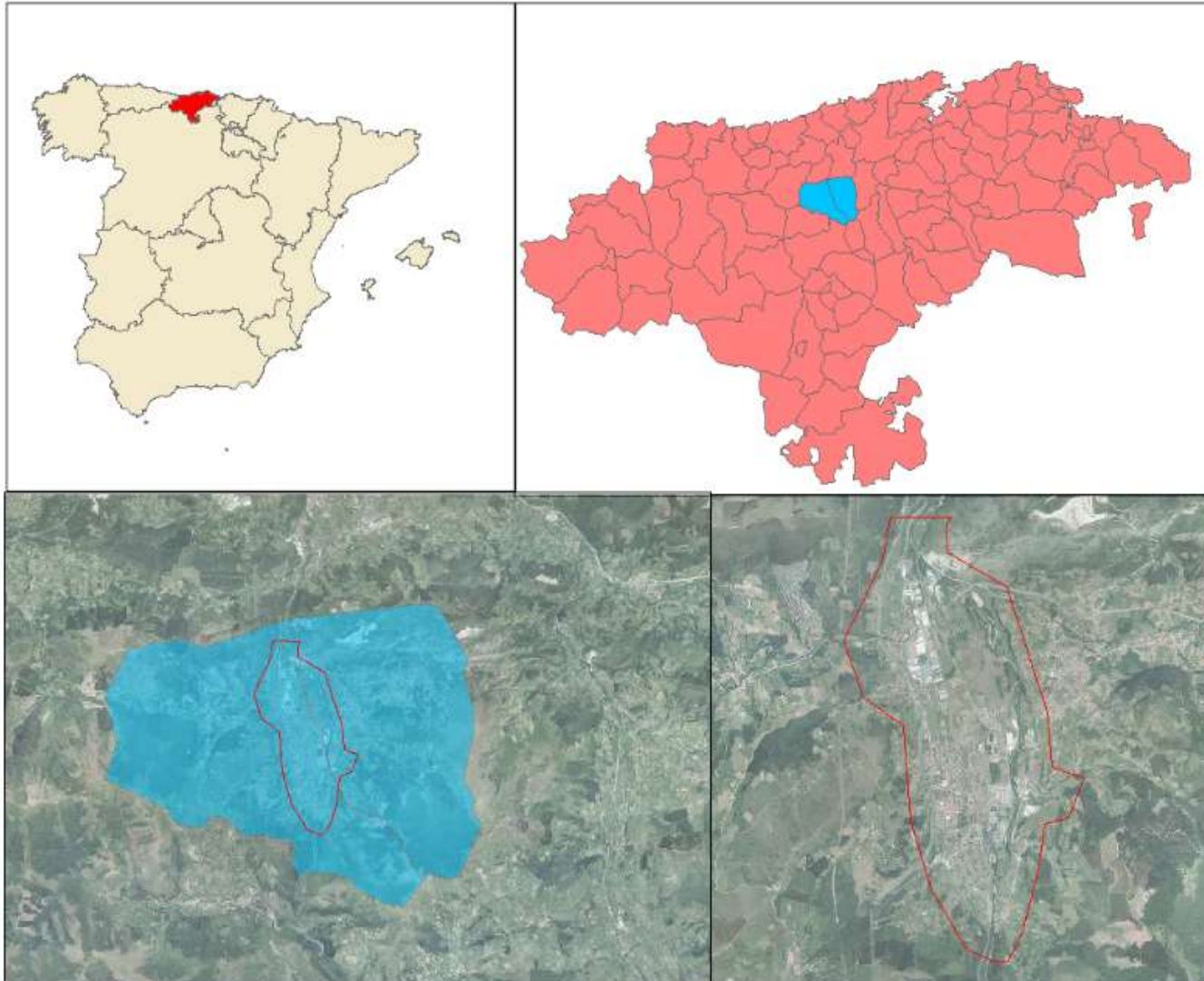
Metodología propuesta





Casos de estudio

Caso de estudio



Los Corrales de
Buelna
Cantabria, España

500 Km² de cuenca

10 Km² de zona
urbana

Caso de estudio



San Llorenç des Cardassar
Mallorca, España

40 Km² de cuenca

2 Km² de zona urbana



Resultados

Mapas de inundación



Inundación de 10 años



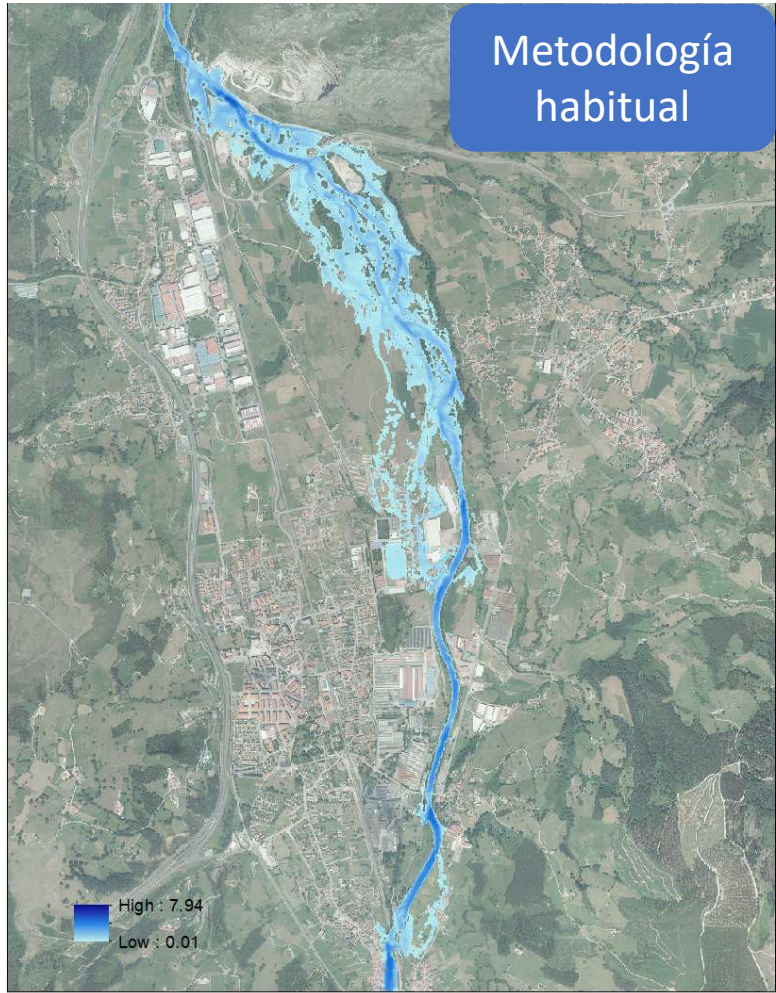
Inundación de 10 años



Mapas de inundación



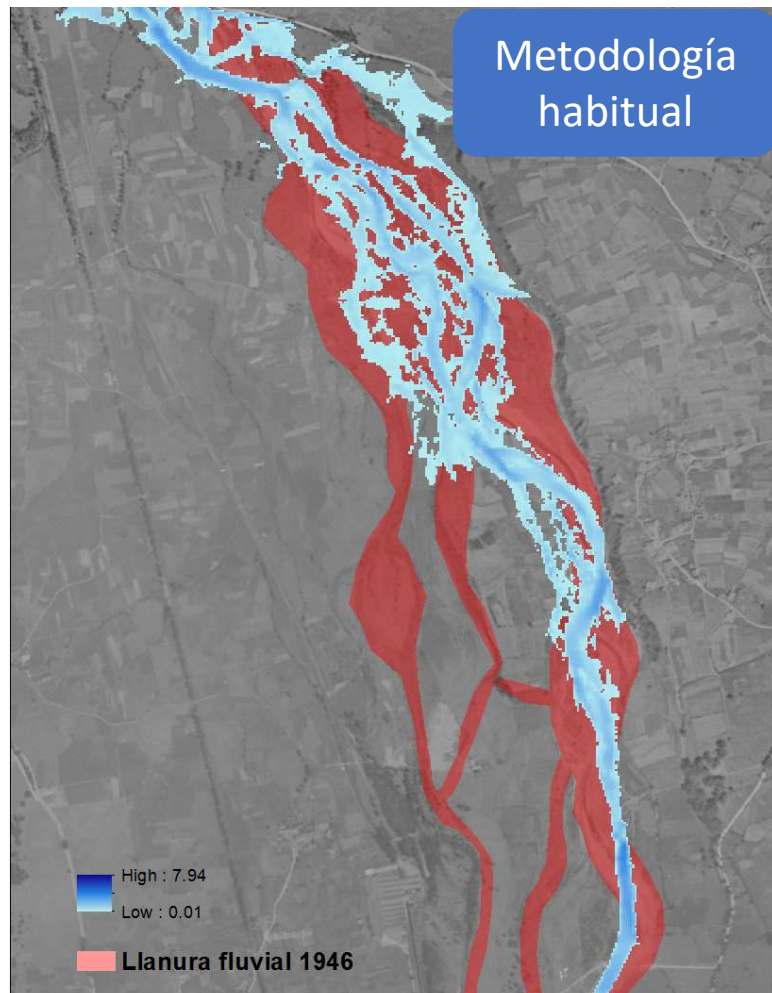
Inundación de 500 años



Inundación de 10 años



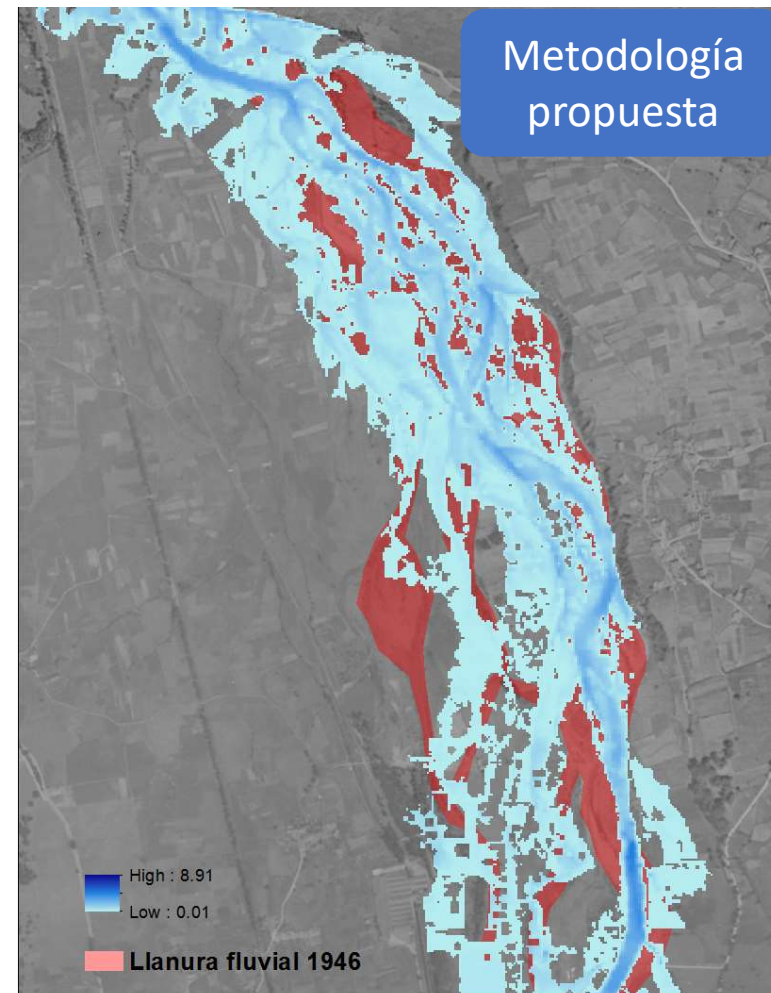
Inundación de 10 años



Validación de la inundación



Inundación de 10 años



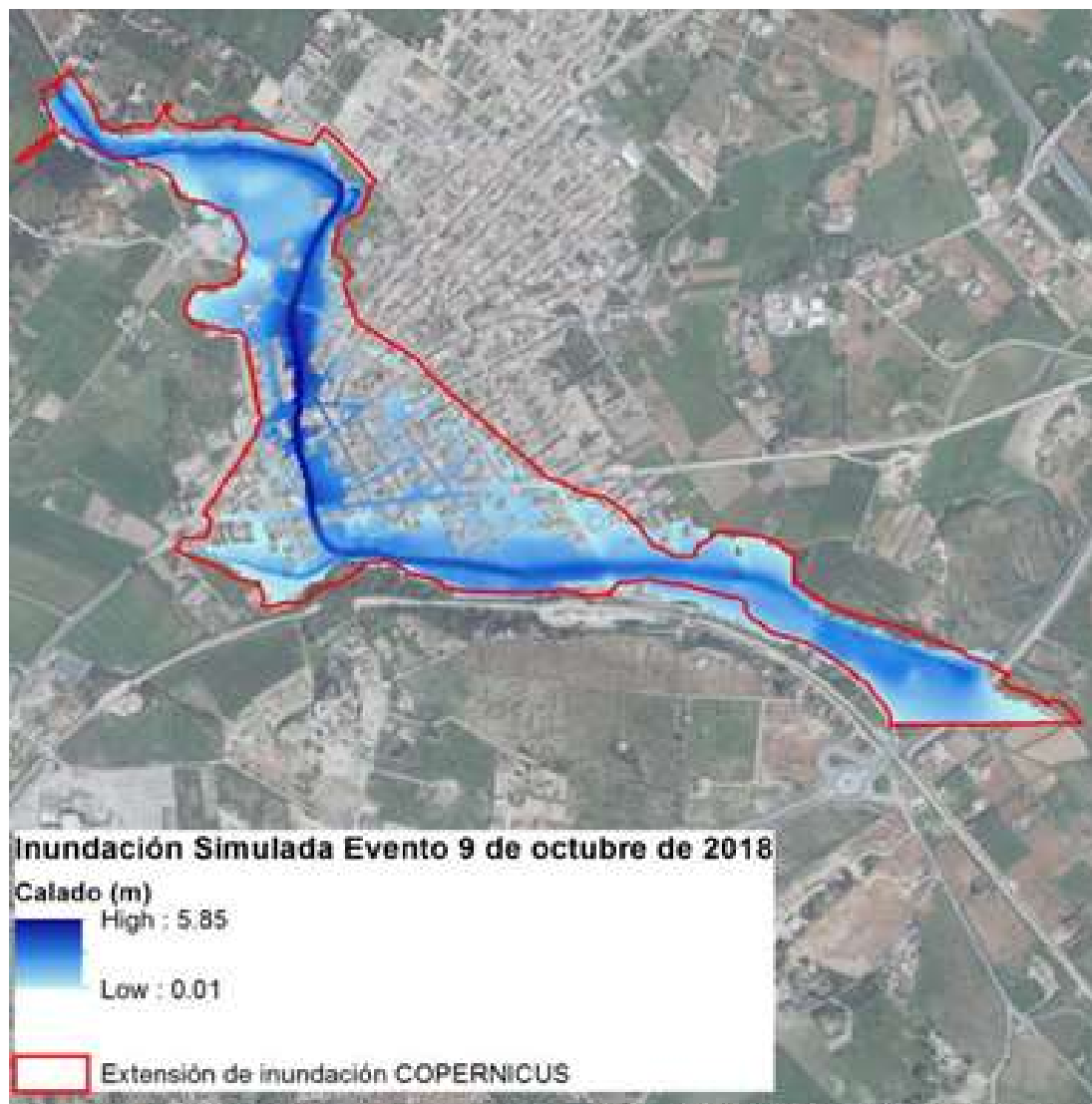
Inundación de 100 años



Mapas de inundación



Inundación de 100 años



Validación de la inundación





Conclusiones

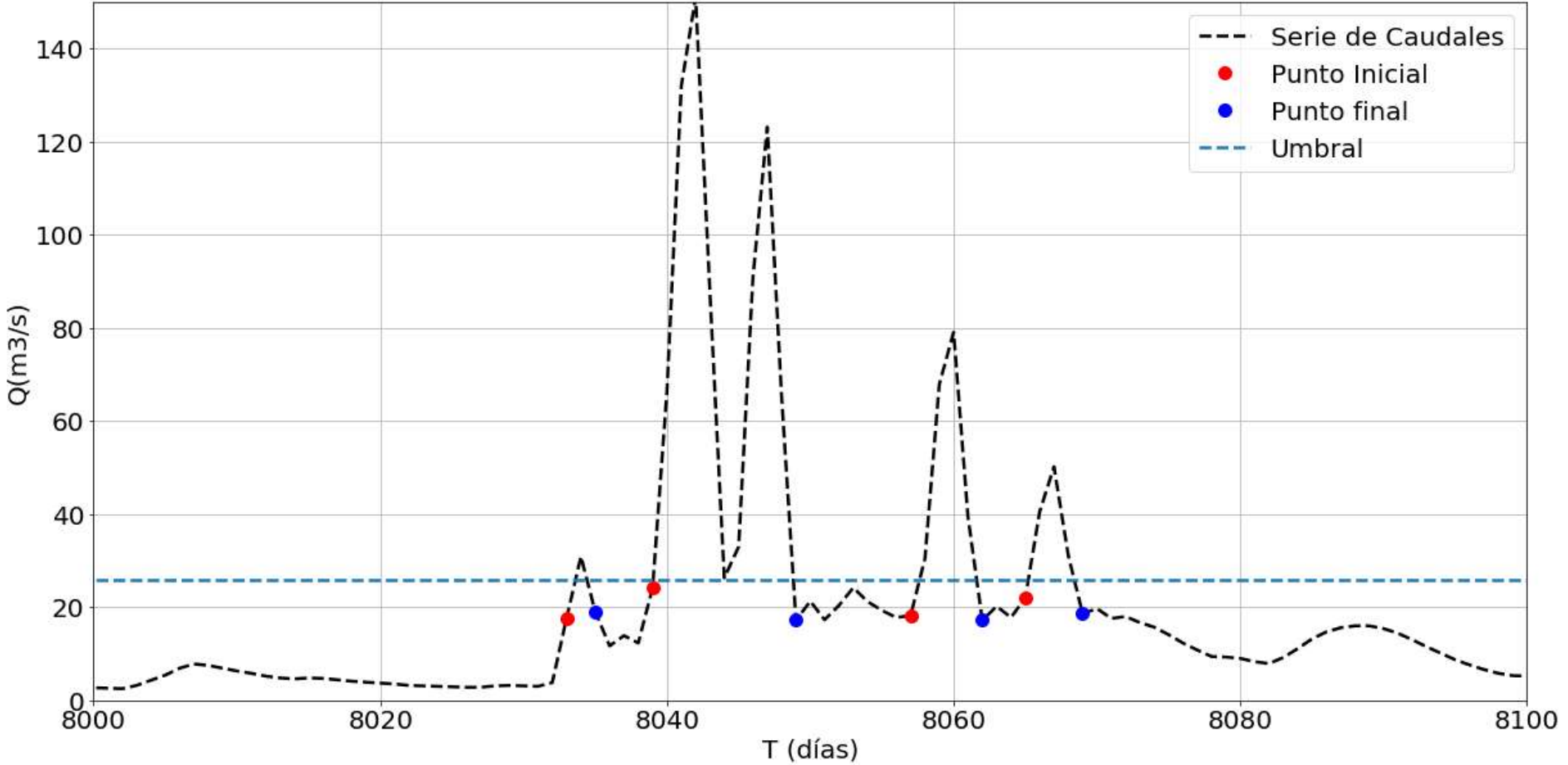


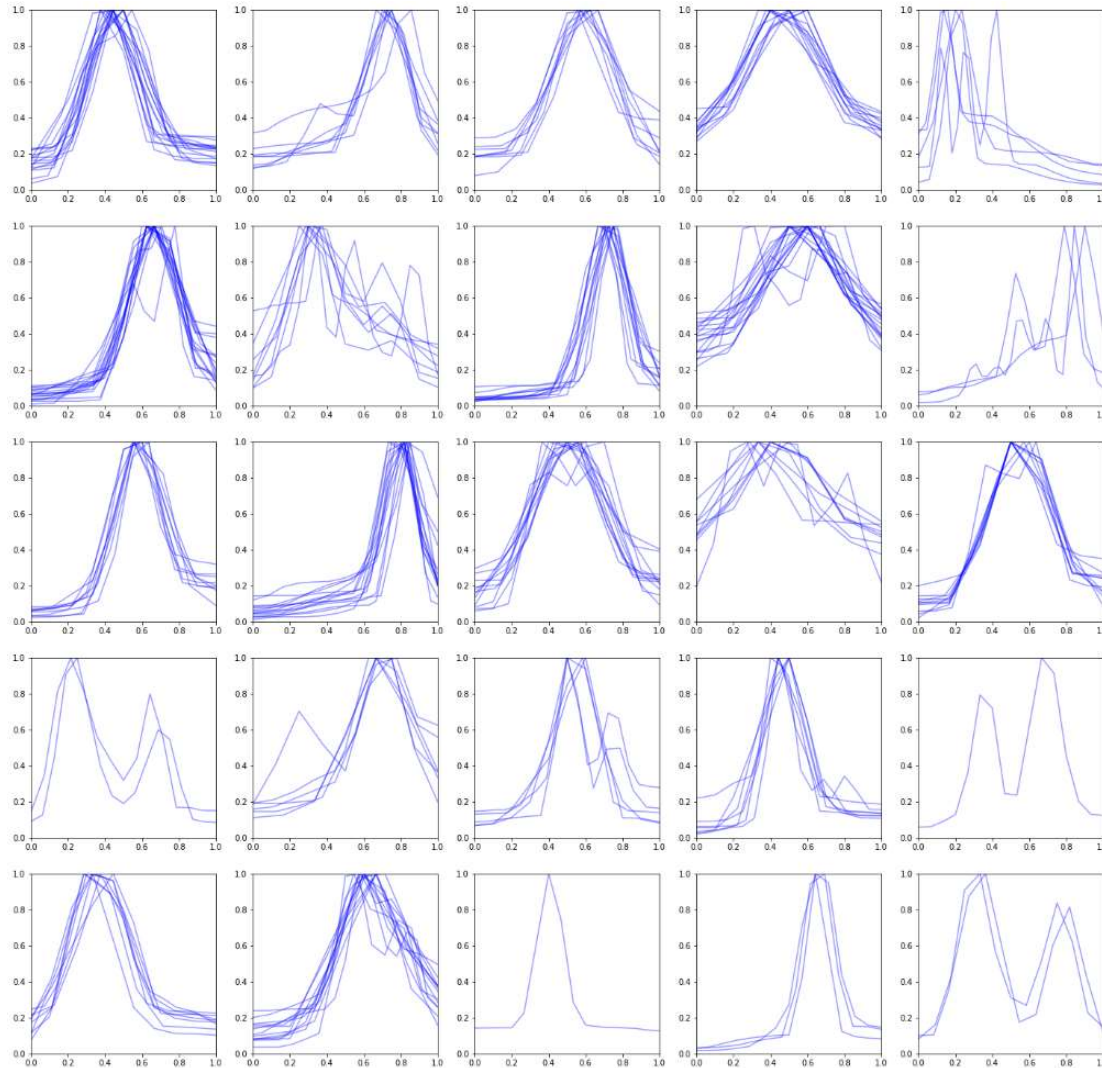
- La inundación inducida por un evento de precipitación de un periodo de retorno dado no parece un buen estimador de la inundación con ese mismo periodo de retorno.
- La inundación de un determinado periodo de retorno puede no ser realizable por un único evento de inundación, surge como la composición de múltiples eventos.
- La generación sintética permite explorar mejor el espacio de los extremos y eliminar algunas de las limitaciones introducidas por la longitud de la series.
- La reducción de escala híbrida, que combina simulación numérica e interpolación estadística, reduce el esfuerzo computacional de una mejor aproximación a la estimación de periodos de retorno de la inundación.



Metodología: detalle

Separación de eventos





Clasificación de eventos



Normalización de
hidrogramas

Q_{med} , Q_{max} , Duration

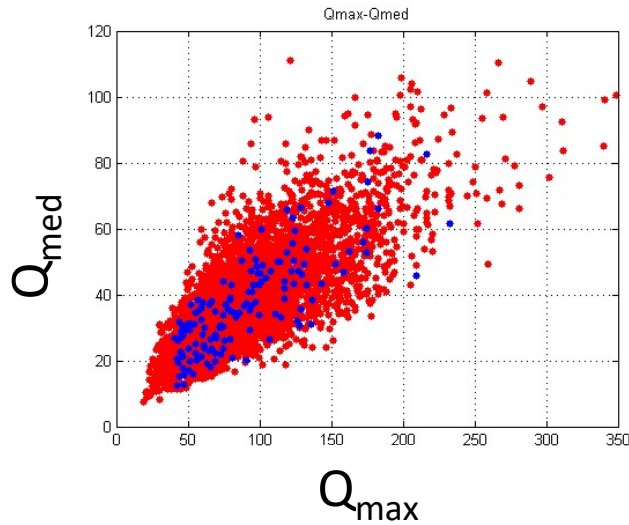


Reducción de
dimensionalidad
PCA



Clasificación
K-medias

Generador estocástico de eventos

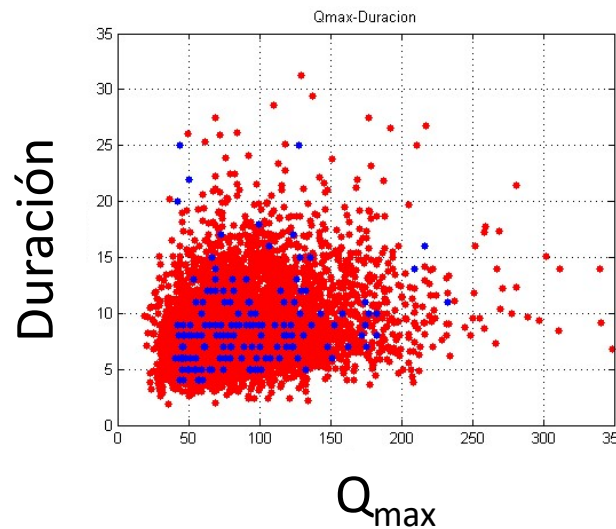
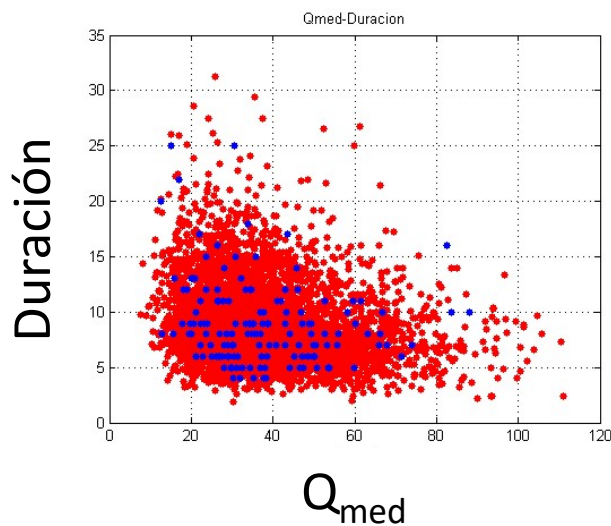


- Evento observado
- Evento simulado

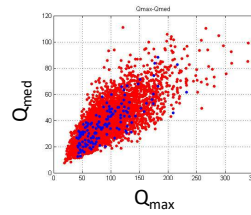
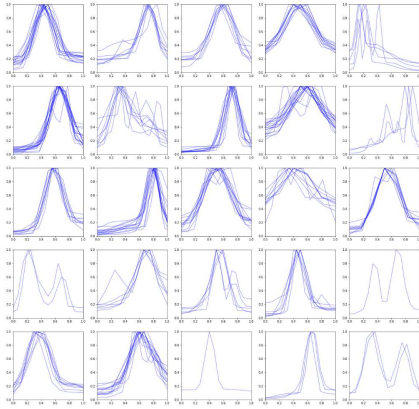
1000 años simulados
4973 eventos

Cóputas Gaussianas

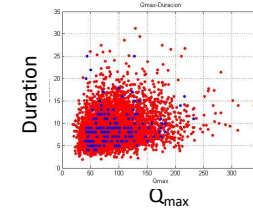
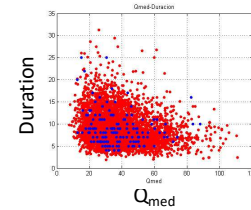
Selección de variables representativas



Caudal medio (Q_{med})
Caudal máximo (Q_{max})
Duración
Tipo de hidrograma



● Observed Event
● Simulated Event



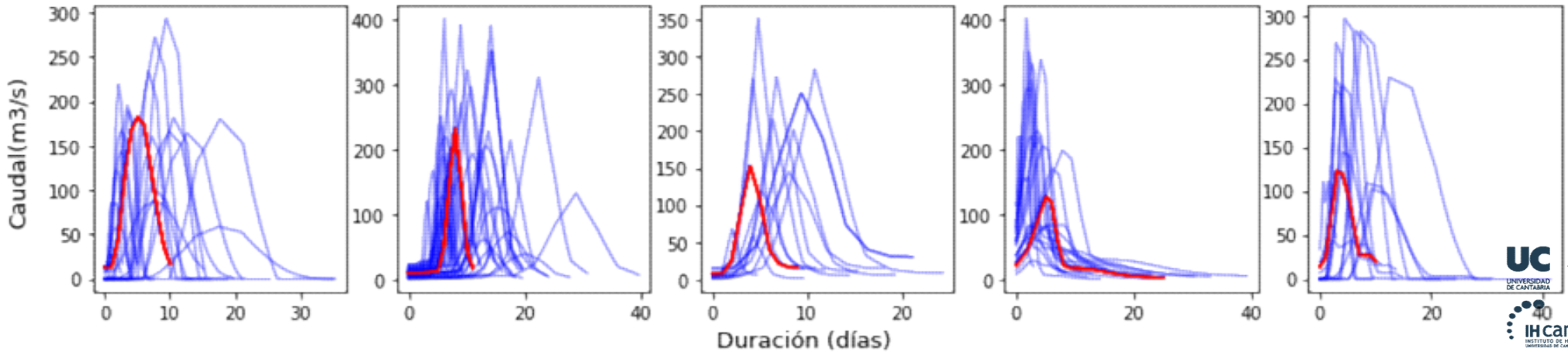
Generación de hidrogramas



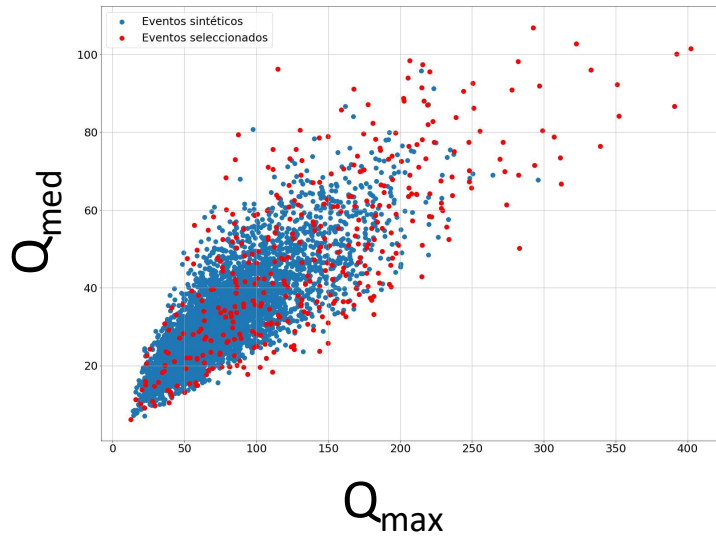
Cópulas Gaussianas

1000 años simulados
4973 eventos

— Hidrograma generado
— Hidrograma referencia



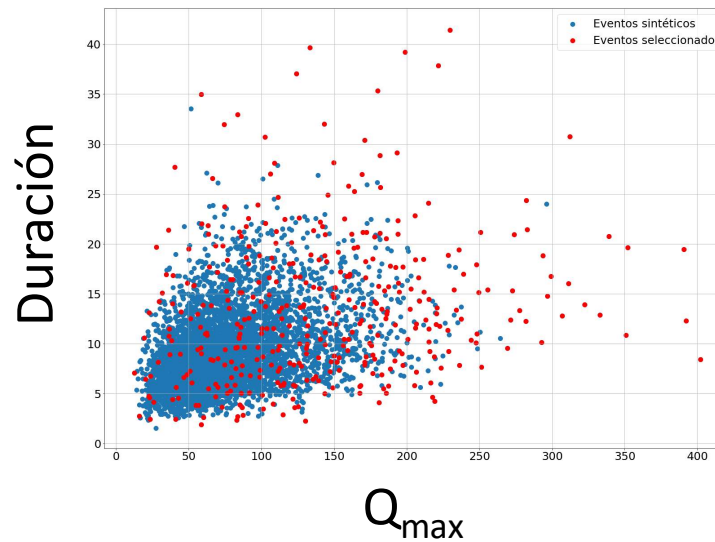
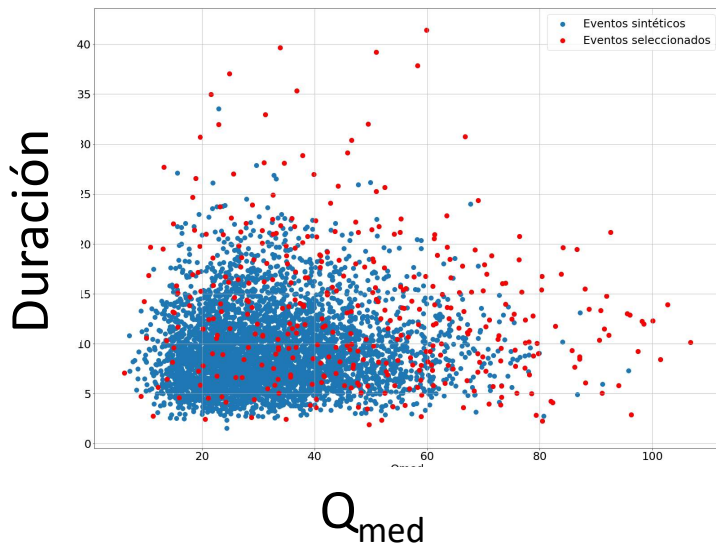
Selección de eventos



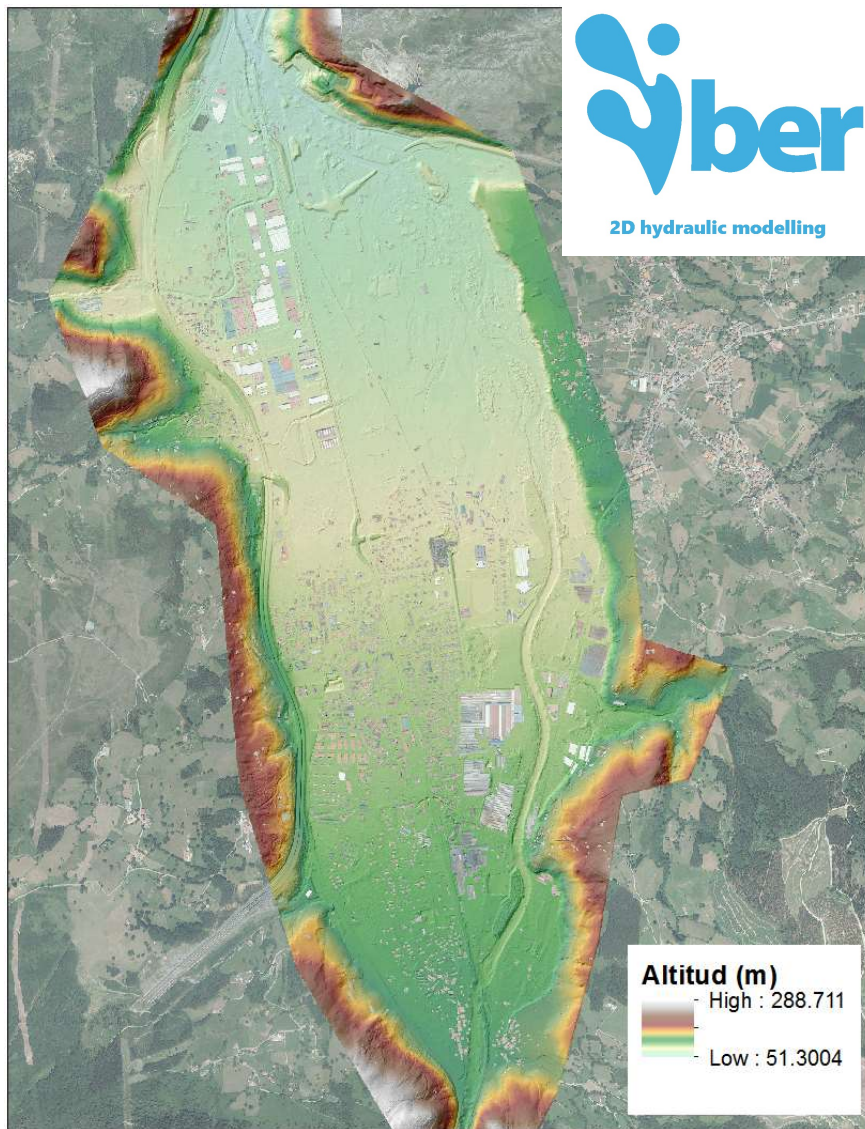
- Evento sintético
- Eventos seleccionados

Algoritmo de máxima disimilitud (MaxDiss)

400 eventos como base de interpolación



140 eventos para simulación hidráulica



Simulación hidráulica

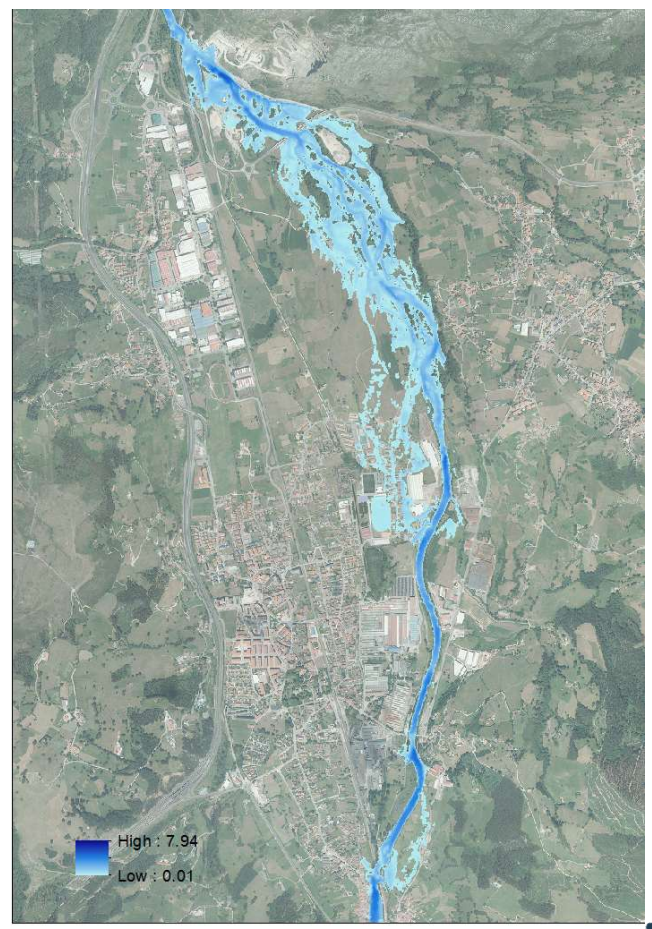
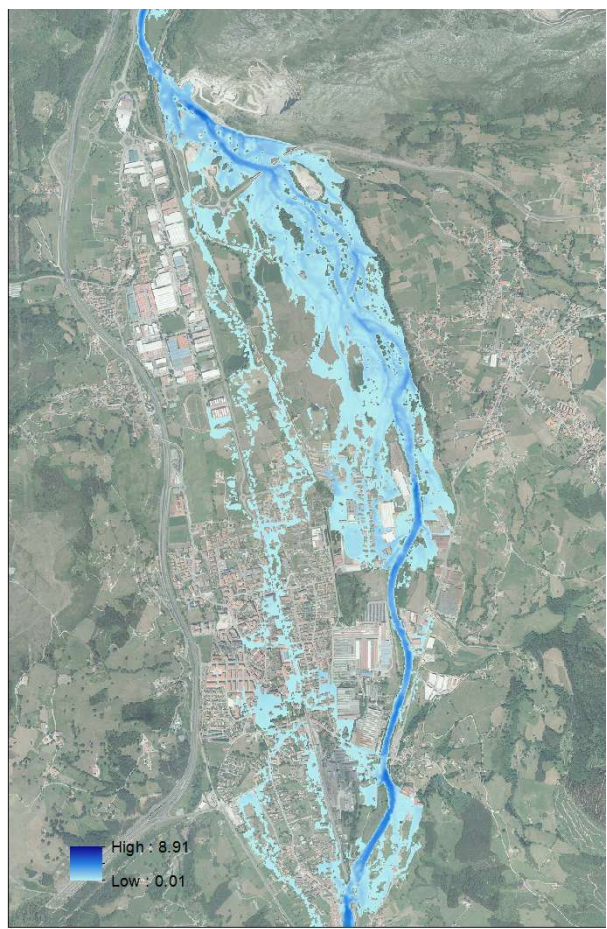
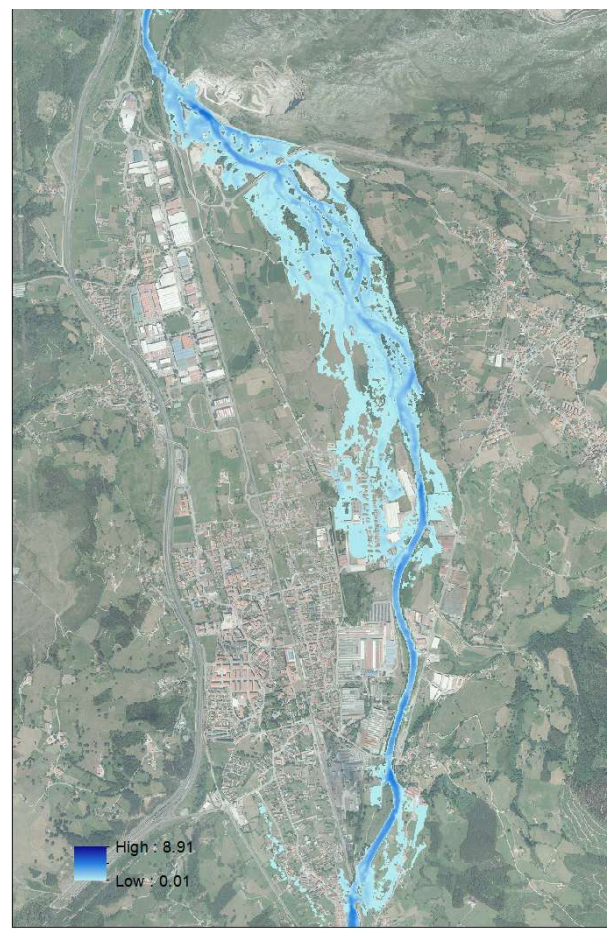


Ecuaciones 2D de Saint-Venant

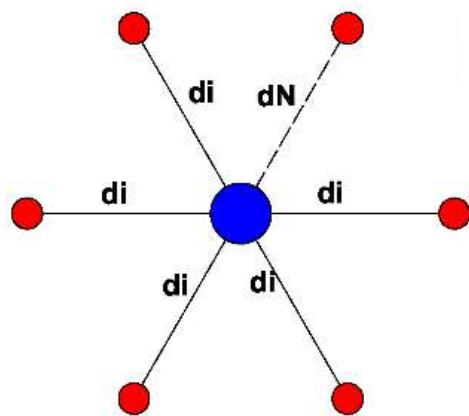
Malla triangular
De 8m a 40m
250.000+ elementos

De 2h a 8h de tiempo de
computación por
simulación

Mapas de inundación simulados



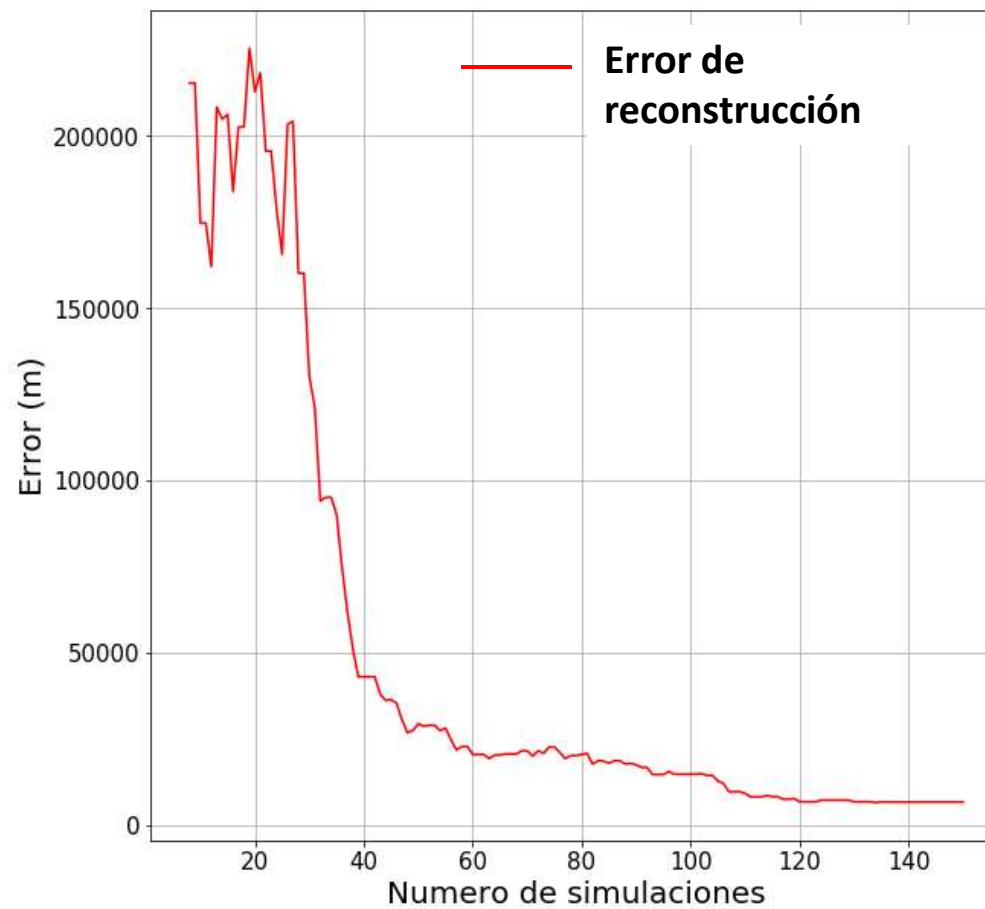
K-nearest neighbors



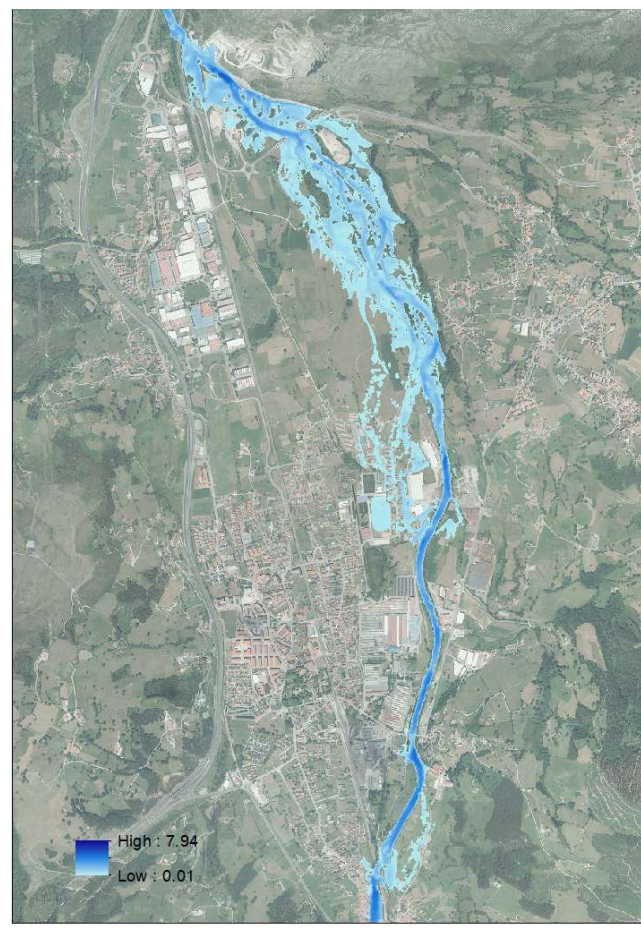
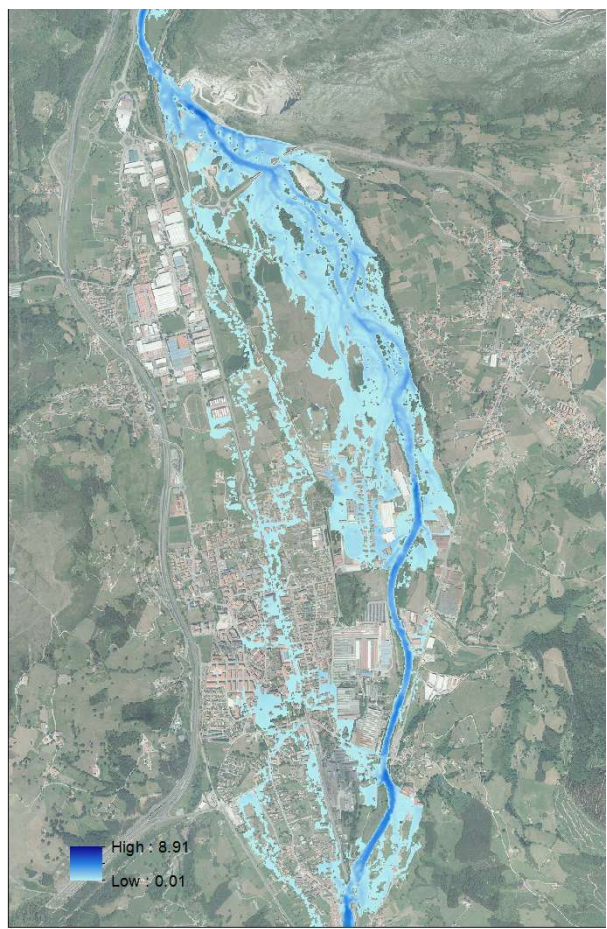
$$h = \sum_{i=1}^n h_i^* \frac{d_i}{\sum_{i=1}^n d_i}$$

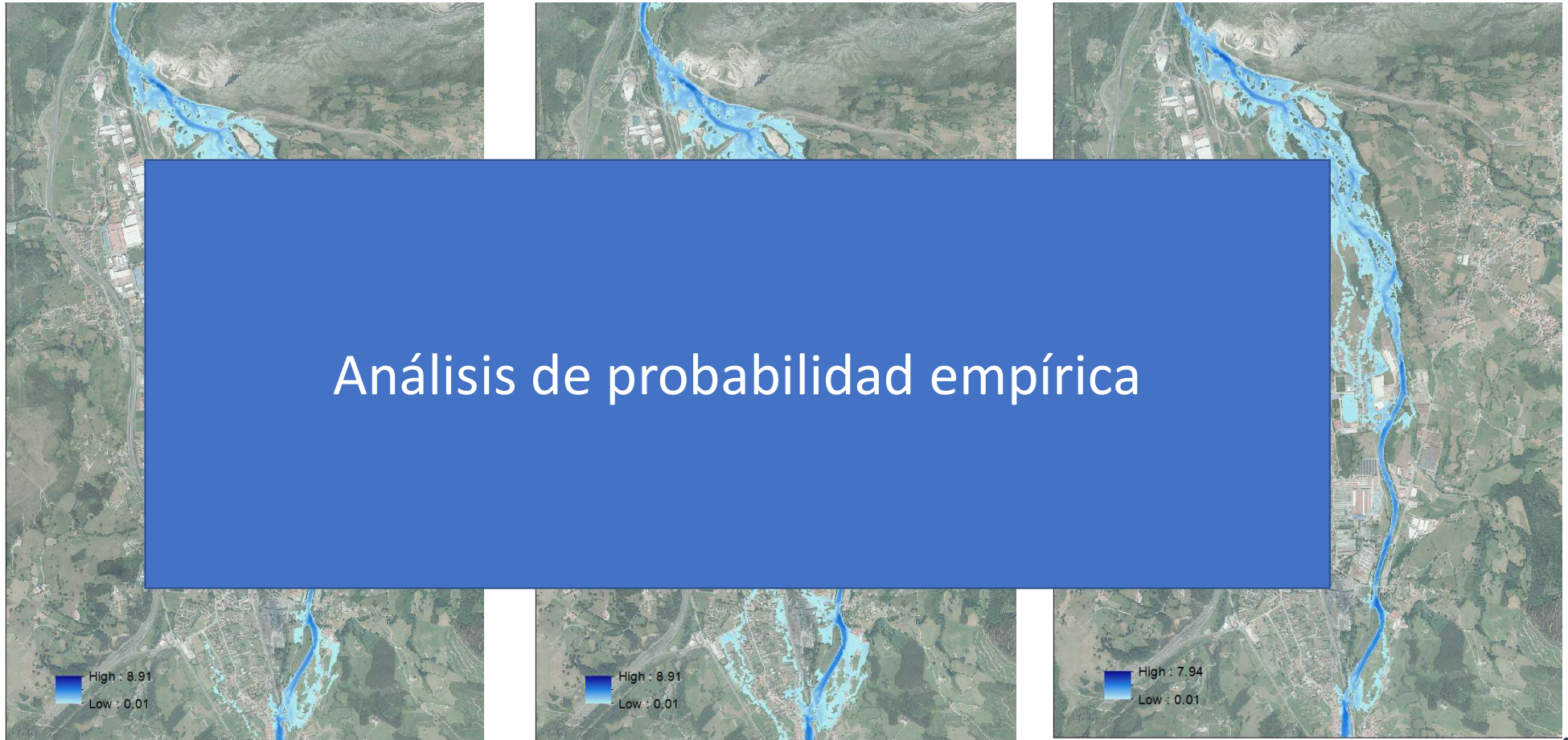
$$v = \sum_{i=1}^n v_i^* \frac{d_i}{\sum_{i=1}^n d_i}$$

Reconstrucción de eventos



Reconstrucción de eventos

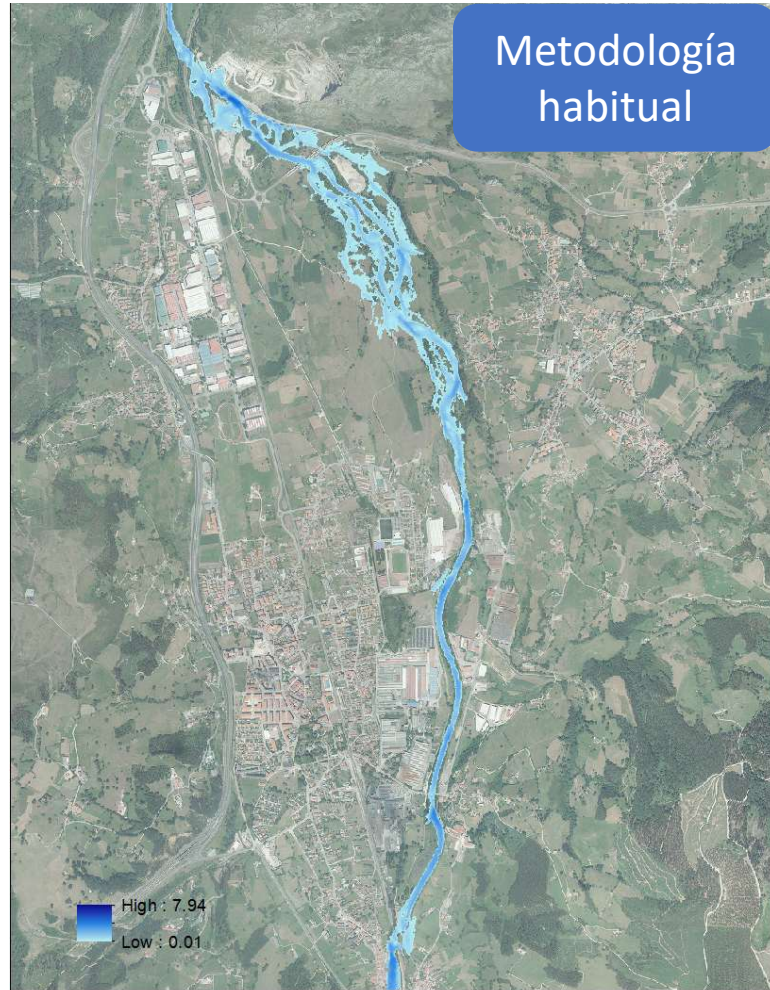




Mapas de inundación



Inundación de 10 años



Inundación de 10 años





Gracias por su atención

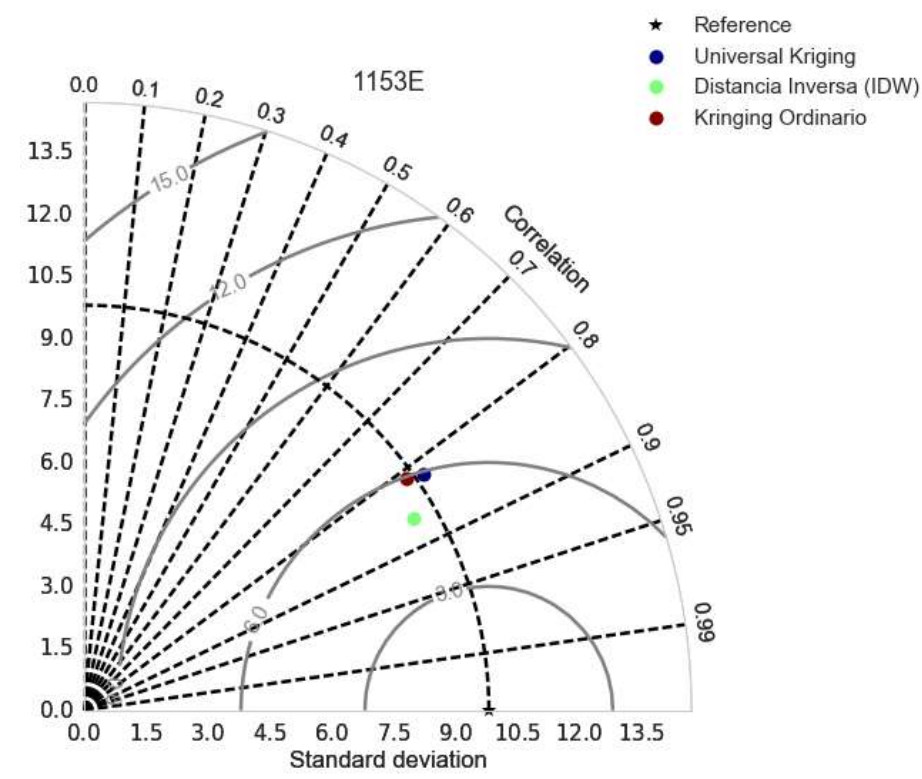
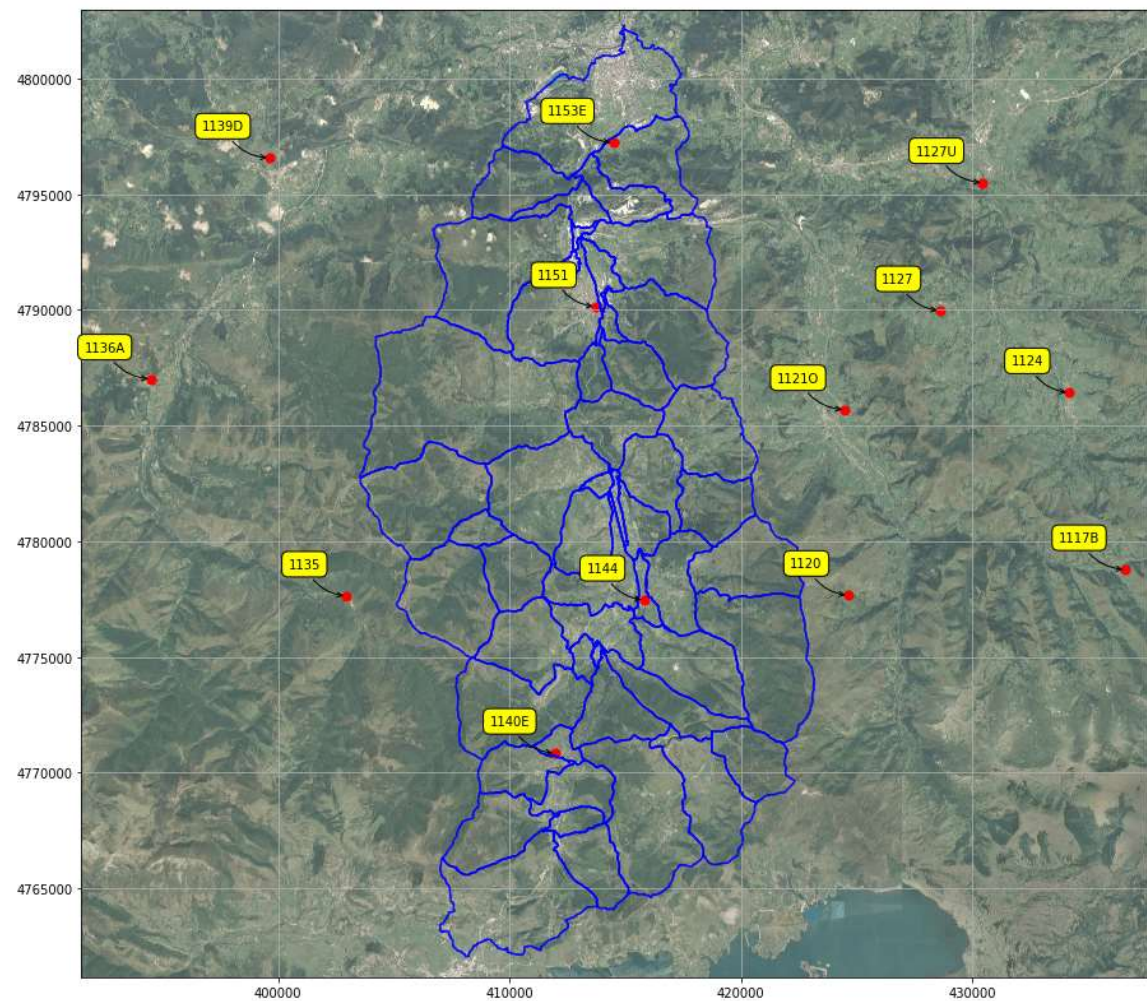
Manuel del Jesus
manuel.deljesus@unican.es

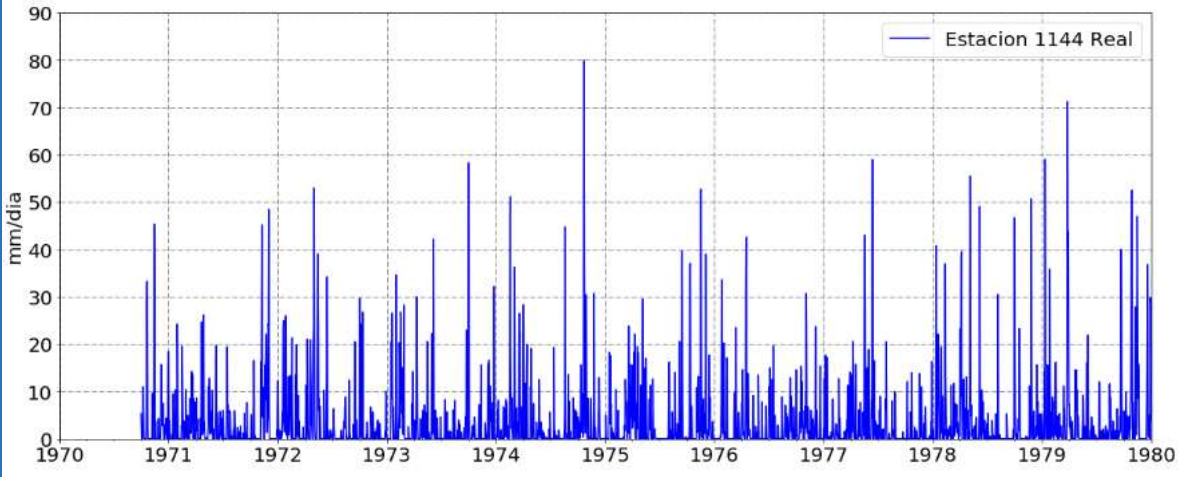


- No se han incluido las incertidumbres en el modelo hidrológico
- Aproximación vía calibración o vía verosimilitud
- Definición de evento de inundación
- ¿Funcionarían mejor otro tipo de cópulas?
- Algoritmo óptimo de aprendizaje máquina para la interpolación
- Efecto de la resolución espacial del modelo hidráulico
- Robustez frente a variaciones en la generación sintética

Reconstrucción espacial de la precipitación

10 años de I+D+i para un desarrollo sostenible

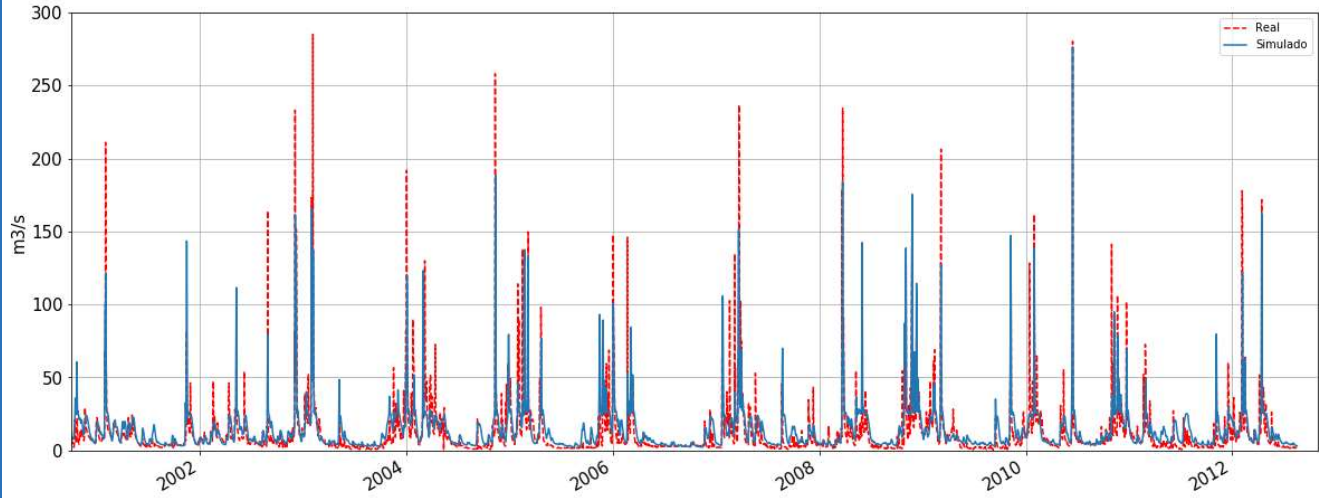




49 años de lluvia

Modelo hidrológico

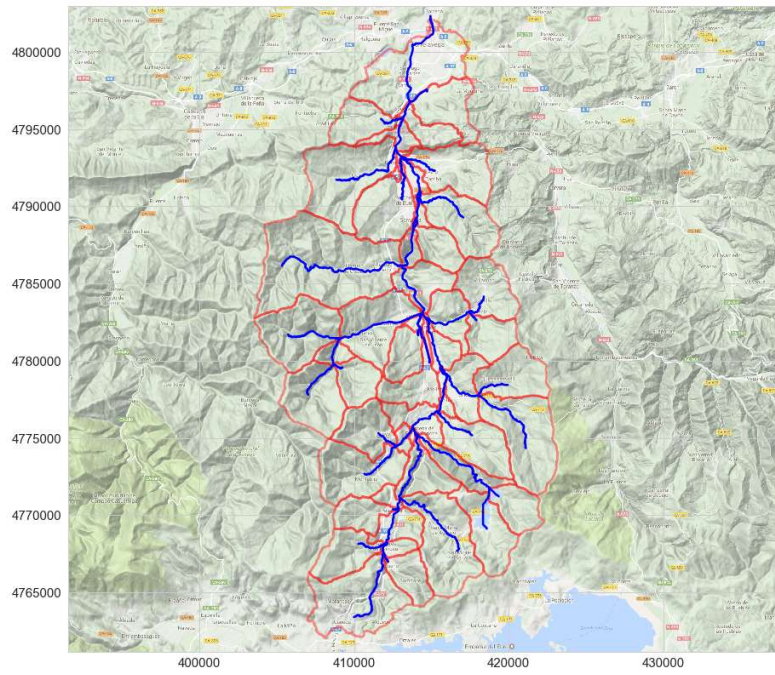
11 años de caudal

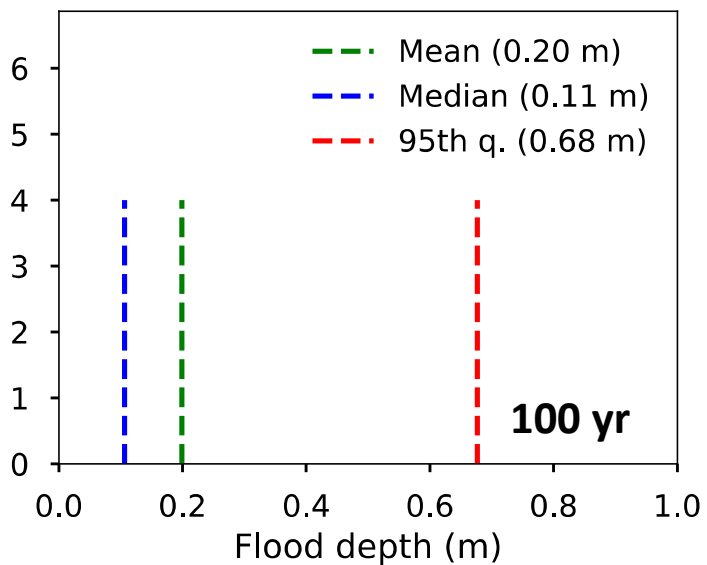
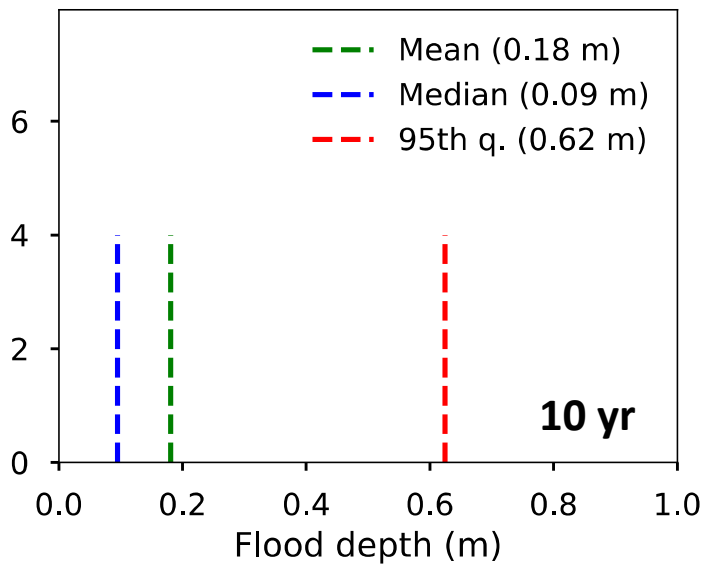


Modelado del caudal

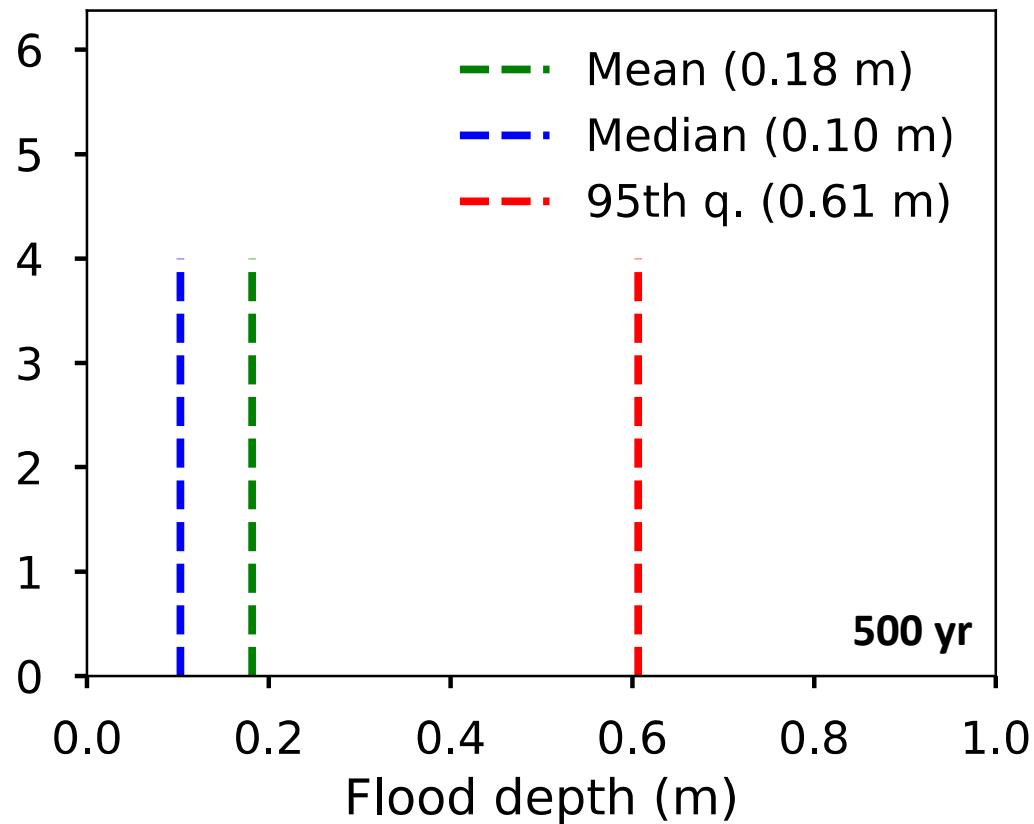


HEC HMS
Soil Moisture Accounting

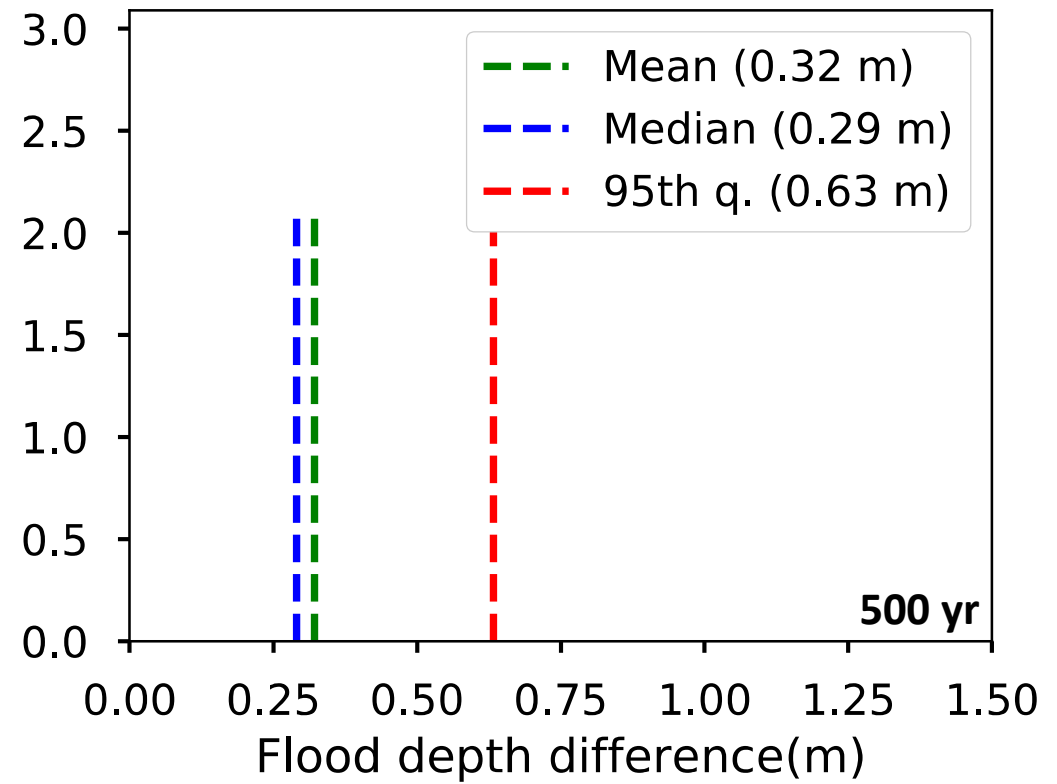
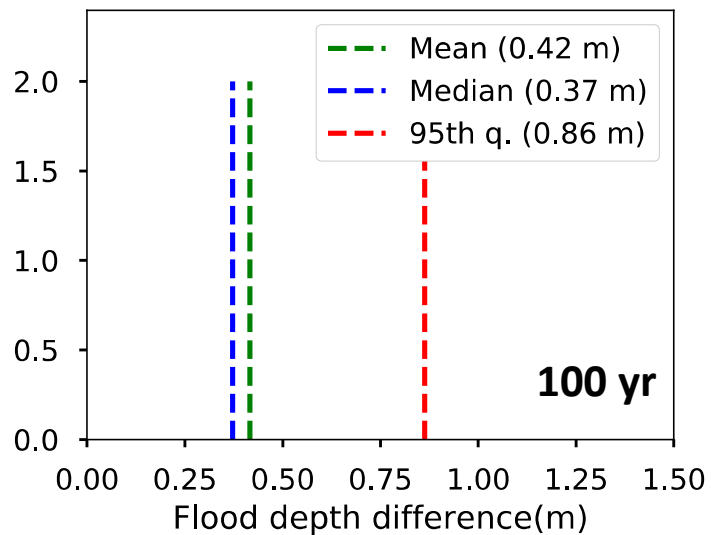
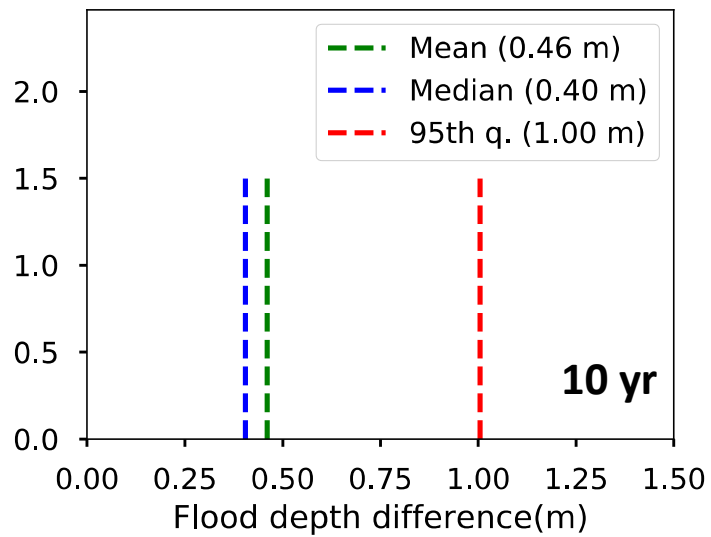




Inundación condicional



Distribución de diferencias de cota



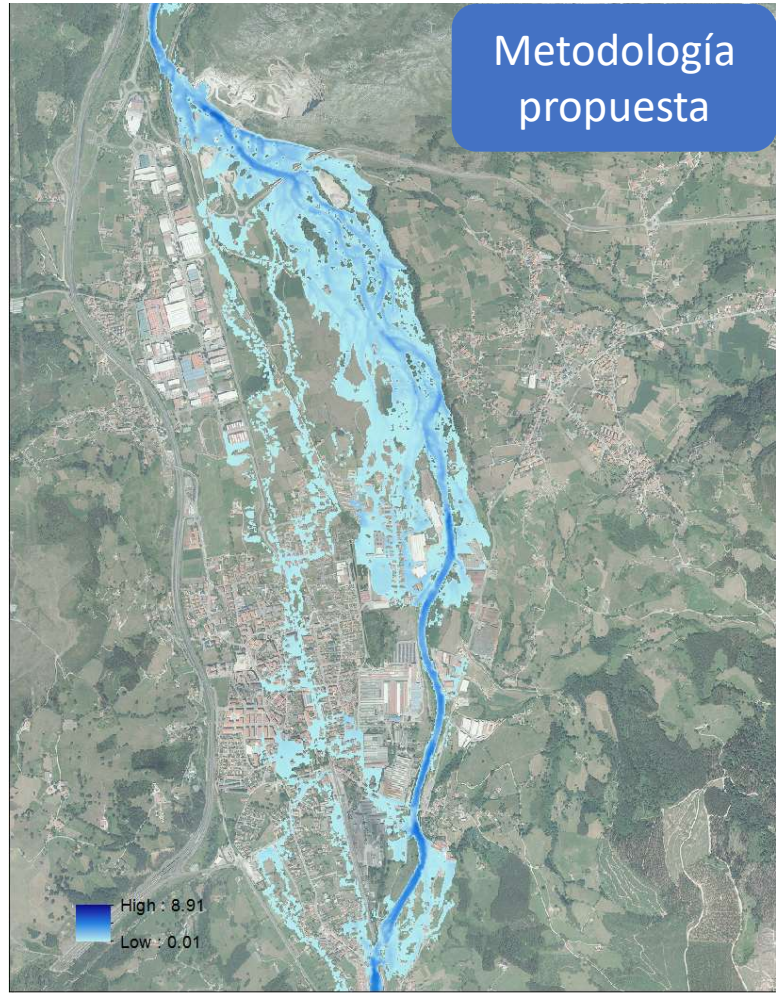
Mapas de inundación



Inundación de 100 años



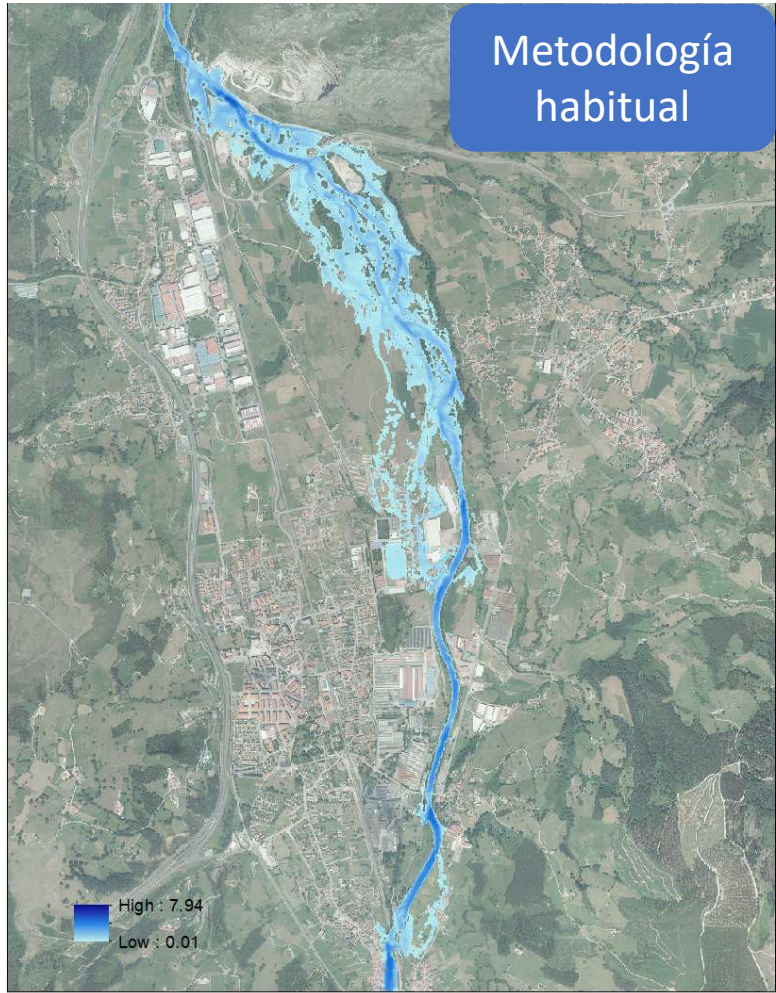
Inundación de 100 años



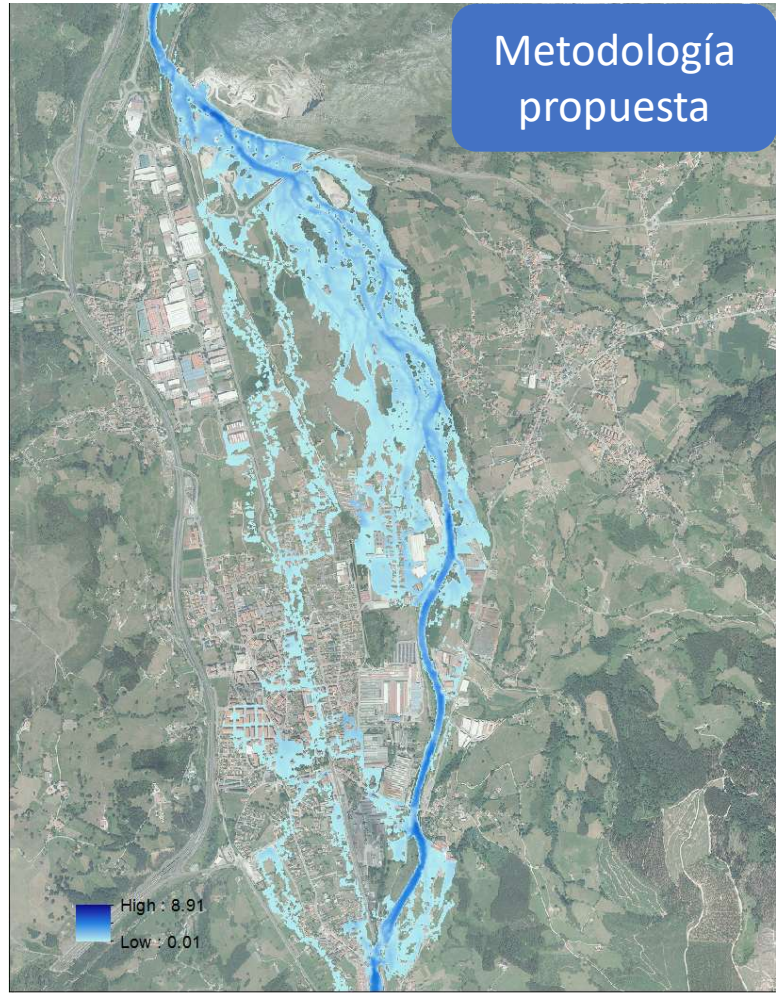
Mapas de inundación



Inundación de 500 años



Inundación de 500 años



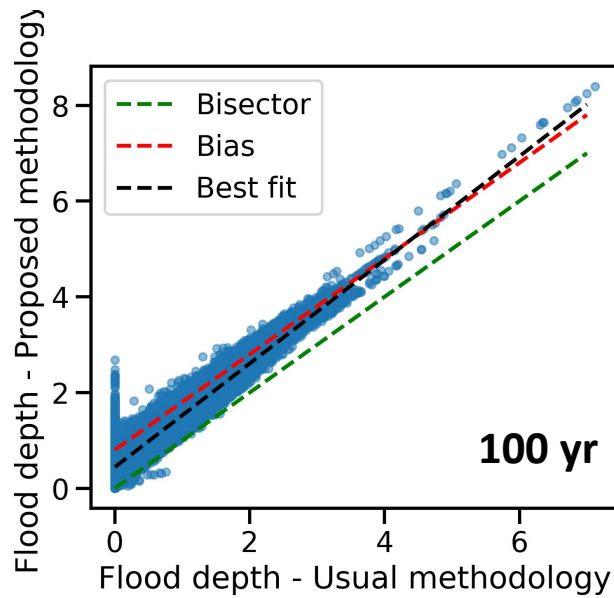
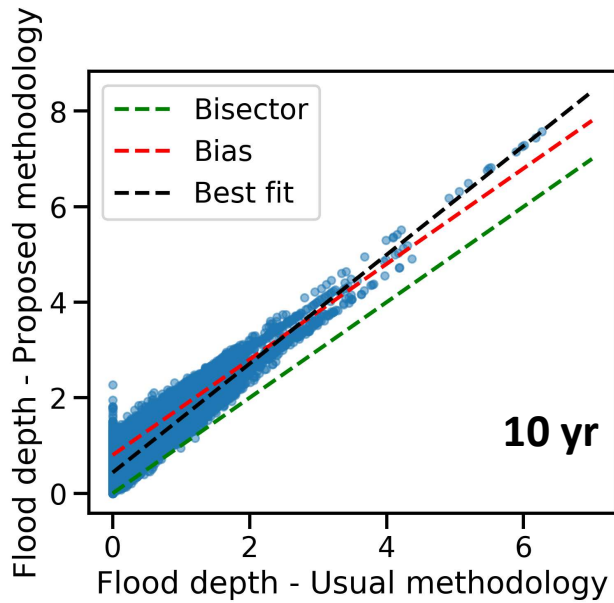


Gráfico de dispersión de cotas

