

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS INTEGRADO DE PELIGROS ASOCIADOS A LAS INUNDACIONES EN REGIONES MEDITERRÁNEAS

Antonio Gallegos Reina⁽¹⁾, María Jesús Perles Roselló⁽²⁾

(1) Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga, a.gallegos@uma.es, <http://orcid.org/0000-0002-2711-111X>

(2) Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga, mjperles@uma.es, <https://orcid.org/0000-0002-1123-852X>

1. Introducción, hipótesis de partida y objetivos

Introducción:

Las inundaciones en regiones rexistásicas, como lo es el litoral mediterráneo, están estrechamente interconectadas con otras peligrosidades como la erosión hídrica o los movimientos en masa. Al no ser consideradas dichas conexiones en los estudios de inundabilidad, es frecuente que la lámina final resultante modelizada subestime la lámina que se produce en un evento real.

Hipótesis de partida:

- Un mismo evento tormentoso genera láminas de inundación de extensión y características muy diferentes en entornos mediterráneos frente a otras regiones, debido a condicionantes severos como la torrencialidad pluviométrica, la elevada erosión hídrica, la morfología del relieve, el sistema hidrológico o los patrones urbanísticos.
- Existe una importante interrelación entre la peligrosidad de una inundación y el porcentaje de material sólido que esta arrastra.

Objetivos:

- Diseñar una estrategia metodológica de adecuación del análisis de la inundabilidad para entornos mediterráneos, centrada en el estudio asociado de las inundaciones y la producción e incorporación de elementos sólidos por erosión hídrica o deslizamientos de ladera.
- Orientar la metodología a la ordenación y gestión territorial, con el uso de cartografía y metodologías de fácil disponibilidad y aplicabilidad.
- Incorporar al análisis hidrológico-hidráulico algunos de los requisitos exigidos por el Plan de gestión del riesgo de inundación (PGRI) de la demarcación de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.

2. Área de estudio

Cuenca del arroyo Piletas (Rincón de la Victoria, Málaga)

Superficie: 160 hectáreas

Litología: principalmente metamórfica de edad primaria

Fisiografía: cuencas costeras de cabecera escarpada (más del 30%) muy próxima a la línea de costa (3 km), con contacto brusco con la planicie litoral de tipología lisa

Red hidrográfica: patrón hidrográfico dendrítico con ramificación arborescente, de trazado tortuoso. Modificaciones artificiales en el curso bajo

Cubierta vegetal: Cultivos arbóreos de escaso porte y matorral disperso, en estado degradado con escasa densidad y porcentaje de cobertura

Uso humano: Territorio intensamente urbanizado, con dinámicas de expansión urbanísticas muy rápidas. Uso agrícola de baja intensidad en rápido retroceso. Amplios sectores de cultivos abandonados y erial



Localización y representación tridimensional del área de estudio

3. Material y métodos

Fases del proceso metodológico propuesto:

1. Cuantificación de la generación de sólidos arrastrados al flujo de inundación por erosión hídrica de suelos

- Cálculo del peso potencial de pérdida de suelo específico para el evento de inundación en la cuenca estudiada (kg)
- Conversión de peso a volumen (kg → m³)
- Cálculo del porcentaje de volumen de sólidos transportados durante el evento de inundación respecto al volumen de escorrentía del evento

2. Cuantificación de la generación de tierra movilizada por movimientos gravitatorios de laderas

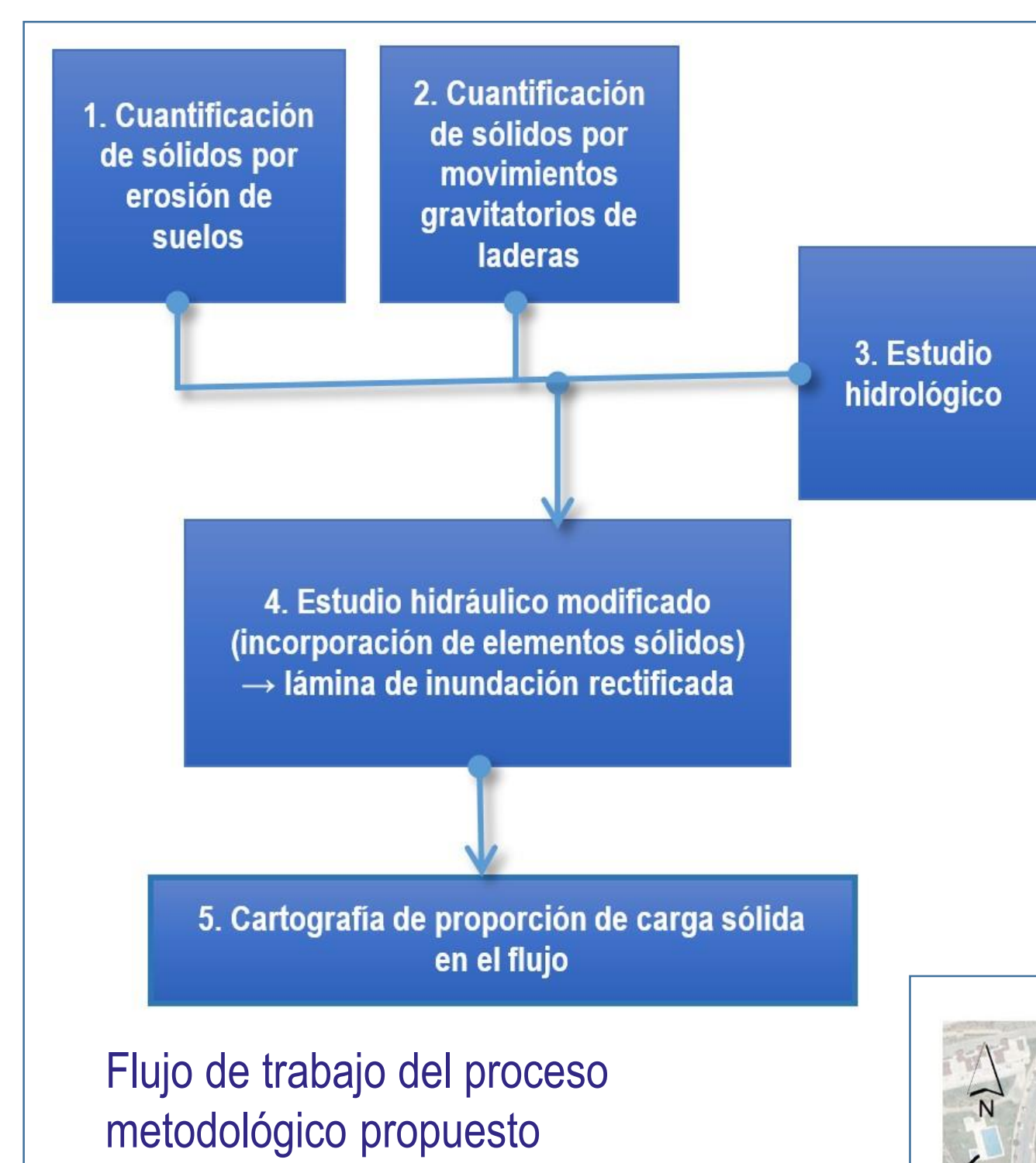
- Delimitación de áreas de alta susceptibilidad a los movimientos gravitatorios de laderas
- Delimitación de áreas de susceptibilidad según grados de peligrosidad y ponderación
- Cálculo del volumen movilizable en las áreas de susceptibilidad a los movimientos gravitatorios

3. Cálculo de caudal inicial mediante estudio hidrológico

4. Análisis integrado de las peligrosidades individuales: elaboración de estudio hidráulico con caudal modificado en razón de los resultados obtenidos en los tres pasos anteriores

- Cálculo de la relación porcentual entre el volumen de residuos minerales y caudal neto escurrido en la precipitación considerada, obtenido según la fórmula de precipitación neta del Soil Conservation System de Estados Unidos
- Modificación del caudal instantáneo máximo en la misma proporción que el porcentaje de sedimentos sólidos en el caudal
- Modelización hidráulica, con el modelo unidimensional de libre uso HEC-RAS

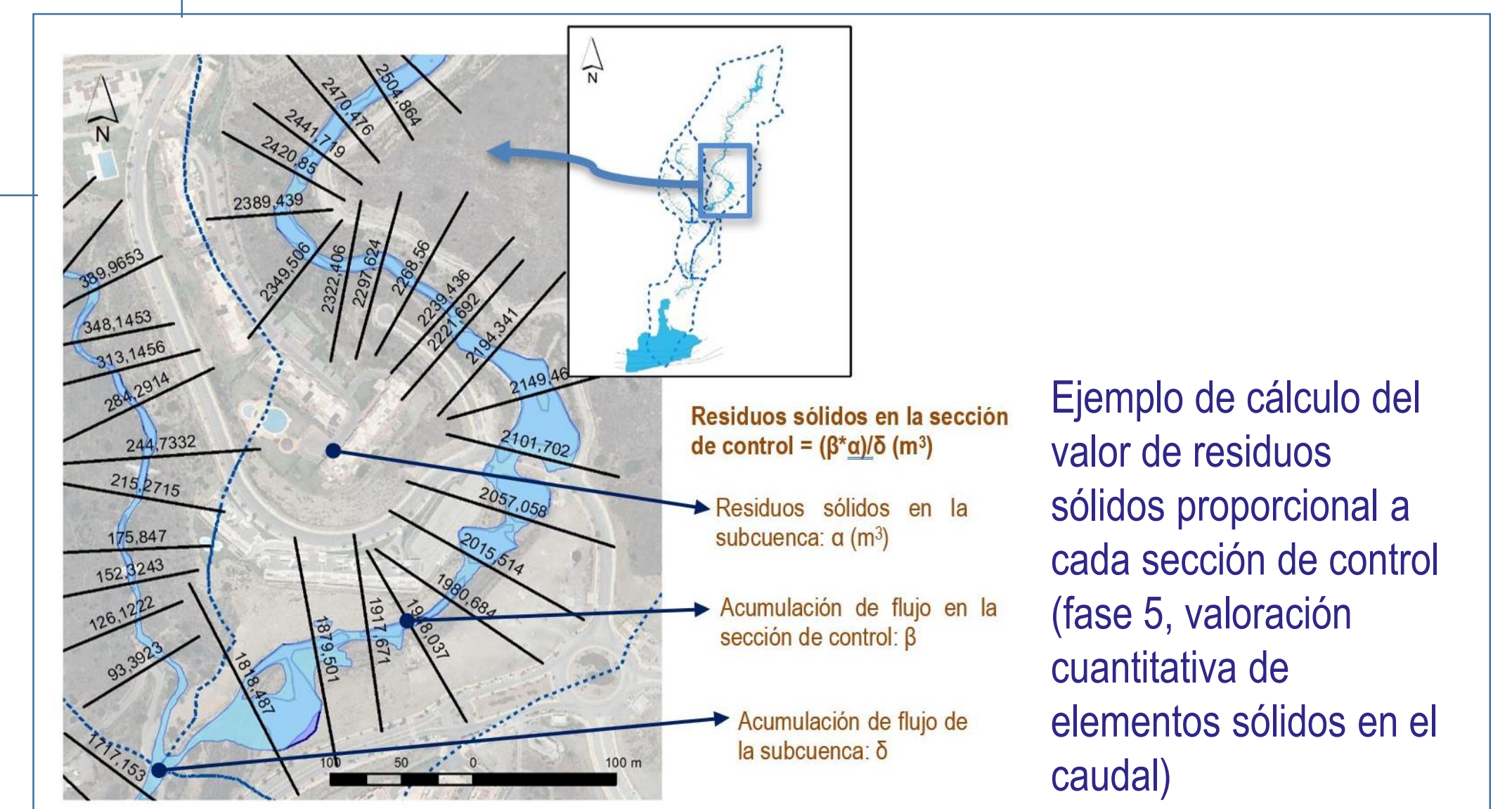
5. Valoración cualitativa y cuantitativa de elementos sólidos en el caudal



Flujo de trabajo del proceso metodológico propuesto

Subcuenca	Punto de caudal	Volumen total escurrido (m ³) para el evento considerado	Producción total de sedimentos (t)	Producción media de sedimentos (t/ha)	Sedimentos en el flujo (kg/m ³)	Producción total de sedimentos (m ³)	m ³ de sedimentos por m ³ de agua	% sedimentos en el flujo
1	PC 1	21 897	7 534	443	344	2 700	0,123	12,3
2	PC 1	11 869	2 270	227	191	814	0,069	6,9
3	PC 1	18 036	12 368	1 374	686	4 433	0,246	24,6
	PC 1	160 254	36 310	472	227	13 014	0,081	8,1
	PC 2	192 345	62 637	652	326	22 451	0,117	11,7
	PC 3	230 117	96 643	833	420	34 639	0,151	15,1
	PC 4	297 656	149 112	975	501	53 445	0,180	18,0

Producción de sedimentos por erosión de suelos para un evento tormentoso dado, según formulación MUSLE, y porcentaje que representa respecto al caudal (fase 1)



Ejemplo de cálculo del valor de residuos sólidos proporcional a cada sección de control (fase 5, valoración cuantitativa de elementos sólidos en el caudal)

5. Resultados y conclusiones

Resultados

La producción de sedimentos en el flujo por erosión hídrica, considerando un evento tormentoso con periodo de retorno de 500 años, supone un incremento del flujo de inundación del 18%. Y la producción de sólidos por movimientos de ladera supone un incremento del mismo del 3%. Como resultado de lo anterior, la superficie inundable se incrementa en un 29% con respecto al modelo hidrológico-hidráulico tradicional.

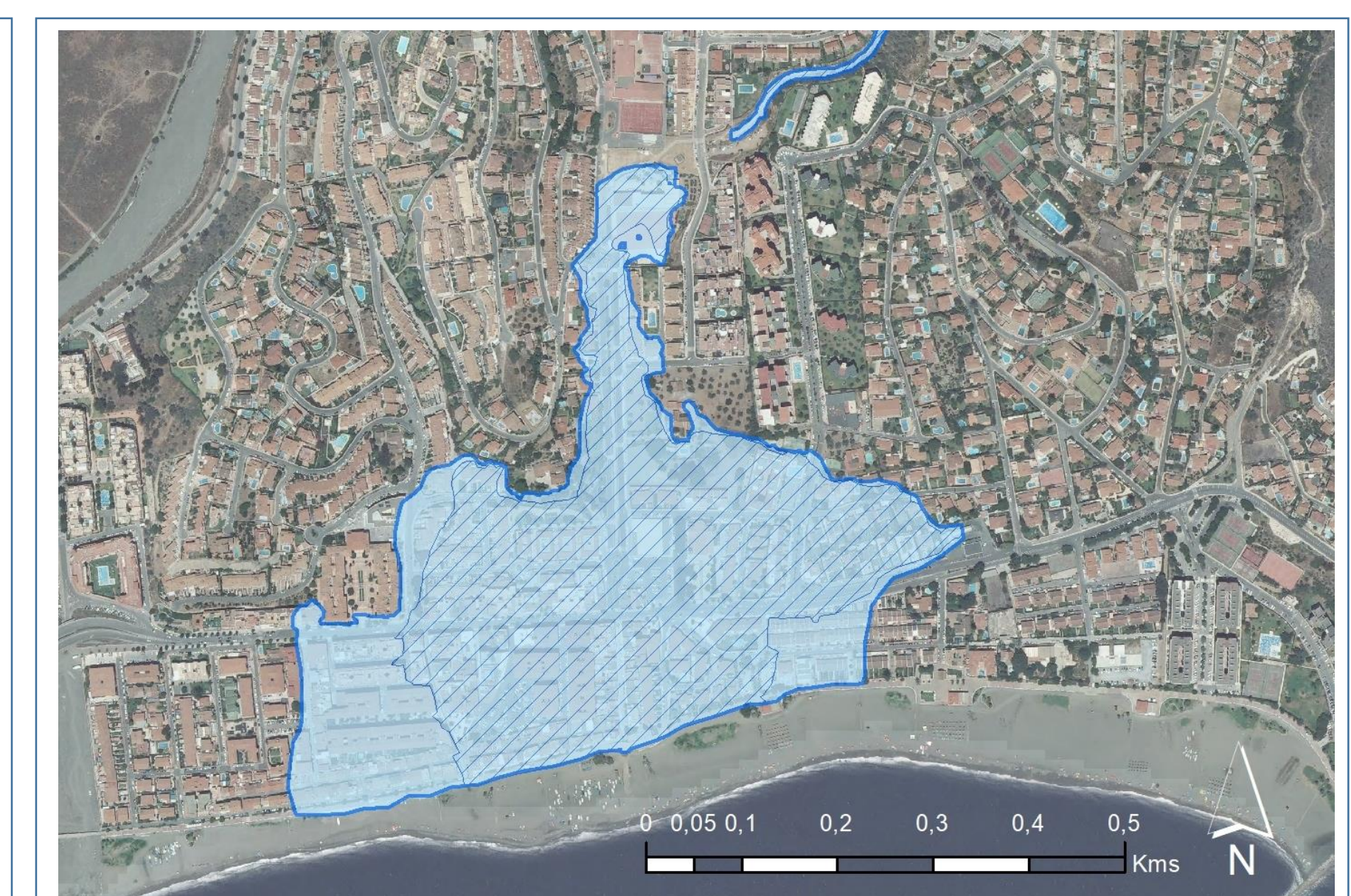
Conclusiones

- La propuesta de mejora del análisis de la peligrosidad permite un mejor ajuste de la lámina de inundación con respecto a la metodología convencional
- La erosión potencial de suelos según formulación MUSLE tiene un encaje bastante adecuado, dado que trabaja con el mismo concepto de periodo de retorno que la inundación
- Se incorporan algunos de los nuevos requisitos normativos introducidos por la legislación europea y estatal
- Se aporta una visión crítica frente al análisis sectorial de los riesgos naturales, lográndose un acercamiento efectivo de los estudios de peligrosidad por inundación a la planificación urbanística y territorial



Peligrosidad del flujo por carga sólida
 Muy Alta (20 al 30% sólidos en el flujo)
 Alta (10 al 20% sólidos en el flujo)
 Normal (<10% sólidos en el flujo)

Valoración cualitativa de elementos sólidos: Detalle de cartografía de peligrosidad del flujo por carga sólida en la confluencia del eje principal con los afluentes 1 y 2 (fase 5 de la propuesta metodológica)



Detalle de la superposición de las láminas de inundabilidad resultantes del análisis hidrológico-hidráulico convencional y de la propuesta metodológica en la desembocadura de la cuenca