

EJE A: HACIA UNA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

LAS SBN EN EL CONTEXTO DE LA TRANSFORMACION TERRITORIAL COMO FUENTE DEL INCREMENTO DE LA VULNERABILIDAD FRENTE A LAS INUNDACIONES: EL CASO DE LA CUENCA VERTIENTE DEL MAR MENOR

Salvador García-Ayllón Veintimilla

Grupo de I+D de Política Territorial, Planificación Ambiental y de las infraestructuras (POTEPAPI) de la Universidad Politécnica de Cartagena

John Radke

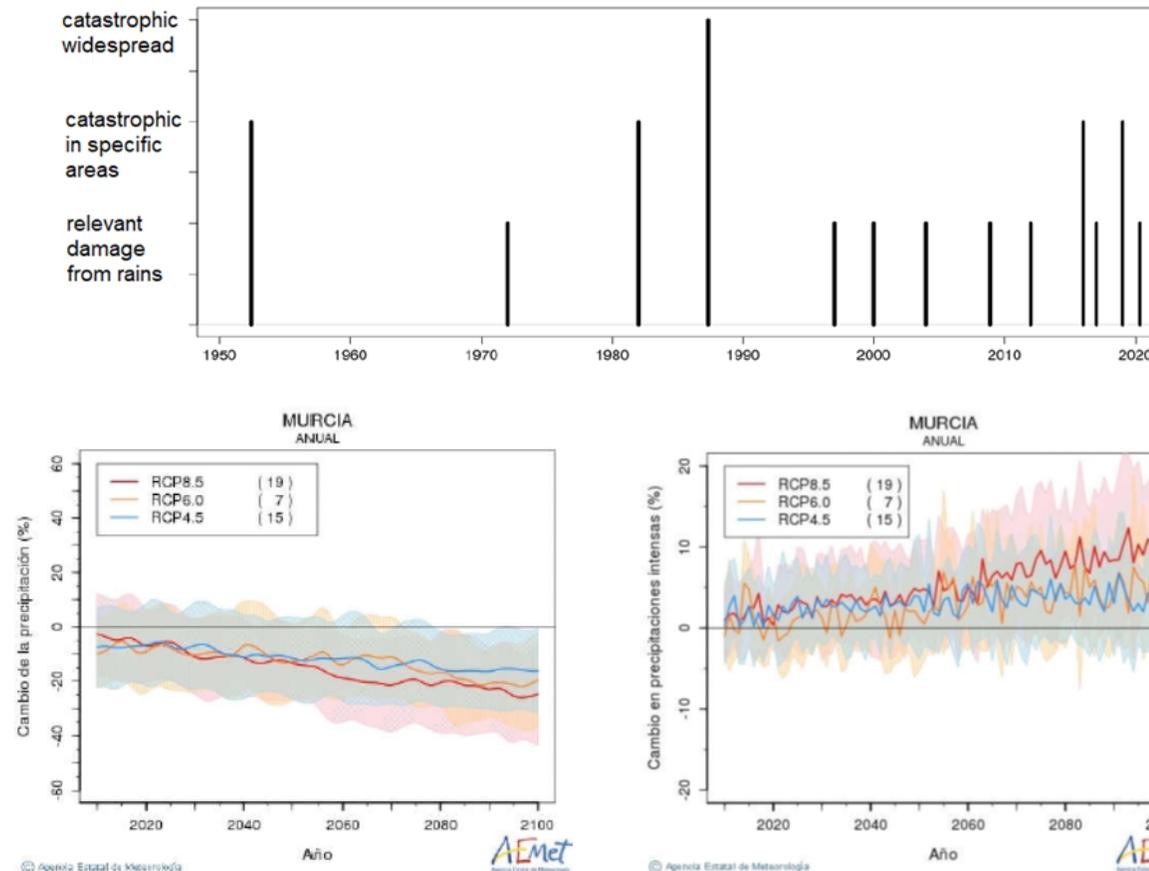
Dept. of Environmental Planning & Regional Policy, University of California Berkeley

Índice

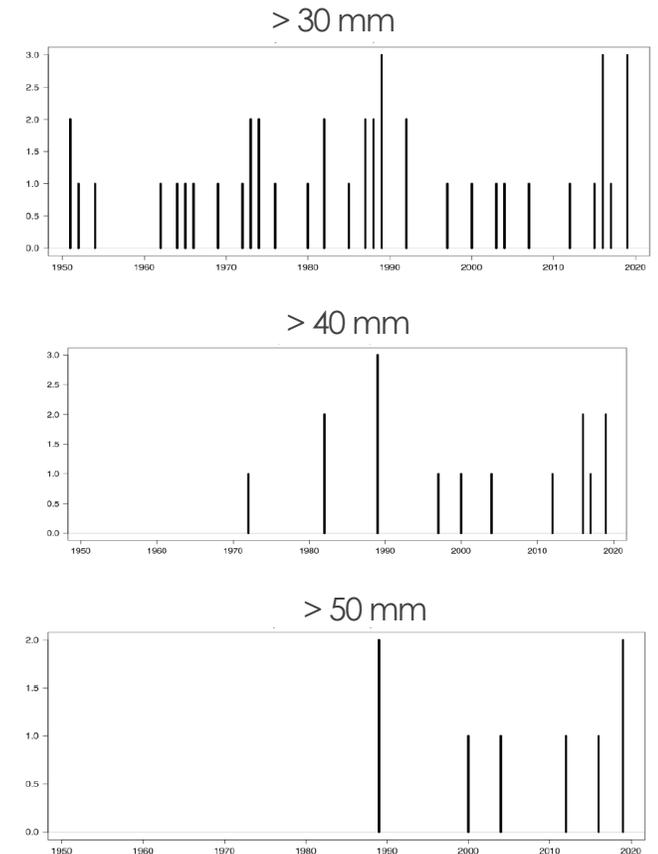
- El cambio climático en el contexto de la vulnerabilidad frente a las inundaciones en las cuencas mediterráneas
- La problemática de la cuenca vertiente del Mar Menor
- Contraste NDVI de la realidad de la problemática actual frente a las previsiones del SNCZI
- Análisis geoestadístico de la correlación espacial entre el fenómeno de la antropización difusa y el incremento de la vulnerabilidad frente a las inundaciones en la zona
- Planteamiento de soluciones a la problemática actual a partir de una filosofía de SBN a gran escala

RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA: EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y LAS POLÍTICAS TERRITORIALES

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CONTEXTO DE LA VULNERABILIDAD FRENTE A LAS INUNDACIONES EN LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS

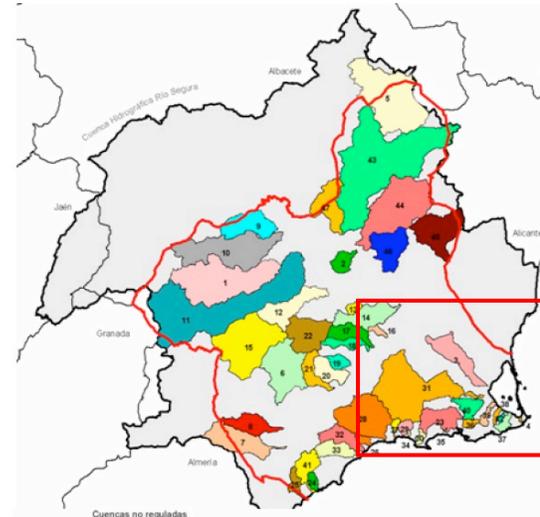


Evolución del número de lluvias relevantes en la Región de Murcia entre 1950 y 2020

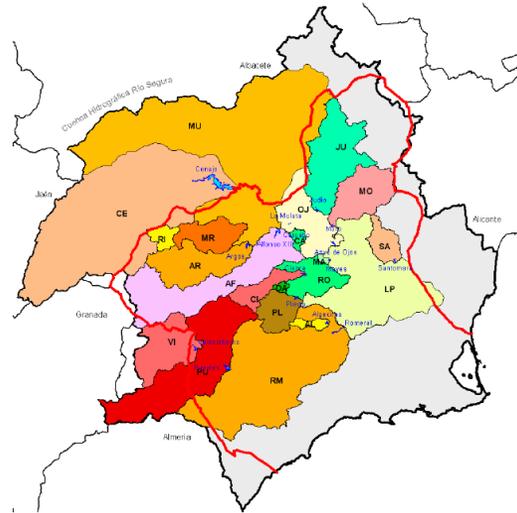


RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA: EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y LAS POLÍTICAS TERRITORIALES

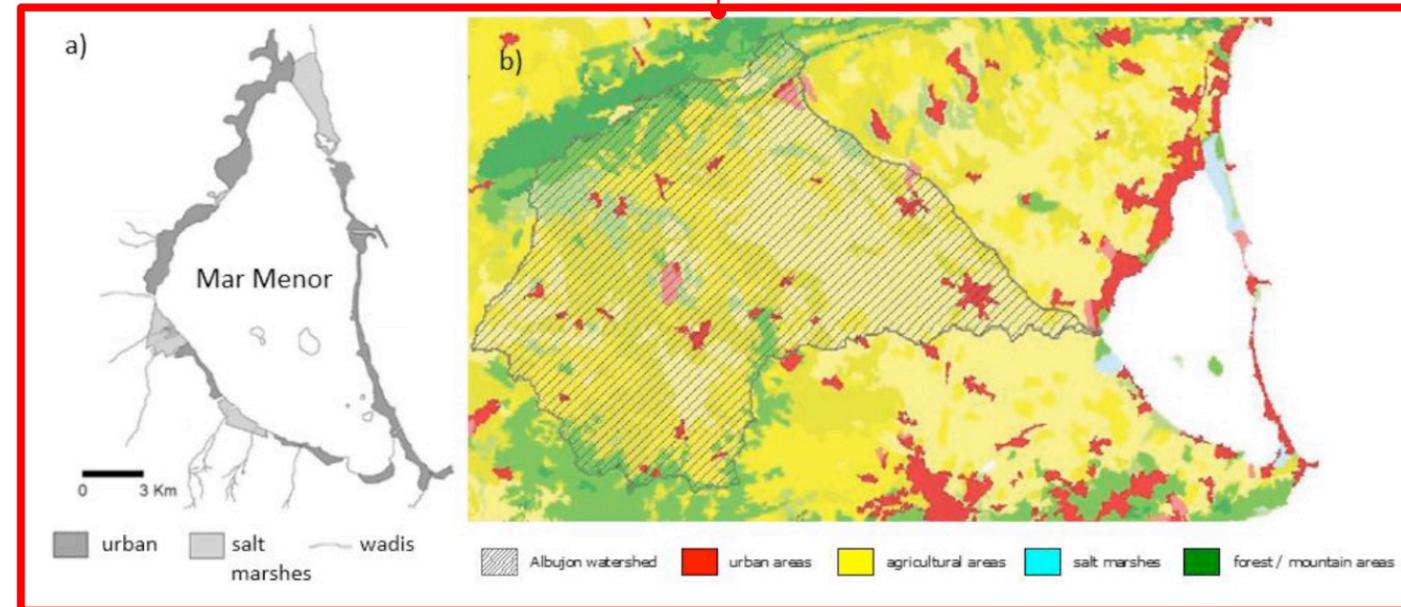
LA ESTRUCTURA HIDROGRAFICA DE LA REGION DE MURCIA EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMATICO



CUENCAS EN REGIMEN NATURAL



CUENCAS REGULADAS POR PRESAS

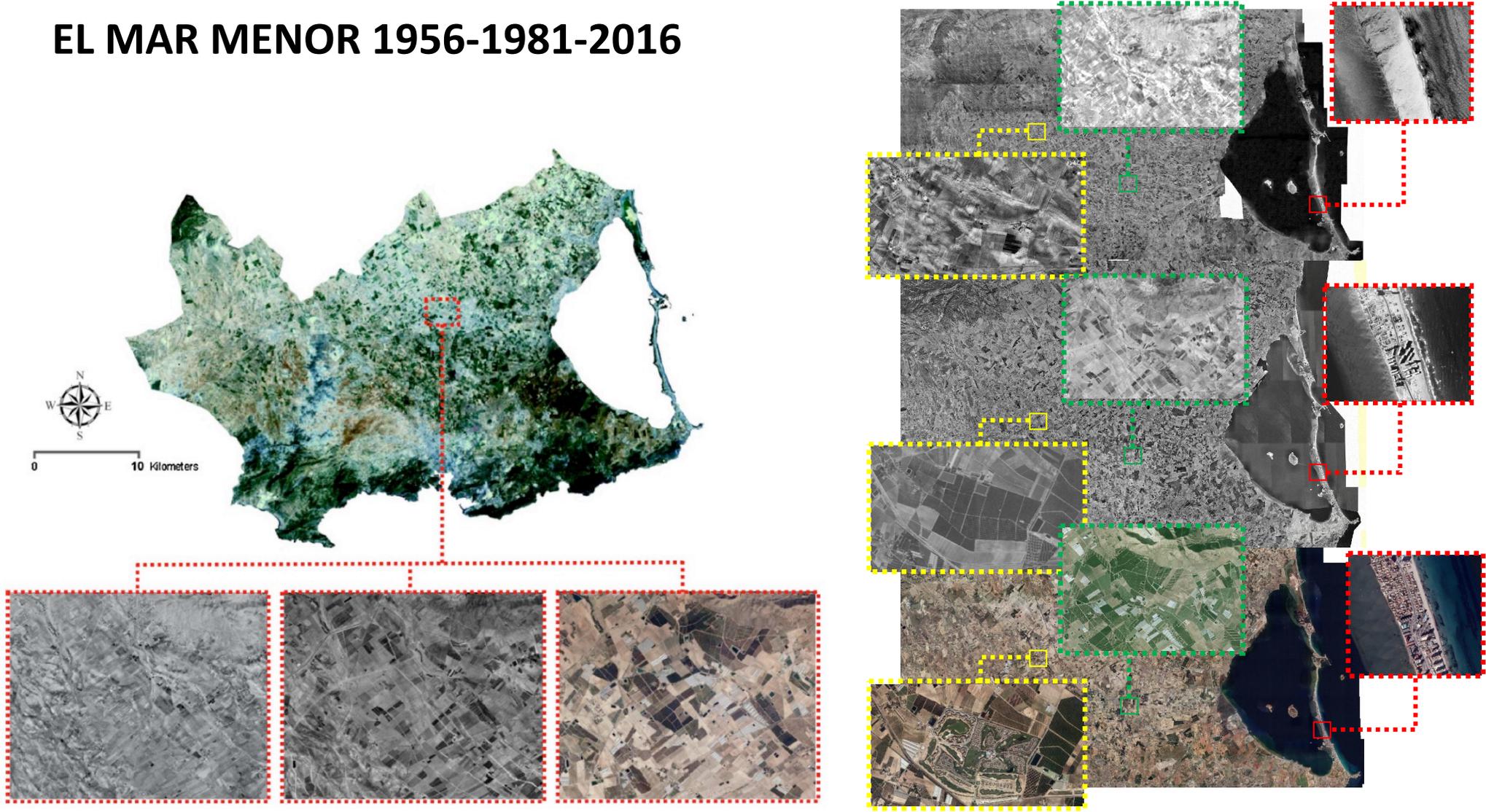


RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA: EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y LAS POLÍTICAS TERRITORIALES

EL MAR MENOR



EL MAR MENOR 1956-1981-2016

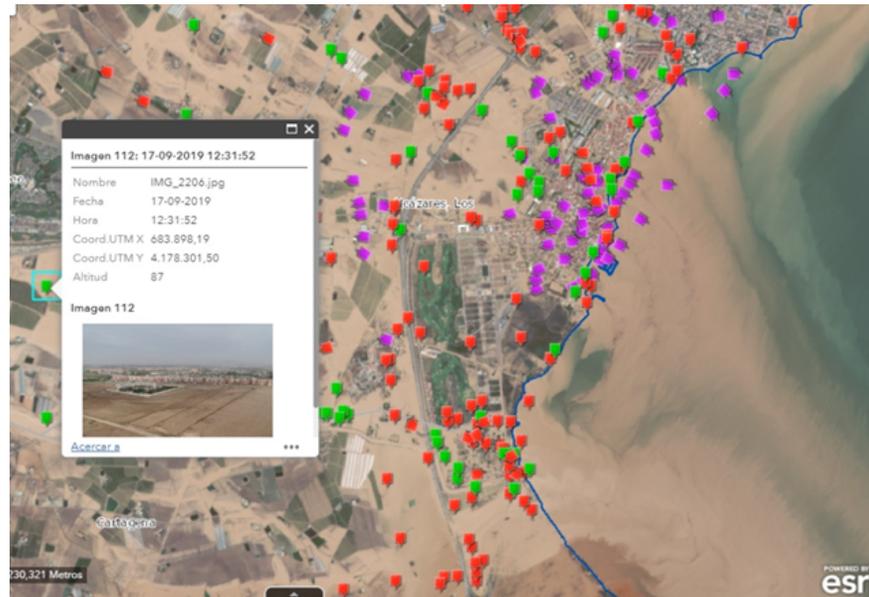


RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA: EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y LAS POLÍTICAS TERRITORIALES



Indicadores de análisis de daños por inundaciones de las DANA

Se generó un indicador GIS llamado *I_{FDS}* que evaluó los niveles de daño aprovechando los datos inventariados por los peritos durante las 3 últimas DANA de 2016, 2018 y 2019.



	Daños menores	Daños relevantes	Daños catastróficos
Impacto en las redes de comunicación	Cortes en caminos	Cortes en carreteras	Cortes en autopistas e infraestructuras críticas
Daños en edificios y bienes inmuebles	Inundación de garajes en edificios	Inundación de viviendas y edificios	Colapso estructural o pérdida completa del valor del inmueble
Agricultura y ganadería	Pérdida parcial de cultivos	Pérdida completa de cultivos	Arrancamiento de árboles o ahogamiento de animales
Funcionamiento de los servicios públicos	Funcionamiento limitado de servicios no esenciales (ej. farolas de calles)	Cortes temporales de servicios esenciales (luz o agua)	Cortes permanentes y prolongados de servicios esenciales (luz y agua)
Daños ambientales	Daños en zonas no protegidas o sin valor histórico o cultural	Daños reversibles en espacios protegidos (ej. línea de playa)	Daños irreversibles en espacios protegidos

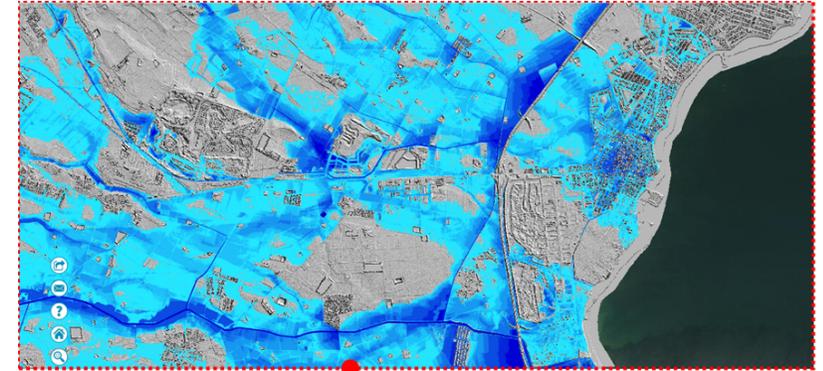
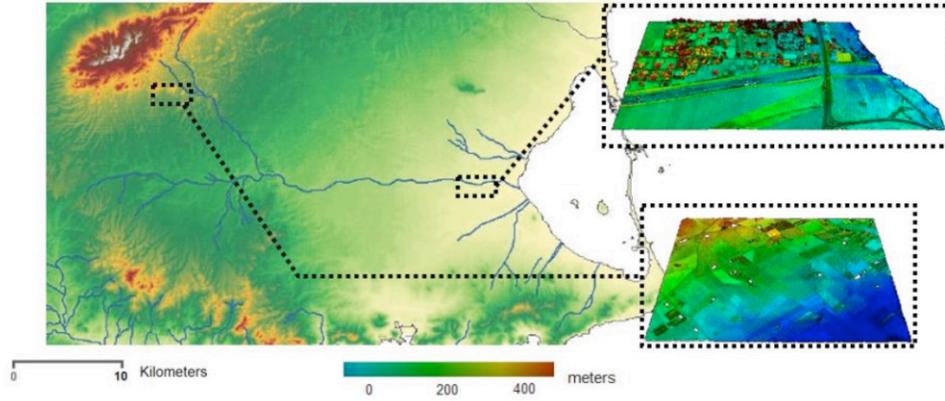
- Diciembre 2016
- Noviembre 2018
- Septiembre 2019

Indicadores de análisis de la antropización territorial difusa

- **Indicador de densidad infraestructural lineal (LID):** *las infraestructuras lineales de comunicación son elementos que tiene una importante repercusión en la escorrentía superficial durante las inundaciones, generando habitualmente un cierto “efecto presa”. Este indicador mide la evolución a largo del tiempo del índice de densidad de infraestructuras lineales en el territorio, teniendo además en cuenta el nivel de envergadura de cada una de las infraestructuras analizadas.*
- **Índice de artificialización del suelo (SA):** *la urbanización y erosión del suelo son factores que habitualmente contribuyen a la generación de un cierto “efecto sellado” en el territorio. Este fenómeno reduce la capacidad de absorción del suelo y por lo tanto facilita la generación de daños durante eventos meteorológicos extremos de lluvias. Este índice analiza esta variable teniendo en cuenta las diferentes casuísticas de usos del suelo diferenciando zonas urbanas con escasa absorción frente a otras zonas con cierta capacidad de drenaje, como por ejemplo los campos de golf de los resorts turísticos.*
- **Índice de alteración de la orografía del terreno (ATO):** *al margen de las cuestiones relacionadas con los usos del suelo señaladas en los dos casos anteriores, la transformación del territorio manteniendo los usos vigentes, pero alterando de manera sustancial la orografía del terreno tiene una importante implicación en el riesgo de inundabilidad de un territorio. En este apartado se valoran por ejemplo cuestiones como el paso de los usos agrícolas de secano a una agricultura intensiva de regadío, que transformó los bancales y estructuras aterrazadas tradicionales de la huerta mediterránea en surcos orientados a favor de la pendiente del terreno.*

RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA: EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y LAS POLÍTICAS TERRITORIALES

MODELO GIS
ESPACIAL



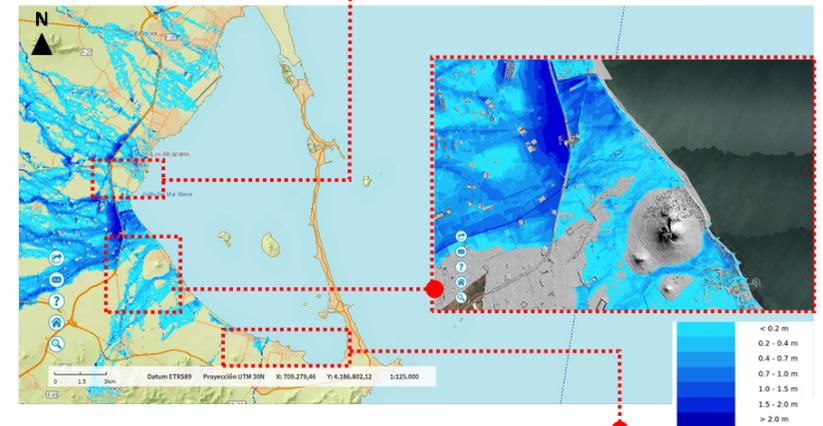
LEGEND

Area of study



Horton-Strahler categories

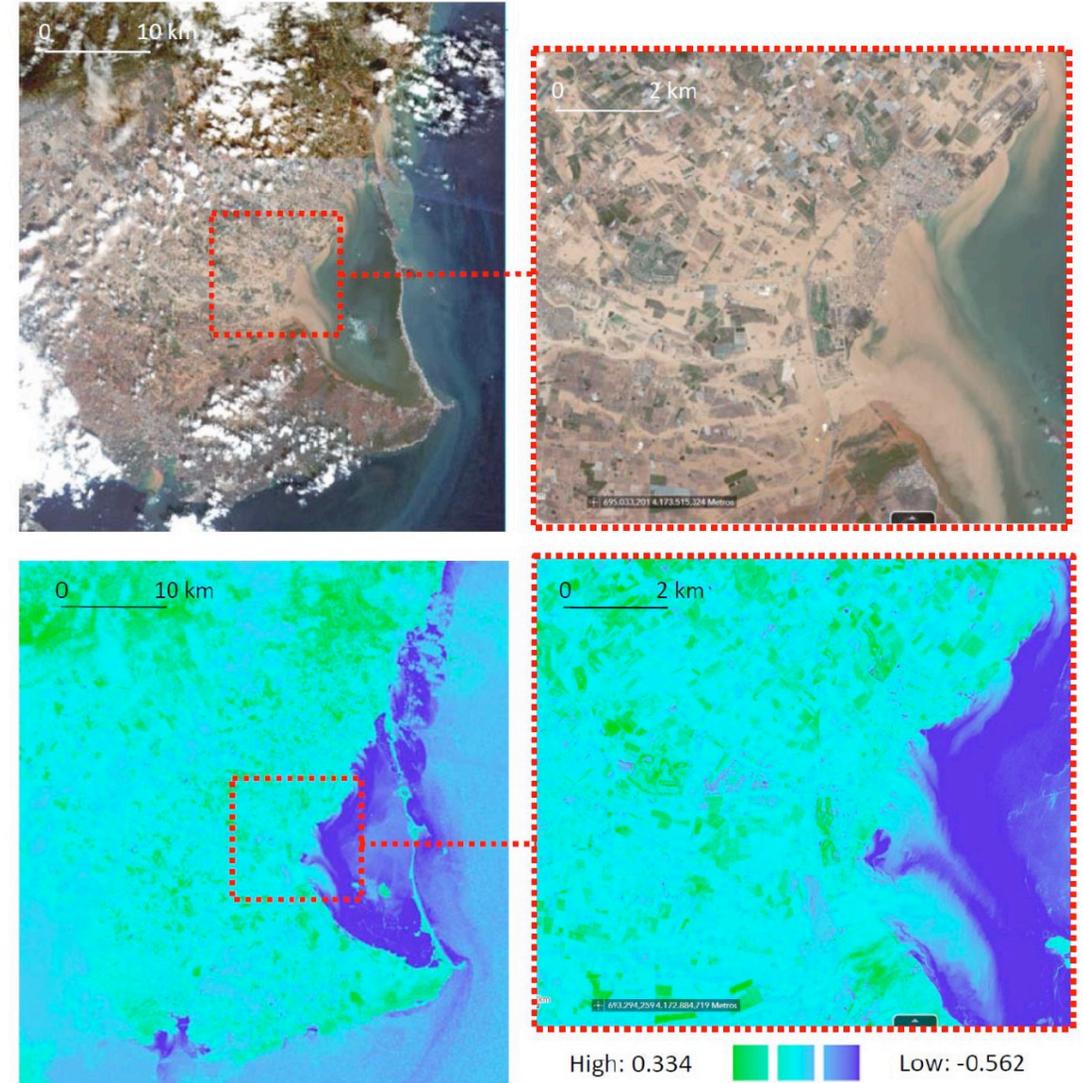
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



CONTRASTE NDVI REALIDAD DANA vs ESTIMACIONES DEL SNCZI

Para contrastar la distribución de la lamina de inundación real producida por la última DANA en comparación con la situación esperada por los modelos teóricos actuales de la normativa, se realizó un análisis NDVI para identificar los cambios en la cubierta terrestre durante los días de la DANA.

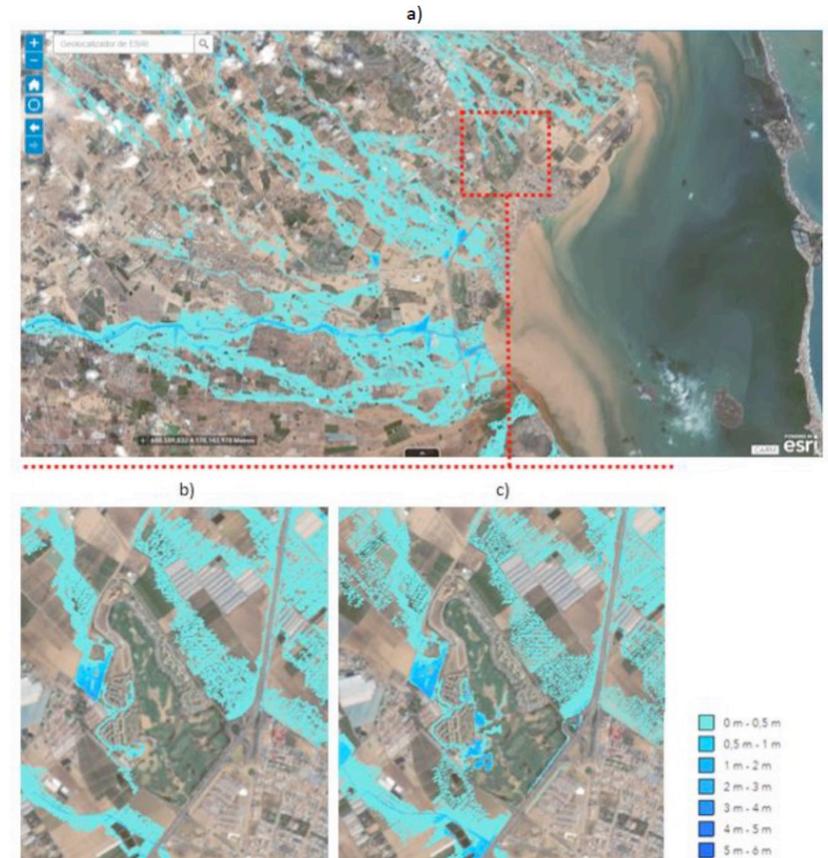
El Índice de Vegetación de Diferencial Normalizada (NDVI) es un índice de análisis de la cubierta terrestre utilizado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en función de la medición de la intensidad de radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.



CONTRASTE NDVI REALIDAD DANA vs ESTIMACIONES DEL SNCZI

Se realizó un análisis NDVI de las DANA en 2016, 2018 y 2019 (ver figura anterior). La lamina de inundación espacial obtenida se comparó con el modelo teórico de cuenca establecido por el SNCZI con el fin de evaluar en qué medida el comportamiento teórico de la cuenca corresponde a la situación real de la cuenca observada en las últimos DANA.

Ratio de cobertura del análisis NDVI para diferentes periodos de retorno para los tres últimos DANAs de 2016, 2018 y 2019 y la simulación resultante de las regulaciones nacionales con el actual modelo teórico Horton-Strahler de la cuenca.



Rate HS/NDVI	2016	2018	2019
T = 50 years	36.1%	55.0%	28.2%
T = 100 years	64.6%	76.2%	43.5%
T = 500 years	94.5%	100%	77.4%

ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DE LA CORRELACION ESPACIAL ANTROPIZACION - INUNDABILIDAD

- Los tres indicadores de antropización muestran una correlación positiva con el indicador de daños derivados del incremento de vulnerabilidad frente a las inundaciones para un análisis geoestadístico con Global Moran I y Anselin Local Moran I.
- Los valores más altos se dan para los casos de transformaciones de suelo agrícola y urbano mientras que los más bajos para la ejecución de infraestructuras.
- Si realizamos un análisis de regresión lineal OLS y una mapa de densidades frío/calor con el estadístico de Getis-Ord podemos observar los distintos patrones de comportamiento de la distribución de la correlación espacial entre el indicador de daños por inundabilidad I_{FDS} y los distintos indicadores GIS de antropización territorial difusa.

Bivariate Anselin Local Moran's I Values	$LID - I_{FDS}$	$SA - I_{FDS}$	$ATO - I_{FDS}$
Global Moran's Index	0.47	0.57	0.62
z-score	37.8	54.8	57.1
p-value	>0.01	>0.01	>0.01
F-statistic	55.1	69.6	71.5
R-squared	0.18	0.20	0.21
Adjusted R-squared	0.18	0.21	0.22
Number of observations	387	1,022	730

ANÁLISIS OLS Y LISA BIVARIADO DE ASOCIACIÓN ESPACIAL

Damage Level	Minor Damage			
	B	Std. Error	t	Sign.
I_{LD}	0.265	0.003	6.687	0.000 *
I_{SA}	0.107	0.005	2.245	0.000 *
I_{ATO}	0.202	0.011	1.710	0.000 *

Number of observations: 1784
Akaike's information criterion (AIC): 25,325.7
Multiple R-squared: 0.19
Adjusted R-squared: 0.18
F-statistic: 132.78 Prob (>F) (3,6) degrees of freedom: 0

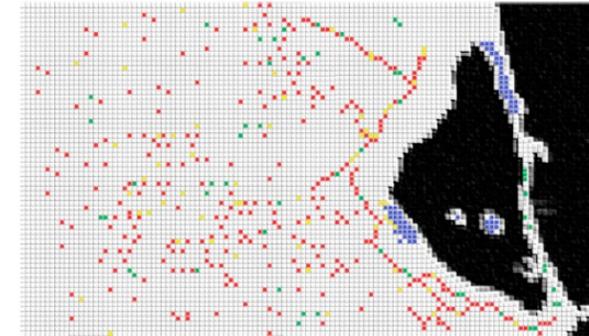
Damage Level	Relevant Damage			
	B	Std. Error	t	Sign.
I_{LD}	0.136	0.003	3.026	0.000 *
I_{SA}	0.215	0.009	2.937	0.000 *
I_{ATO}	0.179	0.010	2.109	0.000 *

Number of observations: 817
AIC: 23,762.1
Multiple R-squared: 0.22
Adjusted R-squared: 0.22
F-statistic: 71.04 Prob (>F) (3,6) DF: 0

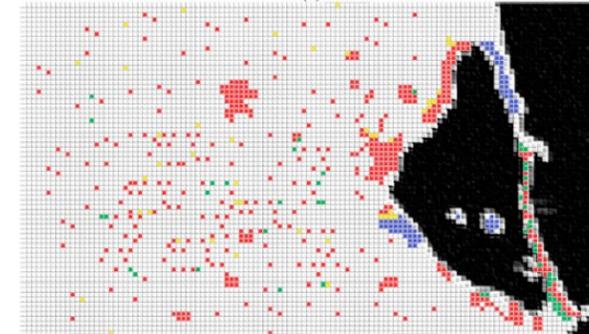
Damage Level	Catastrophic Damage			
	B	Std. error	t	Sign.
I_{LD}	-0.017	0.004	1.102	0.000 *
I_{SA}	0.087	0.010	1.434	0.000 *
I_{ATO}	0.117	0.012	1.811	0.000 *

Number of observations: 138
Akaike's information criterion (AIC): 21,038.5
Multiple R-squared: 0.24
Adjusted R-squared: 0.23
F-statistic: 32.69 Prob (>F) (3,6) degrees of freedom: 0

* Significant at 0.01 level.



(a)



(b)

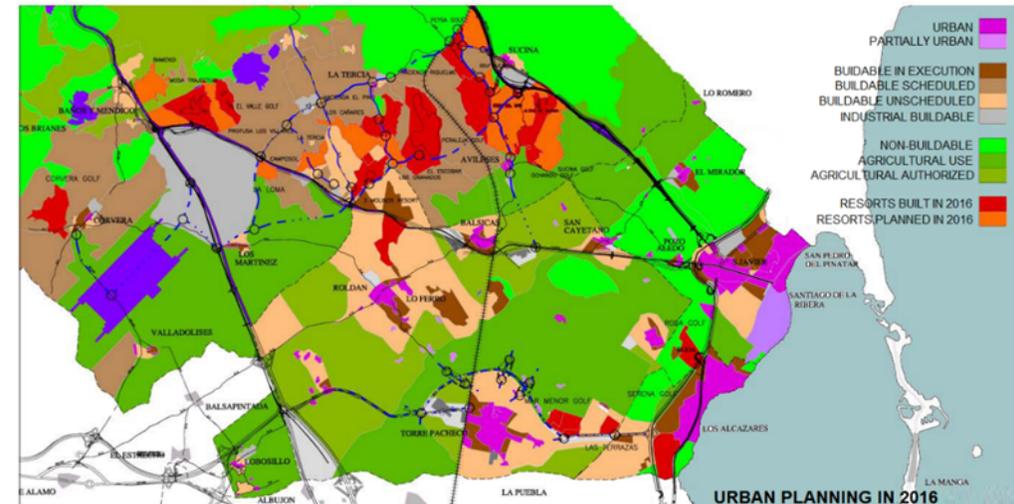
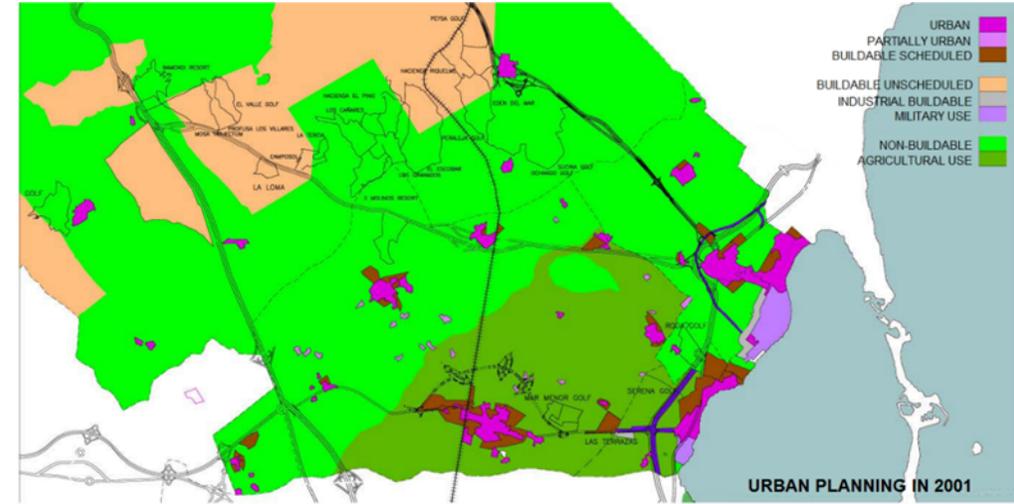
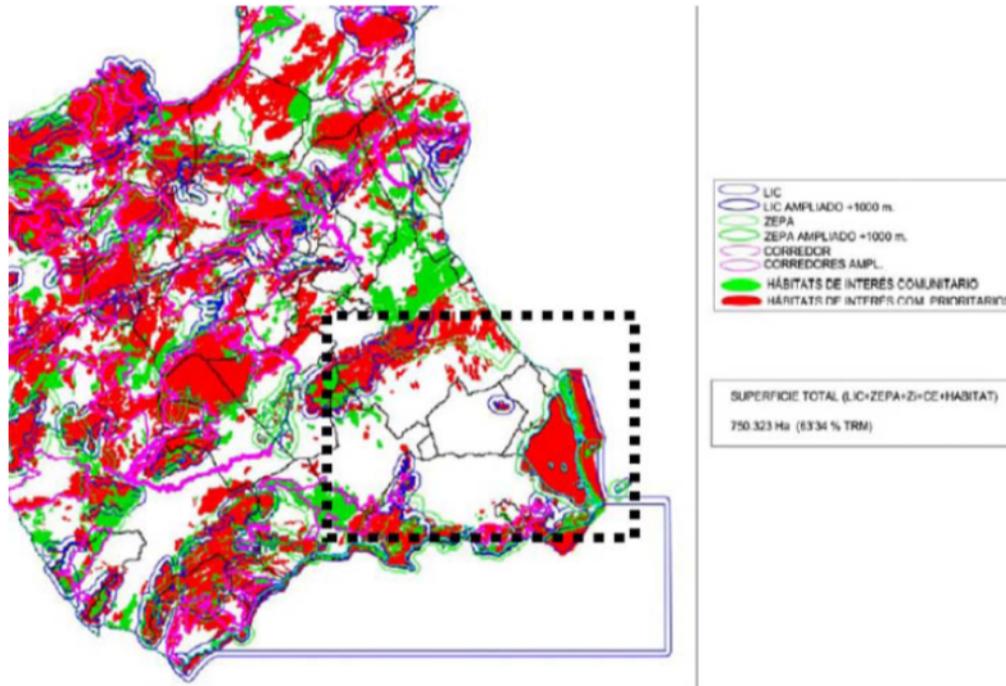


(c)

- HH: Alto índice SIG - Daño alto
- LL: Bajo índice SIG - Daño Bajo
- LH: Bajo índice SIG - Daño alto
- HL: Alto índice SIG - Daño bajo

RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA: EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y LAS POLÍTICAS TERRITORIALES

LA IMPORTANCIA DE LA CORRECTA GESTIÓN DEL TERRITORIO EN LA PROBLEMÁTICA GLOBAL DEL MAR MENOR



CONCLUSIONES

- El **cambio climático** obliga a repensar la política territorial existente en las cuencas costeras mediterráneas. Hay que profundizar en la realidad del territorio en las zonas fuertemente antropizadas para parametrizar de manera más realista los fenómenos actualmente existentes en estas zonas.
- El **fenómeno de la antropización territorial difusa** es una variable compleja de analizar, pero que posee una correlación espacial demostrada con la evolución de la vulnerabilidad frente a las inundaciones en zonas como la cuenca vertiente del Mar Menor .

CONCLUSIONES

- El **análisis geoestadístico** mediante indicadores SIG es una herramienta efectiva para la evaluación de este tipo de fenómenos complejos derivados de interacciones no evidentes entre variables de distinta naturaleza.
- La **mejora en la gestión del territorio** se hace cada vez más prioritaria como solución en estos contextos en los cuales la implementación de infraestructuras tradicionales de laminación de avenidas basadas en la ingeniería civil no poseen una efectividad contrastada ni responden a los objetivos de sostenibilidad actuales.
- Las **Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN)** aplicadas a gran escala pueden ser una herramienta efectiva para el tratamiento de esta problemática en entornos como el estudiado.

RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA: EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y LAS POLÍTICAS TERRITORIALES

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Más información en: <https://www.upct.es/~potepapi>

Grupo de I+D de Política Territorial, Planificación Ambiental y de las infraestructuras (POTEPAPI) de la Universidad Politécnica de Cartagena