

PRODUCTO 1.1: GUÍA DE CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE CATÁSTROFES COSTERAS

Due date of deliverable: 31/09/2022

Actual submission date: 30/09/2022

Lead contractor for this PRODUCT: IGME

Autores

Rosa María Mateos, Cristina Reyes, Roberto Sarro, Mónica Martínez Corbella, Juan López-Vinielles, Pablo Ezquerro, Marta Béjar



Table of Content

1	INTRODUCCIÓN	3
2	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	5
3.	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	6
3.1.	EVENTOS.....	6
3.2.	PÉRDIDAS ECONÓMICAS.....	6
3.3.	VÍCTIMAS MORTALES.....	7
4.	RESULTADOS.....	7
4.1	EVENTOS MÁS DAÑINOS POR PAÍSES.....	8
4.1.1.	Francia.....	8
4.1.2.	Portugal.....	10
4.1.3.	España.....	11
4.2	ANÁLISIS TEMPORAL DE LOS DATOS.....	12
5.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	14
	Referencias bibliográficas.....	16

1. INTRODUCCIÓN

El Producto 1.1. de RISKCOAST tiene como finalidad desarrollar una GUÍA DE CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE CATÁSTROFES COSTERAS, teniendo en cuenta el exhaustivo inventario de los eventos costeros ocurridos durante los últimos 10 años, que hayan generado alarma y daños significativos en el territorio SUDOE de cada uno de los países participantes.

La Unión Europea tiene 68,000 km de costa, que bordea las siguientes 6 cuencas marinas principales: el Mar Báltico, el Mar del Norte, el Océano Atlántico, el Mar Mediterráneo, el Mar Negro y otras regiones de ultramar. Las áreas costeras son de vital importancia, no solo porque albergan ecosistemas únicos, sino porque son lugares preferenciales de asentamientos humanos de enorme relevancia para la economía europea. Aproximadamente el 40% (unos 206 millones de personas) de la población de la UE vive a menos de 50 km del mar y casi el 40% del PIB de la UE se genera en estas regiones costeras (Unión Europea, 2016). Las costas del Mediterráneo y del Océano Atlántico Nororiental son las más pobladas (36% and 29,5% de la EU población costera, respectivamente).

El enorme desarrollo turístico de estas regiones costeras ha determinado grandes intervenciones y transformaciones del territorio con un urbanismo sin precedentes. En numerosas ocasiones, se trata de un litoral sometido a una presión muy por encima de su capacidad, con serias consecuencias medioambientales y sociales. El caso del litoral español es muy significativo. Según un reciente informe de Greenpeace-España (2019), durante los últimos 30 años, la superficie urbanizada de la costa española se ha duplicado. El 13,1% de la costa y el 37% de las playas españolas están urbanizadas. La magnitud en algunas zonas es de tal calibre que municipios de la Costa del Sol (S de España) tienen el 90% de su costa urbanizada.

Las zonas costeras se ven gravemente afectadas por el impacto de fenómenos climáticos extremos, como los temporales marinos con mareas extremas y son territorios especialmente vulnerables a los efectos del Cambio Climático. Los eventos climáticos extremos en la costa se pueden definir en base al carácter extraordinario de los datos de temperatura, precipitación, velocidad del viento y presión atmosférica, entre otros, quedando englobados los temporales marítimos que pueden alcanzar incluso el nivel de huracanes. También se definen por el impacto que causan en la

sociedad: excesivas víctimas mortales, así como elevadas pérdidas económicas y medioambientales. Los eventos meteorológicos extremos en la costa suelen producir procesos en cascada: subida del nivel del mar, invasión marina e inundaciones costeras, crecida de ríos, erosión costera, retroceso de playas, desprendimientos rocosos y deslizamientos en zonas acantiladas, etc. Los efectos de la suma de estos procesos sobre una costa antropizada pueden ser devastadores: víctimas mortales y heridos; afecciones a viviendas, servicios, infraestructuras y mobiliario urbano, zonas de cultivo, ecosistemas, arrastre de vehículos; interrupción de la actividad, cortes en el abastecimiento de agua y electricidad, etc.

Según estudios recientes (Brunetti et al. 2001; Gregory et al. 2001; McGregor et al. 2005; Kron et al. 2019) durante las últimas décadas, los daños causados por eventos meteorológicos extremos en Europa se han incrementado considerablemente, especialmente los relacionados con eventos de intensas precipitaciones y temporales. Las principales razones no solo están ligadas al cambio climático, sino a una mayor exposición de la población y de elementos vulnerables. No obstante, la falta de información relativa a la frecuencia de estos eventos climáticos extremos y sus impactos en la costa dificulta un análisis veraz de los efectos del cambio climático.

En el presente trabajo, se realiza un análisis detallado de los eventos climáticos extremos que han afectado a las costas del Sudoeste de Europa (atlántica y mediterránea) durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2009 y el 28 de febrero de 2020, así como una cuantificación de los daños causados: víctimas mortales, heridos y daños económicos. Con este trabajo se pretende contribuir a un análisis real de los impactos que producen los eventos extremos en la costa y determinar si se observa una tendencia ascendente, como apuntan los modelos del IPCC (Seneviratne et al. 2021). La zona de estudio engloba a 20 regiones del sudoeste de Europa: 3 en el sur de Francia, 5 en Portugal continental y 12 en España (continental e Islas Baleares). Se contempla el litoral atlántico y el mediterráneo con el objetivo adicional de comparar ambas cuencas y analizar las fortalezas y debilidades para cada una frente a este tipo de procesos.

El presente trabajo aborda las regiones costeras de la región SUDOE de Francia, España y Portugal.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio del presente trabajo abarca 20 regiones del sudoeste de Europa, 12 de ellas situadas en el litoral Atlántico y 8 en el Mediterráneo, distribuidas de la siguiente forma por países:

- Francia (3 regiones): Poitou-Charentes, Aquitania y Languedoc-Roussillon.
- Portugal (5 regiones): Norte, Centro, Lisboa, Alentejo y Algarve.
- España (12 regiones): País Vasco, Cantabria, Asturias, Galicia, Costa Atlántica andaluza, Cataluña, Comunidad Valenciana, Región de Murcia, Baleares, Ceuta, Melilla y Costa Mediterránea Andaluza.

La zona de estudio engloba 8034 km de litoral (864 km correspondientes a Francia, 848 km a Portugal y 6322 km a España). Un 47,3% del litoral analizado corresponde a costa Atlántica (3807 km) y un 52,7% a costa Mediterránea (4227 km). El total de la zona incluye a una población cercana a los 42 millones de habitantes (censo 2021), con ciudades tan importantes como Burdeos, Poitiers y Montpellier (Francia), Lisboa y Oporto (Portugal) y Barcelona, Bilbao, Valencia y Málaga (España).

La costa atlántica analizada contempla un amplio rango de ambientes morfosedimentarios: llanuras de marea, rías, playas, estuarios, bahías, marismas, lagoons, cordones dunares, acantilados, etc., con un régimen de mareas de carácter meso-tidal y sometida a frentes de oleaje de alta energía. Se trata de una costa que sufre una antropización progresiva, a través de un urbanismo creciente ligado principalmente a la actividad turística. Incluye ecosistemas de altísimo interés, como el Parque Nacional de Doñana (España), el humedal de mayor extensión de Europa.

La costa mediterránea del SO de Europa, donde las mareas son poco significativas, alterna costas bajas arenosas -con grandes extensiones de playas- y costas rocosas acantiladas debido a la cercanía de grandes sistemas montañosos (Pirineos y Cordilleras Béticas, principalmente). El oleaje no es tan energético como en el Atlántico, aunque durante el temporal Gloria (enero 2020) se registraron olas de 8,44 m de altura en la costa de Valencia, el record medido en el Mediterráneo hasta el momento (Alfonso et al. 2021). Se trata de un litoral altamente urbanizado y modificado, que soporta una elevadísima presión turística y con enclaves de alto valor ecológico

seriamente amenazados, destacando la Manga del Mar Menor (región de Murcia), la Albufera de Valencia y el Delta del Ebro (Cataluña).

Cabe destacar de la zona de estudio la importancia económica de sus costas derivada del turismo. Como ejemplos significativos resaltamos las islas Baleares en España, donde la actividad turística representa el 45,5% del PIB de la región; un territorio que recibió 16,5 millones de turistas en 2019. La costa del Algarve en Portugal también representa un destino turístico al alza, con una cifra ligeramente superior a los 9 millones de turistas para el mismo año, así como el litoral de Languedoc-Roussillon con cerca de 1 millón de visitantes en 2019 (data from EUROESTAT).

España se extiende sobre la Península Ibérica y dos archipiélagos (Canarias y Baleares), lo que determina un amplio litoral con una morfología predominantemente rectilínea.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de trabajo consta de las siguientes fases:

3.1.- Recopilación de los principales eventos meteorológicos extremos ocurridos en el litoral durante el período 1 de enero 2009 y 28 de febrero de 2020. Para ello se ha revisado el repositorio de resúmenes climatológicos de los organismos meteorológicos de cada país (Météo-France; Instituto Português do Mar e da Atmosfera y Agencia Estatal de Meteorología de España), que proporcionan información climatológica de carácter regional. Se ha realizado una primera selección de diferentes tipos de eventos: Tempestad Ciclónica Atípica o TCA, Depresión Aislada de Niveles Altos o DANA, borrascas con nombre propio y episodios de precipitaciones intensas de cierta extensión. Con esta información, se ha elaborado una base de datos que incluye información significativa para cada evento: duración y extensión geográfica, precipitaciones, temperatura, anomalías de temperatura y precipitación, insolación, así como otros datos de velocidad de viento. Algunos datos relativos a la altura máxima de ola registrada han sido obtenidos de otros organismos nacionales relacionados con la gestión de los puertos.

3.2.- Recopilación de pérdidas económicas causadas por los eventos meteorológicos extremos que afectaron al litoral en el periodo de estudio. Para ello se han utilizado los datos oficiales del Consorcio de Compensación de Seguros, en el caso de España, así como información oficial de otras instituciones de Francia y Portugal. En el caso de lagunas de información, se han consultado datos de la prensa y contrastados por los medios de comunicación.

3.3.- Recopilación de las víctimas mortales y heridos producidas por los eventos meteorológicos extremos en el litoral para el mismo periodo de análisis. En el caso de España, se han consultado los datos oficiales del repositorio de anuarios y estadísticas del Ministerio del Interior, que proporciona los datos sobre víctimas mortales por riesgos naturales (en el caso de España) registrados por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCE), así como informes oficiales de instituciones similares (Sécurité Civile y Emergência e Proteção Civil) para el caso de Francia y Portugal, respectivamente. Un dato importante que se ha intentado recopilar es la causa de las muertes y heridos, así como su relación con el tipo de proceso: inundación, arrastre por corriente de agua, embate del oleaje, deslizamiento o desprendimiento rocoso, naufragio cerca de la costa, etc.

Adicionalmente, la información de los tres apartados se ha completado con: bases de datos propias, artículos científicos, informes técnicos y datos fidedignos recopilados de los medios de comunicación.

Una vez organizadas las tres fuentes de datos principales: eventos meteorológicos extremos, daños económicos y víctimas mortales/heridos, se han superpuesto para seleccionar los eventos de mayor impacto, adoptando los siguientes criterios: eventos significativos desde el punto de vista meteorológico y con incidencias a escala regional; eventos con, al menos, una víctima mortal o herido, y eventos con daños económicos superiores a €0,5M.

4.- RESULTADOS

En base a los criterios anteriores, los resultados del número de eventos meteorológicos extremos, pérdidas económicas y víctimas mortales, para cada uno de los países queda recogido en la Tabla I.

Country	Number of Extreme Meteorological Events	Fatalities	Injuries	Economic losses €M
France	4	50	79	3113,9
Portugal	17	7	14	8,38
Spain	74	111	44	827,9
Total	95	168	137	3950,2

Tabla I. Síntesis por países del número de eventos meteorológicos extremos registrados, víctimas mortales, heridos y daños económicos causados

Si analizamos los datos anteriores por costa (atlántica o mediterránea) los resultados quedan reflejados en la Tabla II.

Coast	Number of Extreme meteorological events	Fatalities	Injuries	Economic losses €M
Atlantic (3807 km)	49	65	93	3043
Mediterranean (4227 km)	46	103	44	907,2
TOTAL	95	168	137	3950,2

Tabla II. Síntesis por litoral del número de eventos meteorológicos extremos registrados, víctimas mortales, heridos y daños económicos causados

4.1- Eventos más dañinos por países

4.1.1. Francia

Francia registró en sus tres regiones de estudio 4 eventos significativos, 2 en la región mediterránea de Languedoc-Roussillon, y 2 en la región de Aquitania. Se registraron 50 víctimas mortales y 79 heridos para el periodo analizado, con unas pérdidas económicas cuantificadas en 3113,9 millones de euros.

El temporal Xynthia, ocurrido los días 27-28 de febrero de 2010, fue sin duda el evento más trágico de la última década, no solo en Francia, sino en el conjunto del territorio SUDOE. En la Fig. 2 se muestra la extensión de los efectos de la tormenta en la costa atlántica de Francia objeto de estudio, destacando una mayor virulencia en el Golfo de Gascogne. La tormenta se caracterizó por intensas precipitaciones, fuertes vientos (entre 120 y 140 km/h) y mareas excepcionales, que desencadenaron una serie de procesos en cascada (Kolen et al. 2013): inundaciones de gran extensión, invasión marina, desbordamiento de cauces, torrentes de fango, erosión costera, así como deslizamientos y desprendimientos de roca.

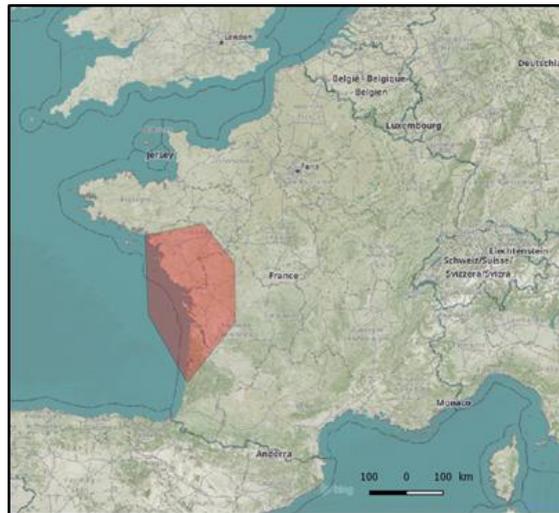


Fig. 2. Tormenta Xynthia (febrero 2010) en la costa atlántica del sur de Francia y el polígono de la zona afectada por el temporal. Algunas fotografías de los efectos causados en el litoral.

El resultado fue devastador. Se inundaron viviendas (más de 5000 viviendas sufrieron daños en Charente-Maritime), negocios y zonas industriales. Numerosas carreteras se vieron afectadas, así como multitud de vehículos. Las pérdidas en la agricultura fueron cuantiosas, con más de 52,000 hectáreas anegadas en Charente-Maritime y Vendée. En la costa, además de afecciones a puertos, se destruyeron numerosos diques (más de 120 km de diques tuvieron que repararse en la región Charente-Maritime), y tuvieron lugar importantes procesos de erosión y retroceso de la línea de costa, con pérdida de playas.

El balance de víctimas de la tormenta Xynthia fue trágico: 47 muertes y 79 heridos. Se activaron los planes de emergencias comunales e intervinieron las autoridades locales, regionales y nacionales. Actuaron más de 2000 bomberos, 565 policías y 330 personas de Protección civil. Se procedió a la evacuación y realojo de 767 personas en Vendée y aproximadamente 2000 residentes en

Charente-Maritime; 1527 ciudades fueron declaradas como zonas catastróficas (Vendée, Charente-Maritime, Deux-Sèvres y Vienne). Francia activó el Plan de diques y el Plan de inundaciones rápidas, así como el Plan de Prevención de Riesgos Naturales. Los costes económicos que generó la tormenta Xynthia fueron cuantiosos, valorados en unos 3000 millones de Euros (MEEDDM, 2010).

4.1.2. Portugal

Portugal registró 17 eventos meteorológicos extremos en el periodo de estudio, que causaron 7 víctimas mortales y 14 heridos, con unas pérdidas económicas cuantificadas en 8,38 millones de Euros. Ha de hacerse constar que tan solo se dispone de datos de pérdidas económicas fiables para tres eventos, quedando sin cuantificar los 14 eventos restantes, por lo que la cifra mostrada en la Tabla I está claramente infravalorada.

La costa del Algarve es la más afectada de los últimos 10 años en Portugal. Los procesos más importantes en la costa del Algarve son los desprendimientos rocosos en playas con alta exposición (Marques et al. 2011). En la Praia Maria Luísa (Albufeira), el 21 de agosto de 2009, se produjo el evento más trágico de la década (Fig. 3). Un desprendimiento de rocas en el acantilado de la playa causó 5 víctimas mortales y dos heridos graves.



Fig. 3. Rescate de las 5 víctimas mortales tras el desprendimiento rocoso ocurrido en la Praia Maria Luísa (Albufeira), el 21 de agosto de 2009. Foto© Diana Santos Gomez e Sérgio Pereira Cardoso

No obstante, el evento de mayor extensión y mayores pérdidas económicas registradas tuvo lugar entre el 30 de octubre y 1 de noviembre de 2011 en la costa Norte y Centro de Portugal. Fue un evento meteorológico de corta duración, con lluvias intensas, fuertes vientos, intenso oleaje y mareas

inusuales, que generaron procesos en cascada: deslizamientos y desprendimientos rocosos, acumulación anómala de sedimentos, inundaciones, invasión marina erosión de la costa, así como retroceso de playas y acantilados. Tras la tormenta, se invirtieron 5 millones de euros en medidas de protección de la costa, especialmente en las zonas de Esmoriz, Cortegaça, Furadouro y Ovar.

4.1.3 España

El litoral español ha sido afectado por 74 eventos meteorológicos extremos durante el periodo analizado, lo que representa casi el 78% del total de eventos registrados en la zona de estudio. Destaca su litoral mediterráneo, con 44 eventos inventariados, pero que contabiliza casi el 61% de las víctimas mortales (102 víctimas) del total de las registradas en la zona del estudio. Las pérdidas económicas ascienden a 827,9 millones de Euros, aunque de un 30% de los eventos no se dispone de información fiable, por lo que la cifra está infravalorada.

Gran parte de los eventos registrados en el litoral mediterráneo español tienen lugar durante el inicio del otoño, después del intenso calor del verano, dando lugar a DANAs (Depresión Aislada en Niveles Altos), tradicionalmente denominadas “gotas frías”. El calor y la humedad acumulados en las capas bajas y en el mar se encuentra con el frío que llega en las capas altas de la atmósfera, produciéndose fuertes tormentas y aguaceros, con precipitaciones muy intensas concentradas en cortos periodos de tiempo. Según la orografía, suelen originarse fuertes riadas e inundaciones súbitas. Como ejemplo significativo durante el periodo analizado, destaca la tragedia de la localidad costera de Sant Llorenç des Cardassar en Mallorca, ocurrida el 9 de octubre de 2018, que ocasionó 13 víctimas mortales. Un extraordinario evento de lluvia convectiva - 400 mm en 6 horas- imprevisto por la mayoría de los modelos numéricos de predicción, generó una devastadora inundación repentina en el núcleo urbano (Fig. 4a), atravesado por un torrente que llegó a alcanzar un caudal punta de 500 m³/s (Lorenzo-Lacruz et al., 2019; Grimalt et al. 2021).

El temporal Gloria, que tuvo lugar los días del 19-20 enero de 2020, activó el nivel máximo de alerta por rachas de viento, lluvia, nieve y fenómenos costeros (Fig. 4b) en gran parte del este peninsular, así como en Baleares (Amores et al. 2020). El temporal, con precipitaciones intensas de hasta 400mm/24 h y vientos de hasta 140 km/h (De Alfonso et al. 2021), ocasionó 13 víctimas mortales, 3 desaparecidos y daños económicos valorados en 71 millones de Euros (Consortio de Compensación de Seguros).



Fig. 4. a) Inundación (octubre 2018) en el municipio costero de Sant Llorenç de Descardassar (Mallorca), que generó 13 víctimas mortales. b) Los efectos de la tormenta Gloria (enero 2020) en la costa mediterránea española (Barcelona). Fotos: ©Diario de Mallorca y Enric Fontcuberta, respectivamente

En la costa atlántica española se registraron 30 eventos significativos durante el periodo analizado, con 9 víctimas mortales. El evento más significativo ocurrió en el litoral de Galicia, entre el 4-7 de enero de 2014, con un temporal marítimo de fuertes vientos e intenso oleaje que desencadenó desbordamiento de ríos y arroyos e importantes inundaciones en la costa. Perdieron la vida tres personas cuyos cadáveres fueron rescatados por Salvamento Marítimo (Dirección General de Protección Civil y Emergencias de España, 2014).

4.2 Análisis temporal de los datos

En la Figura 5 se muestra la evolución temporal, para el periodo de tiempo analizado, del número de eventos registrados, víctimas mortales y pérdidas económicas. En cuanto al número de eventos, se observa un ligero incremento a lo largo de la última década, destacando el año 2014 con 20 eventos significativos, seguido de los años 2018 y 2019, con 13 y 12 eventos, respectivamente. En relación a las víctimas mortales y las pérdidas económicas, la tormenta Xynthia en Francia (2010) supone un punto de inflexión en ambos parámetros, destacando también el año 2012 con 26 víctimas mortales en tan

solo 4 eventos, todos ellos en la costa mediterránea andaluza, destacando la DANA del 28 de septiembre de 2012 que causó 13 víctimas mortales en el litoral de Andalucía y Murcia (Gil-Meseguer et al. 2012). En los últimos años del análisis, 2018, 2019 e inicios del 2020, también se observa un ligero incremento de las víctimas mortales (57 víctimas) y de los costes económicos, destacando el año 2019 con casi 563 millones de Euros en pérdidas económicas.

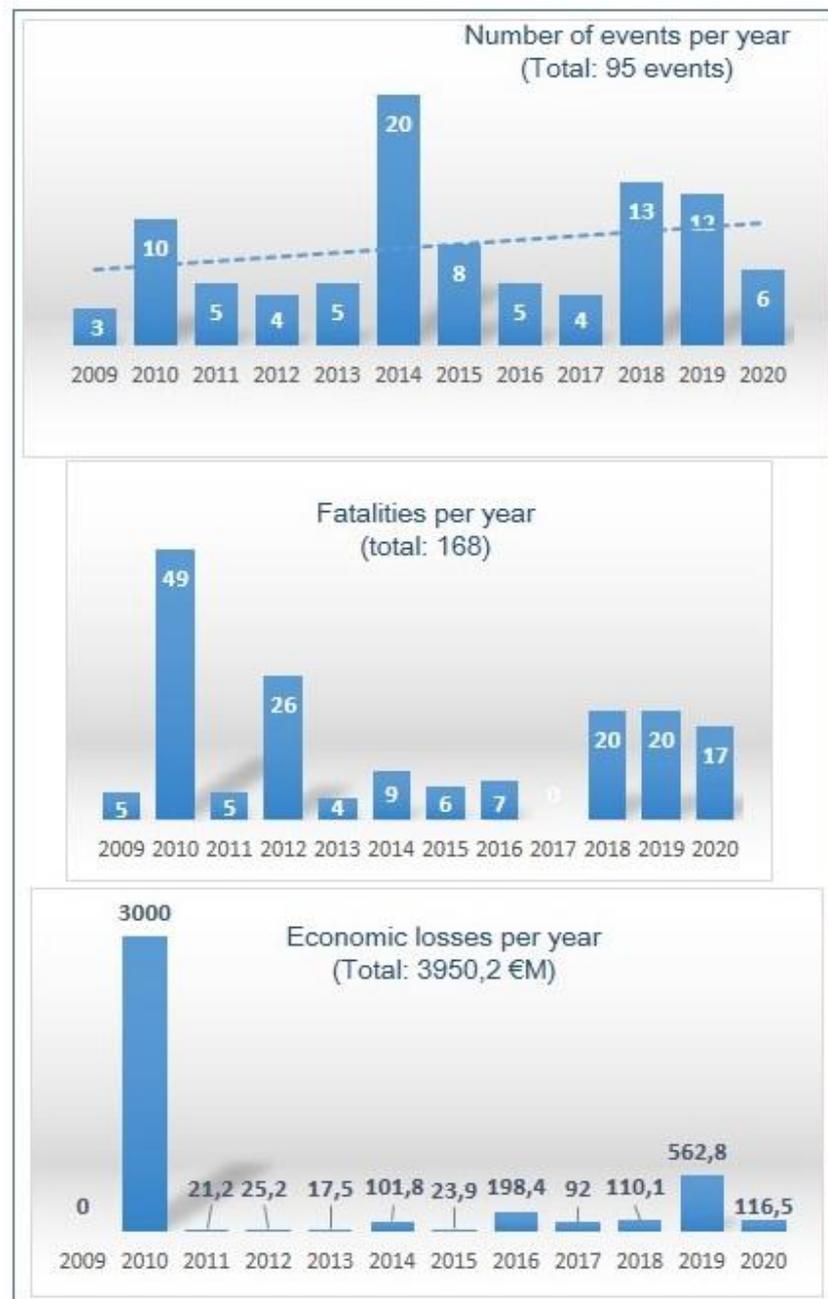


Figura 5. Distribución anual del número de eventos, víctimas mortales y daños económicos para el periodo de estudio (2009-2020). Nótese que durante el 2020 únicamente se han analizado los meses de enero y febrero.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha llevado a cabo un análisis de los impactos causados por 95 eventos meteorológicos extremos que dejaron una huella patente en la costa sudoeste de Europa, durante el periodo enero 2009-febrero 2020. Se trata principalmente de eventos de intensas precipitaciones y fuertes vientos, susceptibles de desencadenar procesos en cadena: inundaciones, invasión marina, deslizamientos, erosión y retroceso de playas, entre otros. La zona de estudio comprende 20 regiones costeras de Francia, Portugal y España, que suman una longitud de costa de 8034 km. Para conocer la naturaleza de los eventos y los impactos sociales (víctimas mortales y heridos) y económicos que dejaron, se han consultado fuentes oficiales de los tres países, así como informes técnicos, artículos científicos, bases de datos e información de los medios de comunicación, generando una base de datos unificada y abierta.

Los resultados obtenidos en este trabajo ponen de manifiesto lo siguiente:

Se observa una ligera tendencia ascendente en el número de eventos registrados, especialmente durante los tres últimos años del análisis. No obstante, el periodo de tiempo considerado es tan corto (11 años y dos meses) que esta observación no ofrece validez. Es necesario un periodo de tiempo de estudio más largo para confirmar esta tendencia, lo que reafirma la necesidad de prolongar y normalizar este estudio.

España es el país que reporta más eventos (74 eventos de los 95) debido a la mayor longitud de costa analizada (6332 km). Portugal registra 17 eventos (en 848 km de costa) y Francia 4 (864 km de litoral). La costa atlántica, a pesar de tener una longitud de costa menor, registra ligeramente un mayor número de eventos, 49 frente a los 46 registrados en la costa mediterránea. No obstante, si representamos en cada una de las regiones de la zona de estudio la afección de tales eventos (Fig. 6), se observa una mayor concentración en la franja mediterránea española, destacando la región de Andalucía (S España) donde 28 eventos meteorológicos extremos han dejado secuelas significativas.

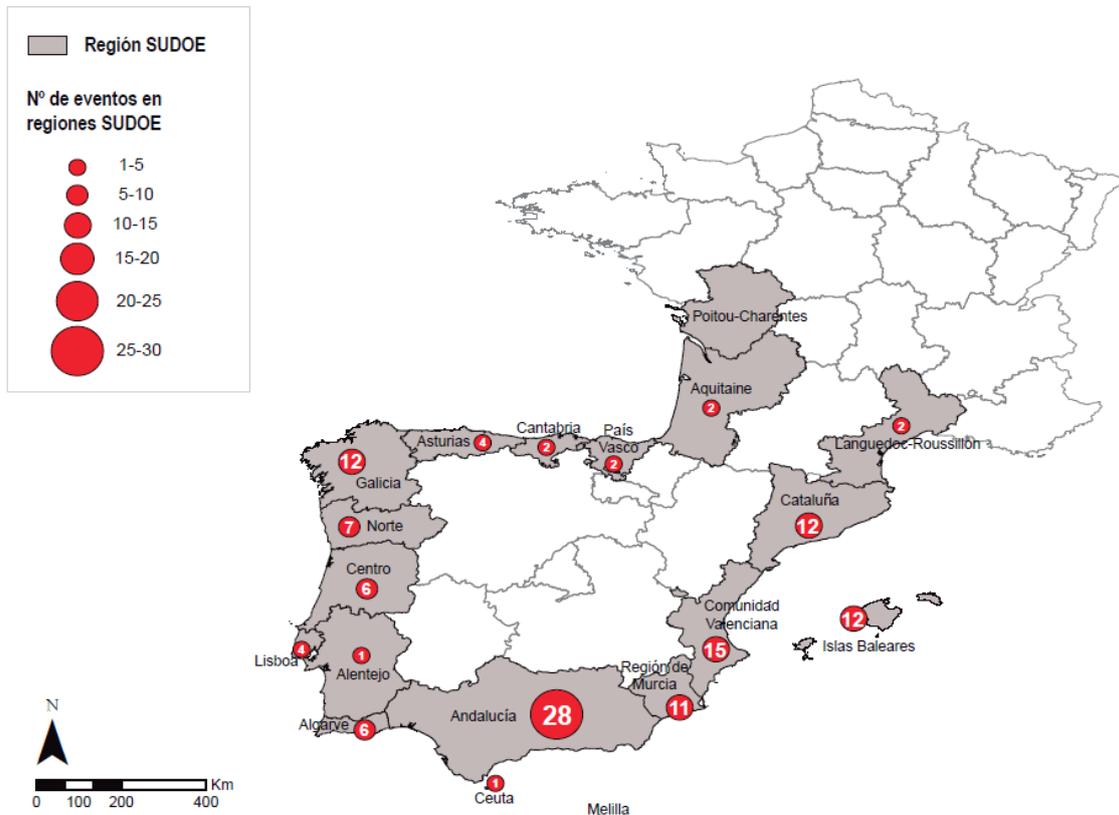


Fig. 6. Representación del número de eventos meteorológicos extremos que han tenido impactos significativos en cada una de las regiones analizadas. Destaca el litoral mediterráneo español con mayores registros. Nótese que el número de eventos es mayor que los 95 inventariados, ya que algunos de ellos han tenido una dimensión interregional y están contabilizados más de una vez.

En relación a las víctimas mortales, se han confirmado 168 víctimas durante el periodo analizado en la zona de estudio. La causa principal de las muertes ha sido por ahogamiento. Destaca el litoral mediterráneo español, con un 61% de las víctimas mortales. Este hecho puede deberse, no solo a una mayor exposición de la población, por constituir una zona preferencial de destino turístico, sino a la singularidad de los eventos registrados en la costa mediterránea, muchos de ellos relacionados con DANAS que representan acontecimientos súbitos de elevadas precipitaciones, sin apenas margen de respuesta. No obstante, el evento más trágico de la serie ocurrió en la costa atlántica francesa en febrero de 2010, donde el temporal Xynthia dejó un reguero de 47 muertes y 79 heridos, la mayoría por las consecuencias de las inundaciones asociadas.

Las pérdidas económicas cuantificadas en el presente trabajo ascienden a casi 4000 millones de Euros durante el periodo analizado. Estos datos están

infravalorados debido a dos circunstancias principales: a) No se dispone de información fidedigna de los impactos económicos de 36 eventos (casi el 38% del total) y b) representan costes directos, la mayoría de reparación de viviendas e infraestructuras, sin analizar los costes indirectos que los eventos pudieron causar: interrupción de la actividad comercial y del turismo, cierre de restaurantes, hoteles y servicios, pérdidas de beneficios, etc. De nuevo, el temporal Xynthia en la costa atlántica de Francia (2010) representa el evento con mayores pérdidas económicas registradas, que ascienden a los 3 billones de euros. Si no se tuvieran en consideración las consecuencias económicas de Xynthia, el resto de las pérdidas económicas se focalizan principalmente en la costa mediterránea, lo que pone de manifiesto una menor preparación de este litoral para mitigar los daños de los procesos adversos costeros de naturaleza tan rápidos. Al menos en España, la costa atlántica ha invertido tradicionalmente más dinero y esfuerzos para reducir los efectos de los temporales marinos, debido a su mayor virulencia y frecuencia.

En general, este trabajo pone de manifiesto una mayor vulnerabilidad de la costa mediterránea del SO de Europa frente a la Atlántica. Se trata de una costa más urbanizada y poblada, con un modelo de crecimiento turístico exponencial e históricamente menos acostumbrada a lidiar con los temporales marinos.

El presente trabajo pone de manifiesto la necesidad de crear un sistema de vigilancia continuo, a nivel europeo, de los impactos que generan los eventos meteorológicos adversos en el litoral. La costa no solo es un territorio muy codiciado, sino que constituye un ámbito especialmente vulnerable a los efectos del Cambio climático. Para constatar que el cambio climático aumenta la frecuencia e intensidad de los temporales marinos, y que sus consecuencias en la costa son cada vez más devastadoras, es preciso contar con información fidedigna y normalizada. La adaptación y mitigación, como respuestas básicas ante el cambio climático, precisa de conocer la realidad a través de multiparámetros cuantificados.

Referencias Bibliográficas

AEMET. http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes

Amores, A., Marcos, M., Carrió, D.S., Gómez-Pujol, L. (2020) Coastal Impacts of Storm Gloria (January 2020) over the Northwestern Mediterranean. Natural Hazards and Earth System. <https://doi.org/10.5194/nhess-2020-75>

Brunetti M, Colacino M, Maugeri M, Nanni T (2001) Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951 to 1996. International J Climatology 21:299–316.

Consorcio de Compensación de Seguros. <https://www.conorseguros.es/web/la-entidad/publicaciones>.

De Alfonso, M., Lin-ye, J., García-Valdecasas, JM., Pérez-Rubio, S., Luna. MY., Santos-Muñoz, D., Ruiz MI., Pérez-Gómez, B., Álvarez-Fanjul, E. (2021) Storm Gloria: Sea State Evolution Based on in situ Measurements and Modeled Data and Its Impact on Extreme Values. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.646873>.

European Union (2016) Study on specific challenges for a sustainable development of coastal and maritime tourism in Europe. Final Report. 348 p. ISBN 978-92-9202-190-0; doi: 10.2826/94993

EUROSTAT (2019) Tourism statistic. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tourism_statistics

Gregory J, McCabe M, Clark P, Serreze MC (2001) Trends in Northern Hemisphere surface cyclone frequency and intensity. *Journal of Climate* 14:2763–2768

Greenpeace (2019) A toda Costa. Análisis de la evolución y estado de conservación de los bienes y servicios que proporcionan las costas.

Grimalt, M., Bauzá-Llinás, J., Genovart-Rapado, MC. (2021) The flood of October 9, 2018 in the city centre of Sant Llorenç des Cardassar (Mallorca). *Geographical Research Letters* 47:265-286.

Kolen B., Slomp R., Jonkman SN (2013) The impacts of storm Xynthia February 27-28, 2010 in France: lessons for flood risk management. *Journal of flood risk Management*, Vol. 6: 261-278. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12011>.

Kron, W., Löw, P., Kundzewicz ,ZW. (2019) Changes in risk of extreme weather events in Europe. *Environmental Science & Policy*. Vol. 100: 74-83. ISSN 1462-9011;doi:<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.06.007>.

Lorenzo-Lacruz, J., Amengual, A., Garcia, C., Morán-Tejeda, E., Homar, V., Maimó-Far, A., Hermoso, A., Ramis, C., Romero, R. (2019). Hydro-meteorological reconstruction and geomorphological impact assessment of the October 2018 catastrophic flash flood at Sant Llorenç, Mallorca (Spain). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 19: 2597–2617. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-2597-2019>

Marques, F., Matildes, R., Redweik, P. (2011) Statistically based sea cliff instability hazard assessment of Burgau-Lagos coastal section (Algarve, Portugal). *Journal of Coastal Research* 64: 927-931.

McGregor, G.R., Ferro, C.A.T., Stephenson, D.B. (2005). Projected Changes in Extreme Weather and Climate Events in Europe. In: Kirch, W., Bertollini, R., Menne, B. (eds) *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-28862-7_2

MEEDDM: Ministère De L'Ecologie Et Du Développement Durable Directions Régionales De L'Environnement (2010). Tempête Xynthia – Retour d'expérience, évaluation et propositions d'action. Rapport du Gouvernement Français, Mai 2010, 2 Tomes.

Gil-Meseguer, E., Pérez-Morales, A., Gómez-Espín, JM. 2012. Precipitaciones y avenidas del 28 de septiembre de 2012 en el cuadrante SO de la Cuenca del Segura, (Municipios de Lorca y Puerto Lumbreras. Papeles de Geografía 55,56: 75-94.

Ministerio del Interior de España. <http://www.interior.gob.es/web/archivos-y-documentacion/anuario-estadistico-de-2020>.

Seneviratne, S.I., X. Zhang, M. Adnan, W. Badi, C. Dereczynski, A. Di Luca, S. Ghosh, I. Iskandar, J. Kossin, S. Lewis, F. Otto, I. Pinto, M. Satoh, S.M. Vicente-Serrano, M. Wehner, and B. Zhou, 2021: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1513–1766, doi:10.1017/9781009157896.013.