

Actividad 1.2: RESULTADOS CUESTIONARIOS EN CADA REGIÓN SUDOE

Informe del GT1: E 1.2.1 ESPAÑA

Due date of deliverable: 30/06/2020

Actual submission date: 30/06/2020

Lead contractor for this deliverable: IGME

Autores y colaboradores

Autores: Rosa María Mateos, Roberto Sarro, Cristina Reyes, Eduardo Peña, Andrés Díez, Raúl Pérez, Oriol Monserrat, Anna Barra, Agustín Millares, Jorge Pedro Galve, Jose Miguel Azañón, Juan Martín, Pedro Martín, Santiago Martín

Colaboradores: Pedro Orfila, Ángela Potenciano, Joan Balanyà, Antonia Fornés, Gemma García, Gema Alcaín, Jaime C. Santaella



Table of Content

1	INTRODUCCIÓN	3
2	LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA LIGADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU GESTIÓN	4
2.1.	Las inundaciones	4
2.2.	Los movimientos de ladera y subsidencia del terreno.....	8
2.3.	La erosión costera y alteración de la dinámica litoral.....	13
3	LA INCLUSIÓN EN ESPAÑA DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA Y TERRITORIAL	17
3.1.	La Ley del Suelo y de Rehabilitación urbana	18
3.2.	La Norma Básica de Protección Civil	20
4	RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS.....	22
4.1.	Participantes.....	23
4.2.	Comunidad científica	24
4.2.1.	La erupción volcánica de El Hierro en 2011 (Islas Canarias).....	28
4.2.2.	La Urbanización Los Cármenes del Mar (Granada	30
4.3.	Protección Civil.....	32
4.4.	Gestores del territorio y del urbanismo.....	34
5	CONCLUSIONES	36
6	BIBLIOGRAFÍA.....	39

1. INTRODUCCIÓN

La Actividad 1.2 del GT 1 de RISKCOAST tiene como finalidad analizar una serie de cuestionarios compartidos a los diferentes socios asociados y agentes sociales de interés, con la finalidad de identificar las debilidades y fortalezas en España, Francia y Portugal en relación a:

- La coordinación y eficacia de los instrumentos de prevención.
- La gestión de las catástrofes.
- La rehabilitación de zonas siniestradas.

Cada participante será responsable de elaborar un informe relativo de su país, con un análisis detallado de las respuestas obtenidas a los cuestionarios. Para tal fin, el IGME, socio responsable del GT1, ha elaborado tres tipos de cuestionarios dirigidos a:

- Instituciones científicas. Socios de RISKCOAST y otras instituciones similares
- Servicios de Protección Civil: locales, regionales y nacionales.
- Servicios de las administraciones públicas responsables de la Planificación urbanística y territorial.

Cada cuestionario contiene una serie de preguntas dirigidas a identificar las fortalezas y debilidades que existen a la hora de aplicar las herramientas desarrolladas por los equipos científicos, no solo durante las etapas de planificación y prevención, sino también durante la etapa de emergencia. Pretende identificar igualmente cómo son el tipo de relaciones establecidas, si perduran en el tiempo, la coordinación existente entre los diferentes actores, los protocolos que se aplican y la eficacia real de las herramientas utilizadas. Los cuestionarios recogen también las formas de informar y comunicar a la sociedad lo ocurrido, la opacidad/claridad de la información transmitida, los medios empleados, etc. Se dedica un apartado especial a las principales medidas adoptadas para la rehabilitación, su impacto medioambiental, coste y duración, así como una discusión sobre su eficacia.

Una vez analizados los cuestionarios, se ha elaborado el presente informe, con un formato homogéneo para los tres países que conforman el consorcio RISKCOAST. En una primera etapa, se analizan los peligros geológicos ligados al cambio climático: inundaciones, movimientos de ladera y subsidencia del terreno, así como la erosión y las transformaciones en la

dinámica litoral, para analizar más a fondo la normativa y legislación vigente en materia de protección civil y planificación urbana y territorial. Finalmente, para entrar en materia RISKCOAST, se analizan detalladamente las respuestas dadas a los cuestionarios por los diferentes actores implicados en esta actividad: comunidad científica, personal de protección civil, responsables de la ordenación del territorio y la planificación urbanística. El informe va acompañado de una serie de tablas y figuras que ayudan a la comprensión de su contenido.

2. LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA LIGADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU GESTIÓN

Debido al desarrollo urbanístico y de infraestructuras llevado a cabo en España durante las últimas décadas, con una mayor ocupación del territorio expuesto a los peligros geológicos, se han incrementado considerablemente los daños causados por los peligros naturales ligados a eventos meteorológicos extremos (inundaciones, deslizamientos, erosión, y otros). Como ejemplos recientes cabe recordar la inundación tipo flash en Mallorca en octubre de 2018, que causó 13 muertes, así como la tormenta Gloria, en enero de 2020, que dejó una estela de 13 víctimas mortales. Estos casos ponen de manifiesto un problema no resuelto en el país: la falta de contundencia a la hora de integrar de manera eficiente los peligros naturales en la planificación urbanística y territorial y en la gestión de las emergencias.

2.1. Las inundaciones

Las inundaciones son el peligro geológico más importante en España, tanto por los daños que causan como por el número de víctimas mortales. Las más destructivas son las de tipo flash, relacionadas con episodios de lluvias muy intensas concentradas en cortos periodos de tiempo, típicas del clima mediterráneo. Según Díez-Herrero y García (2016), las inundaciones en España causan anualmente una media de 16 víctimas mortales y pérdidas económica valoradas en torno a los 205 millones de euros, lo que representa el 0,1% del PIB del país. La mayor tragedia de los últimos 50 años tuvo lugar en el verano de 1996 en la localidad de Biescas, en el Pirineo aragonés, cuando un flujo de derrubios arrasó un campin, causando la muerte de 87 personas.

La franja costera mediterránea de España es la más proclive a las inundaciones, debido a la recurrencia de los fenómenos de gota fría (DANA) que se producen tras el verano. La Fig. 1 representa el mapa de las víctimas mortales por inundaciones en España durante el periodo 1995-2020 (Díez-Herrero, 2020). En total hay 394 víctimas registradas durante los últimos 25 años, 80 de ellas (20,3%) corresponden al periodo 2018-2020, lo que indica un incremento significativo del número de víctimas mortales en los últimos años. Este hecho se puede explicar, bien por un incremento en el número de los fenómenos meteorológicos adversos, o bien por una mayor ocupación de territorio susceptible a los peligros naturales. Probablemente se deba a la combinación de ambos. La distribución espacial de los fallecidos indica una mayor densidad de víctimas en la costa mediterránea; se trata de numerosos eventos con 1-2 víctimas de media. Sin embargo, en el interior montañoso (Pirineos, Béticas y Cantábrica) los eventos son menores en número, pero el número de víctimas por evento es mayor. Cabe destacar las inundaciones en diciembre de 2016 en el sur y este de España (Cádiz, Málaga, Almería, Murcia y Valencia), que causaron 8 víctimas mortales; la tragedia ya comentada en Sant Llorenç (Mallorca), con 13 muertes, y las más recientes del temporal Gloria (enero 2020), con 13 víctimas mortales en el litoral mediterráneo y 4 personas desaparecidas. Los últimos datos de las pérdidas económicas causadas por el temporal Gloria superan los 100 millones de euros.

El Colegio Oficial de Geólogos de España (ICOG, 1997) elaboró una cartografía de “puntos rojos” por inundaciones en el territorio español e identificó 1400 puntos calientes, concentrados principalmente en la costa Mediterránea, los archipiélagos canario y Balear, así como en las cuencas fluviales del Guadalquivir, Tajo, Ebro, Júcar y Segura.

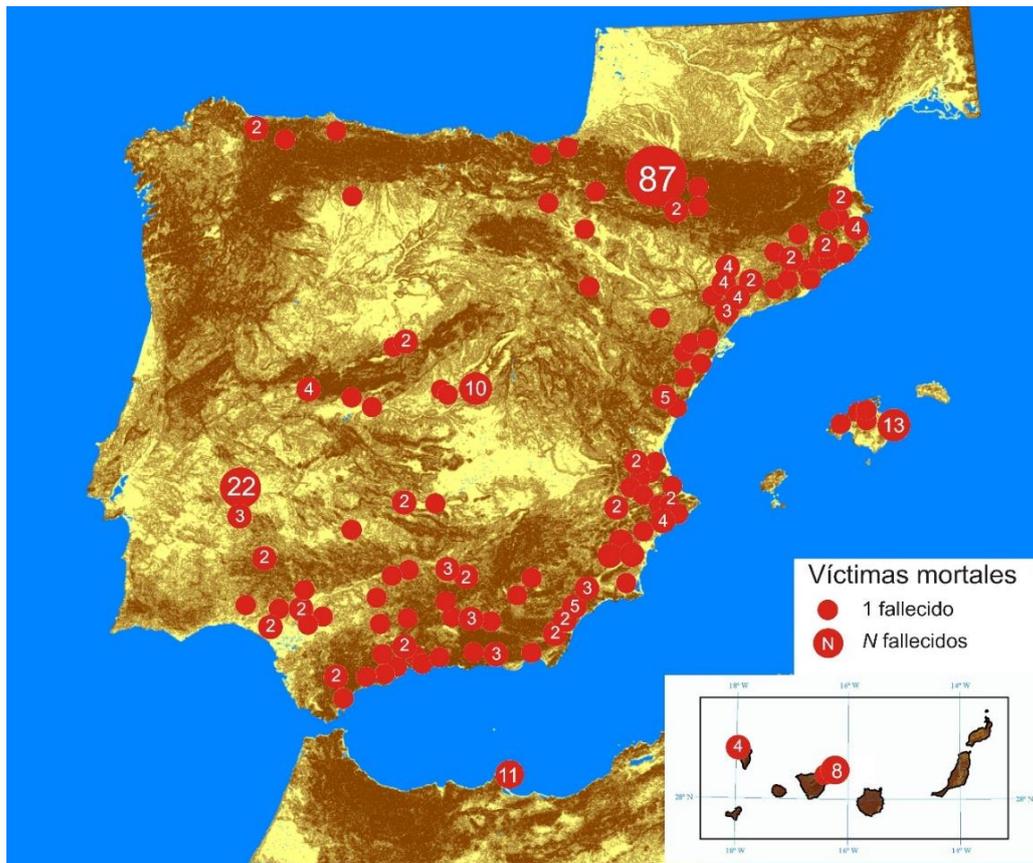


Fig. 1. Mapa de las víctimas mortales por inundaciones en España durante el periodo 1995-2020 (cortesía de Díez-Herrero, 2020)

La trasposición de la Directiva Europea de Inundaciones 60/2007 se realizó en España mediante Real Decreto 903/2010 de 9 de julio, determinando tres pasos principales para la implementación de la Directiva:

- 1) Evaluación preliminar del riesgo por inundación, con la finalidad de identificar aquellas zonas del territorio nacional más proclives a este tipo de peligro.
- 2) Mapas de peligrosidad y de riesgo por inundación en las zonas previamente identificadas. Los mapas deben contemplar, al menos, los siguientes escenarios:
 - a. Alta probabilidad de inundación, cuando proceda.
 - b. Probabilidad media (periodo de retorno ≥ 100 años).
 - c. Baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos.

- 3) Planes de gestión del riesgo por inundación. En los programas de medidas preventivas, paliativas, estructurales y no estructurales, se contemplan:
- a. Medidas de restauración fluvial y para la restauración agroforestal de las cuencas hidrológicas.
 - b. Medidas de drenaje de infraestructuras lineales.
 - c. Medidas de predicción de avenidas. Normas de gestión de los embalses durante las avenidas.
 - d. Medidas de protección civil.
 - e. Medidas de ordenación territorial y urbanismo.
 - f. Medidas para promocionar los seguros, en especial los seguros agrarios.
 - g. Medidas estructurales de defensa frente a las inundaciones. Medidas de inundación controlada.
 - h. Costes de las medidas incluidas. Financiación y administraciones competentes.

La trasposición española añade que en los mapas de peligrosidad «se representará la delimitación de los cauces públicos y de las zonas de servidumbre y policía, la zona de flujo preferente en su caso...». De esta forma, no solo se ha de limitar el cauce, la zona de servidumbre y la zona de policía, sino también las zonas inundables para avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Para el desarrollo de la Directiva Europea y su trasposición se han elaborado diversas guías metodológicas, especialmente encaminadas a la elaboración de los mapas de peligrosidad, entre las que cabe citar las guías Excimap de la EU, así como la Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, de la Dirección General del Agua (Fig. 2)



Fig. 2. Guía oficial para la cartografía de las zonas inundables. Dirección General del Agua

La trasposición de la Directiva europea a la legislación española representa un avance notable para hacer frente a este tipo de riesgo, pero no contempla las inundaciones que puedan causar la rotura de presas o diques en ríos, las inundaciones urbanas, y no trata en absoluto las inundaciones en la costa relacionadas también con la invasión marina y la subida del nivel del mar. El gran reto pendiente de abordar en España es el diseño de medidas no estructurales ligadas al planeamiento urbanístico y territorial de las zonas inundables, restringiendo/impidiendo los asentamientos de poblaciones, instalaciones, servicios e infraestructuras en las zonas peligrosas y, lo más difícil: reordenar las ya existentes.

2.2. Los movimientos de ladera y subsidencia del terreno

Los movimientos de ladera representan el segundo peligro geológico más importante en España por los daños generados. Según un trabajo reciente (Mateos et al., 2020), España es el segundo país de Europa (tras Italia) con mayor superficie de territorio susceptible a los deslizamientos: 120,000 km² del territorio nacional ofrecen un grado alto o muy alto de susceptibilidad. Estos terrenos se localizan principalmente en las zonas montañosas, franja costera acantilada y valles fluviales. El citado trabajo pone de manifiesto que 4 millones de españoles habitan en estas zonas susceptibles. Los costes que causan los movimientos de ladera ascienden a 160 millones de euros anuales (Corominas et al. 2017).

La Base de Datos de Movimientos del Terreno (MOVES) del Instituto Geológico y Minero de España, recoge 308 movimientos de ladera con daños en el periodo 2015-2017. La Fig. 3 (Mateos et al. 2020) representa la localización de estos movimientos de ladera, no solo en España, sino también en otros países europeos. En España, la mayoría se localizan en la franja costera, y principalmente en la cordillera Cantábrica y cordillera Bética, así como en los Pirineos, Valle del Ebro, y en las sierras de Mallorca e Ibiza. La mitad de ellos (53%) son desprendimientos rocosos y el 33% deslizamientos. Los movimientos afectaron principalmente a infraestructuras y zonas urbanas. Causaron 5 víctimas mortales y 18 heridos durante el citado periodo.

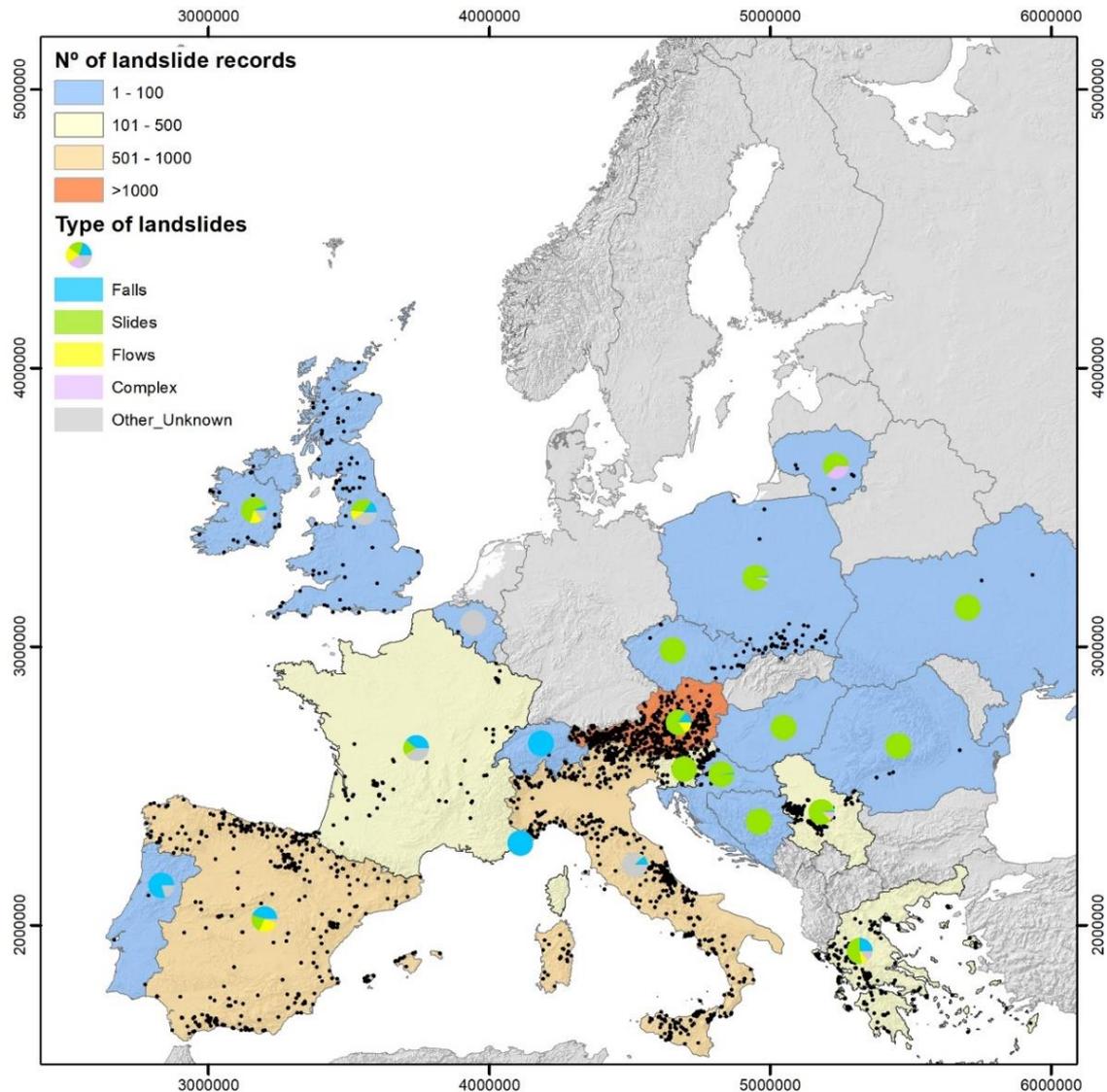


Fig. 3. Inventario de movimientos de ladera que causaron daños en Europa durante el periodo 2015-2017. Las tipologías de movimientos se representan en el diagrama de círculos. En España se registraron 308 movimientos de ladera que causaron 5 víctimas mortales. (Fuente: Mateos et al., 2020)

El 50% de la población española vive en la franja costera, donde el turismo es una de las principales actividades económicas. En el año 2019, España recibió 83,7 millones de habitantes. Según Greenpeace-España, el 80% de los recursos ambientales que provee la costa española están "en recesión" debido a la urbanización masiva. En los últimos 30 años, coincidiendo con la aprobación de la Ley de Costas de 1988, la superficie de

costa urbanizada se ha duplicado, pasando de 240.000 a 530.000 hectáreas, lo que supone que el 13,1% de la costa española está urbanizada, frente al 2% del interior. Muchas de estas urbanizaciones se han construido sobre terrenos inestables en la costa acantilada. Notables ejemplos son los de la costa granadina, tales como la urbanización Los Cármenes del Mar (420 viviendas) o Marina del Este, levantadas sobre antiguos deslizamientos costeros reactivados por el urbanismo (Notti et al, 2015; Mateos et al., 2017). En los Cármenes del Mar hay más de 50 viviendas desalojadas y un proceso judicial en curso.

Otro ejemplo significativo son las islas Baleares, con un 7,2% de la costa urbanizada. Durante los años 2008-2010, una combinación de elevadas precipitaciones y bajas temperaturas causó un número inusual de movimientos de ladera en la isla de Mallorca, con grandes impactos en la economía de la isla: cortes de carretera, interrupción de llegada de turistas, cierre de negocios etc. Afortunadamente no hubo víctimas mortales, pero las pérdidas económicas ascendieron a 11 millones de euros (Mateos et al., 2013).

En la Figura 4 se muestran algunas fotografías de movimientos de ladera afectando a urbanizaciones de la costa, y en la Figura 5 dos ejemplos significativos de cortes de carretera en la isla de Mallorca por deslizamientos y desprendimientos rocosos, durante el lluvioso periodo 2008-2010.

La Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988 de Costas, no hace referencia alguna al riesgo por movimiento de laderas en la costa acantilada.



Fig. 4. Algunos casos significativos de movimientos de ladera en la costa urbanizada española. De arriba abajo y de izquierda a derecha: Es Cubells, Ibiza (2005); Sa Caixota, Ibiza (2009); Cerro Gordo (Granada, 2016); Bunyola (Mallorca, 2013).



Fig. 5. Cortes de la carretera Ma-10 en Mallorca durante los años 2008-2010, la principal vía de comunicación de la Serra de Tramuntana. Izquierda: Desprendimiento rocoso de Sa Calobra (diciembre 2008); derecho: deslizamiento de Estellencs (marzo 2010).

En relación a procesos de **subsistencia del terreno** por explotación intensiva de acuíferos, hay numerosos casos documentados en España. Están localizados fundamentalmente en las cuencas detríticas intramontañosas de la denominada España Seca (SE de España), tales como la Depresión de Granada (Mateos et al., 2018; Notti et al. 2016), la Cuenca de Lorca (Herrera et al., 2009; Béjar et al. 2016), así como en la propia ciudad de Murcia (Tessitore et al. 2016), donde la explotación del agua subterránea para regadío ha sido vital para un desarrollo económico ligado a la agricultura intensiva. En la Figura 6 se representa el ejemplo de subsidencia de la Vega de Granada por la explotación del acuífero, con descensos de hasta 10 mm/año (medidos con técnicas DInSAR).

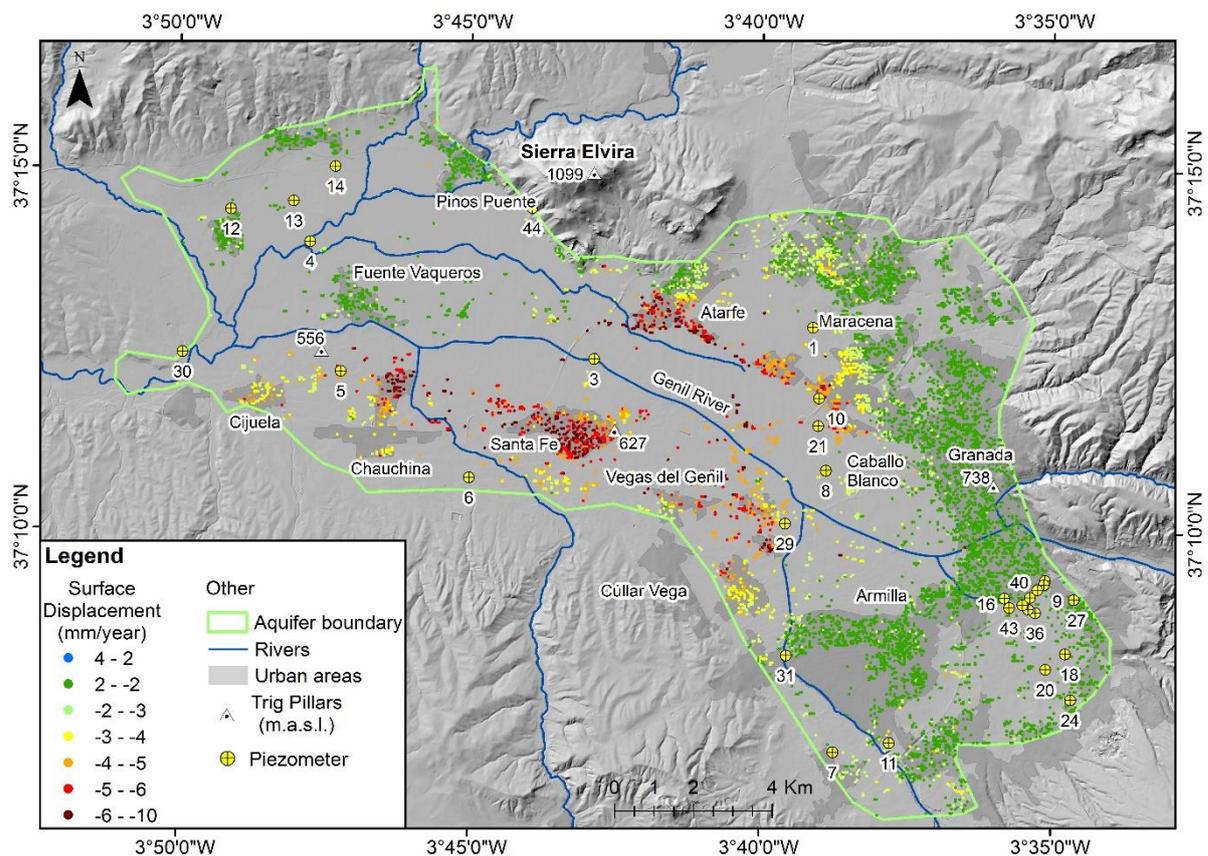


Fig. 6. Velocidades (DInSAR) de subsidencia del terreno en la Vega de Granada generada por la intensiva explotación del acuífero (2003-2009). Imagen de Mateos et al. (2018)

En zonas costeras, como es el caso del litoral de la provincia de Almería, también se han detectado procesos de subsidencia del terreno (Pulido et al. 2012) por la intensiva explotación de los acuíferos. Almería concentra la mayor superficie de invernaderos del mundo, en una zona con un clima subdesértico.

2.3. Erosión costera y alteración de la dinámica litoral

De los 7,870 km de longitud de costa en España, el 50% corresponden a acantilados, especialmente en la cornisa Cantábrica y los dos archipiélagos. El 35% restante es costa arenosa, de playas y dunas, y el 15% sobrante corresponde a costas bajas, generalmente ligadas a las desembocaduras de los ríos que forman amplias llanuras costeras, estuarios, deltas y humedales.

El elevado grado de intervención humana en la costa ha determinado importantes modificaciones en la dinámica litoral, con graves consecuencias que se traducen en una mayor erosión de la costa arenosa y en una distribución anómala del sedimento. Los puertos, diques, espigones, muros de contención etc., suponen interrupciones y discontinuidades graves para la dinámica litoral. También es muy notorio la proliferación de embalses que captan los ríos en los diversos tramos de sus cuencas fluviales, reteniendo una carga sedimentaria que ya no llega a la costa.

A continuación, se va a exponer una selección de casos significativos de la costa española en relación a la alteración de la dinámica litoral:

- a) Delta del Ebro: más de 170 presas aguas arriba atrapan el sedimento del río Ebro e impiden su acumulación en el delta. En pocas décadas se ha pasado de un delta progradante, al inicio de una etapa destructiva del mismo. La tormenta Gloria puso de manifiesto la vulnerabilidad del delta del Ebro, al desaparecer prácticamente bajo las aguas tras el temporal (Fig. 7).

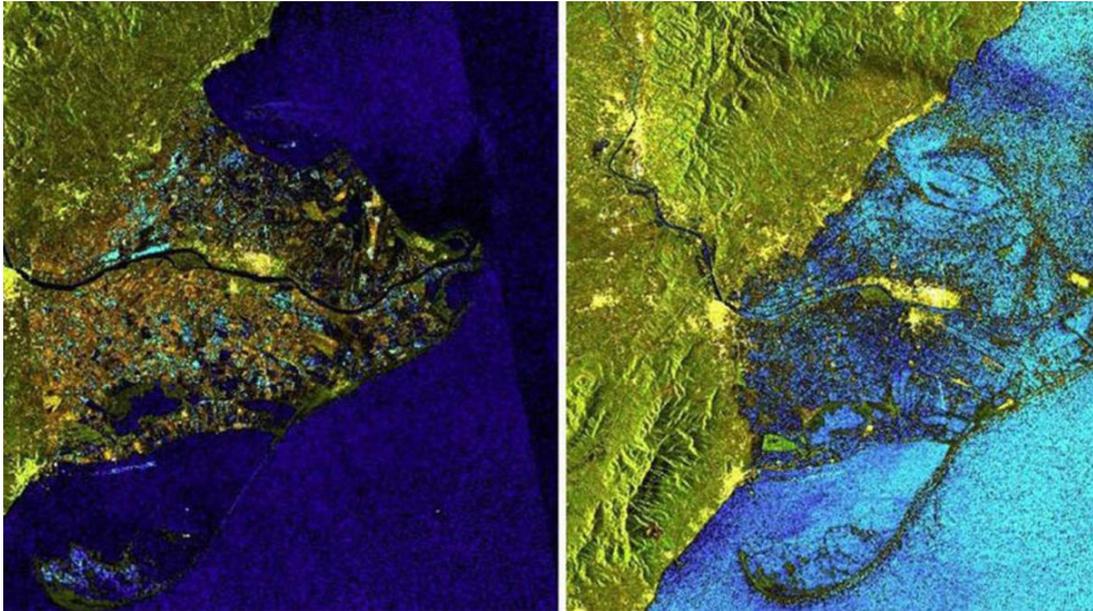


Fig. 7. Efecto de la tormenta Gloria (antes y después) sobre el delta del Ebro (Tarragona). El retroceso continuo del delta y la falta de aporte de sedimentos, por la captación del río a través de 170 presas aguas arriba, determina la vulnerabilidad de este enclave costero, estratégico para la economía de la región.

- b) La Costa de Granada representa una de las zonas de trabajo de RISKCOAST. La presa de Rules (Fig. 8) fue inaugurada en el año 2004 para laminar las avenidas que afectaban a la costa de Granada. La presa captura el sedimento que transporta el río Guadalfeo e impide la alimentación natural del delta de Salobreña. Aparte del riesgo de colmatación del embalse, se une el retroceso continuo de la línea de costa y una erosión progresiva de las playas granadinas por la falta de aporte sedimentario. Desde el 2005 se han empleado más de 10 millones de euros en la regeneración de las playas de este litoral, una franja costera que ha sufrido un urbanismo creciente desde entonces, ocupando parte del territorio natural del delta.



Fig. 8. Presa de Rules (Granada) sobre el río Guadalfeo. La retención de sedimento está causando un retroceso progresivo de la línea de costa granadina y del delta de Salobreña, aguas abajo del embalse

c) **La Costa Vasca**

La progresiva subida del mar en la costa Vasca española amenaza con la desaparición de parte de los humedales y estuarios de este litoral (Fig. 9). El escenario de Cambio Climático A1B, prevé ascensos del nivel del mar entre 29-49 cm. La zona intermareal ha venido siendo aprovechada tradicionalmente para usos agrícolas, protegida por muros y otras estructuras de defensa. Se trata de una agricultura en claro declive por las dificultades de retener la invasión marina. El retroceso de las playas arenosas es ya una realidad en numerosos ejemplos del litoral, y se espera que se reduzca la anchura de las mismas entre un 25%-40% a lo largo de este siglo.



Fig. 9. Playa de Mundaka en la costa Vasca española. A medida que suba el nivel del mar, las marismas y praderas marinas llevarán a cabo una migración natural hacia el interior. Foto: Esti Álvarez

Los efectos más importantes que el cambio climático puede suponer en las playas españolas se reduce básicamente a una variación en la cota de inundación y a un posible retroceso, o en su caso avance, de la línea de costa. La vigente Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas introduce brevemente, en la disposición adicional octava, las posibles incidencias del cambio climático en el dominio público marítimo-terrestre. Establece que el Ministerio competente procederá a elaborar una estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, que se someterá a Evaluación Ambiental Estratégica, en la que se indicarán los distintos grados de vulnerabilidad y riesgo del litoral y se propondrán medidas para hacer frente a sus posibles efectos. Esta Estrategia se aprobó el 24 de julio de 2017 y tiene por objeto incrementar la resiliencia de la costa española al cambio climático y a la variabilidad climática, así como integrar la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de la costa española.

Igualmente, las Comunidades Autónomas (CCAA) a las que se hayan adscrito terrenos de dominio público marítimo-terrestre, han de presentar un Plan de adaptación de dichos terrenos y de las estructuras construidas sobre ellos para hacer frente a los posibles efectos del cambio climático. Estos planes van surgiendo poco a poco en las CCAA con litoral, destacando La Estrategia de Cambio Climático del País Vasco- KLIMA 2050.

Coincidiendo con la realización del presente informe, el gobierno de España acaba de compartir, en exposición pública para alegaciones, el Borrador del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030, que será el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España en la próxima década. Este Plan definirá objetivos, criterios, ámbitos de trabajo y líneas de acción para fomentar la adaptación y la resiliencia frente al cambio climático.

3. LA INCLUSIÓN EN ESPAÑA DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA Y TERRITORIAL Y EN LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS

España es un Estado descentralizado de acuerdo con la Constitución de 1978, con 17 Comunidades Autónomas y 2 Ciudades Autónomas (Ceuta y Melilla), que representan el nivel más importante de la división administrativa del país, con la mayoría de las competencias transferidas.

Tanto la planificación territorial como la Protección Civil están descentralizadas en manos de las Comunidades Autónomas y de su administración, mientras que la planificación urbanística recae sobre los ayuntamientos. Los ayuntamientos son los responsables de elaborar el Plan General de Ordenación Urbana de su municipio (PGOU), aunque su aprobación definitiva es responsabilidad de la Comunidad Autónoma correspondiente.

Los peligros geológicos están contemplados en la legislación española en dos ámbitos bien diferenciados:

3.1. La Ley del Suelo y de Rehabilitación urbana, aprobada por Real Decreto 7/2015 del 30 de octubre. Por primera vez, la ley exige la elaboración de mapas de riesgos naturales para su inclusión en la planificación urbana. Está contemplado en los siguientes artículos de la ley:

Art. 21: Está en la situación de suelo rural:

a) En todo caso, el suelo preservado por la ordenación territorial y urbanística de su transformación mediante la urbanización, que deberá incluir, como mínimo, los terrenos excluidos de dicha transformación por la legislación de protección o policía del dominio público, de la naturaleza o del patrimonio cultural, los que deban quedar sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística por los valores en ellos concurrentes, incluso los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos, así como aquéllos con riesgos naturales o tecnológicos, incluidos los de inundación o de otros accidentes graves, y cuantos otros prevea la legislación de ordenación territorial o urbanística.

Este artículo establece que aquellos terrenos con riesgos naturales quedan excluidos de su desarrollo urbano y serán clasificados como suelo rural.

Art. 22.2. Evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del desarrollo urbano, y garantía de la viabilidad técnica y económica de las actuaciones sobre el medio urbano.

1. Los instrumentos de ordenación territorial y urbanística están sometidos a evaluación ambiental de conformidad con lo previsto en la legislación de evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y en este artículo, sin perjuicio de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que se requieran para su ejecución, en su caso.

2. El informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación.

En base a esta legislación, los mapas de riesgos naturales deben incluirse en el informe de sostenibilidad ambiental del territorio objeto de planificación, informe que será finalmente aprobado o no por los órganos de las Comunidades Autónomas.

La experiencia refleja que estos mapas de riesgos naturales son elaborados por empresas privadas, de arquitectura principalmente en el caso de terrenos urbanos, o medioambientales en terrenos rurales. La mayoría de los mapas que se presentan son de susceptibilidad, en ningún caso de riesgo, y principalmente para inundaciones (regulado por la Directiva Europea). La realidad es que hay una enorme heterogeneidad en el tipo de mapas, contenidos, escalas y metodologías, así como una gran confusión de conceptos, tales como: susceptibilidad, peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo.

Un intento para homogeneizar las cartografías de riesgos naturales fue la iniciativa del Colegio Oficial de Geólogos (ICOG), que en el año 2008 elaboró una “Guía metodológica para la elaboración de cartografías de riesgos naturales en España” (Fig. 10). Esta guía no es oficial al no ser aceptada por las Comunidades Autónomas.

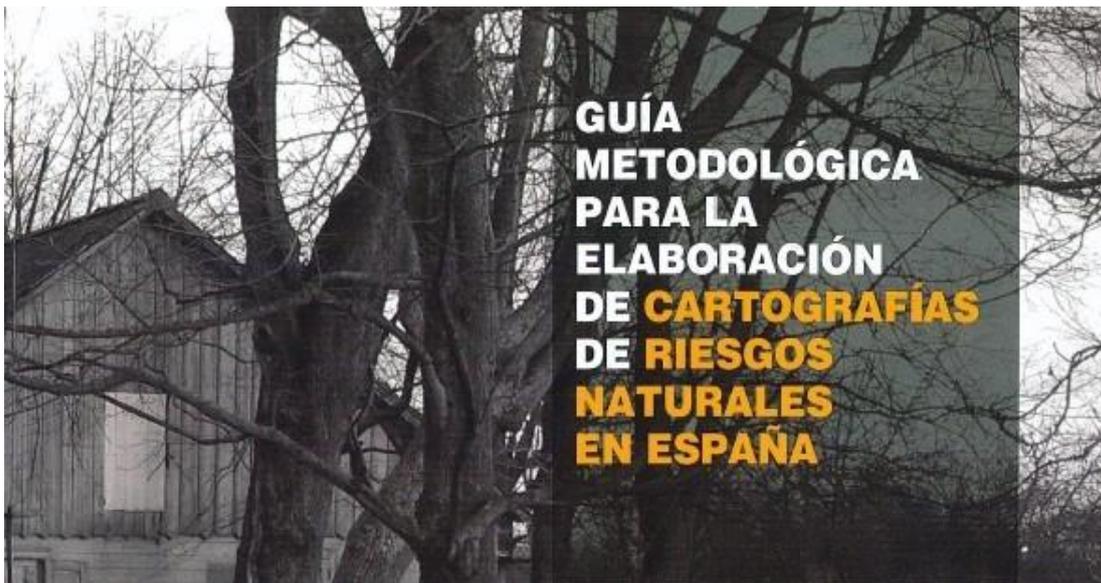


Fig. 10. Guía Metodológica para la Elaboración de Cartografías de Riesgos Naturales elaborada en 2008 por el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos

La realidad en España es que las Comunidades Autónomas van a diferente velocidad a la hora de incluir los riesgos naturales en la planificación urbana, y las exigencias difieren bastante de una región a otra.

Un buen ejemplo es Cataluña, cuya Ley urbana (1/2005, 26 de julio) requiere de un informe obligatorio de los riesgos geológicos antes de cualquier desarrollo urbanístico nuevo, o modificación de un plan anterior. El informe debe identificar la existencia o no de peligros naturales, así como

supervisar cualquier medida que se adopte para mitigarlos. Una vez elaborado, el informe es revisado por el Servicio Geológico de Cataluña, y finalmente aprobado o no por la Comisión de Planificación del gobierno autonómico.

En paralelo, el Servicio Geológico de Cataluña tiene un Plan de Cartografía de Peligros Geológicos a escala 1: 25,000. Se trata de cartografías multi-riesgos que proporcionan una primera visión del territorio sobre la peligrosidad que existe de deslizamientos, inundaciones, subsidencia, colapsos, avalanchas de nieve y sismicidad.

3.2 La Norma Básica de Protección Civil, aprobada por Real Decreto 407/1992, del 24 de abril, esta ley se orienta al estudio y prevención de las situaciones de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública y a la protección y socorro de personas y bienes en los casos en que dichas situaciones se produzcan.

La Norma Básica establece la obligatoriedad, para cada Comunidad Autónoma, de elaborar los Planes de Emergencia Territorial, que constituyen la base organizativa y administrativa para gestionar las emergencias. Estos planes territoriales también se pueden elaborar a escala provincial, supramunicipal, insular y municipal, y han de establecer lo siguiente:

- El catálogo de recursos movilizables en casos de emergencia y el inventario de riesgos potenciales.
- Las directrices de funcionamiento de los distintos servicios que deban dedicarse a la protección civil.
- Los criterios sobre la movilización y coordinación de recursos, tanto del sector público como del sector privado.
- La estructura operativa de los servicios que hayan de intervenir en cada emergencia, con expresión del mando único de las operaciones, todo ello sin perjuicio de las decisiones que deban adoptarse en cada circunstancia por las autoridades competentes.

Adicionalmente, la Norma establece la posibilidad de elaborar Planes Especiales para los peligros naturales más significativos en la región. Estos Planes Especiales no solo incluyen la estructura operativa para hacer frente al peligro, sino también un profundo conocimiento y caracterización del peligro natural, basado generalmente en el conocimiento científico. En este

sentido, para el desarrollo de los Planes Especiales hay una estrecha colaboración entre la comunidad científica y los servicios de Protección Civil.

Aunque los Planes Territoriales de Protección Civil han sido aprobados en todas las Comunidades Autónomas, los Planes Especiales van emergiendo poco a poco (Fig. 11a) y, generalmente tras la ocurrencia de una catástrofe. Numerosas Comunidades Autónomas tienen definidos Planes Especiales de Inundaciones, algunas también de riesgo sísmico, como Cataluña, Murcia y Baleares (SISMICAT, SISMIMUR y GEOBAL, respectivamente). Las Islas Canarias han desarrollado el Plan Especial por Riesgo Volcánico (PEVOLCA), activado durante la erupción submarina de El Hierro en el año 2011 (Fig. 11b). Al igual que en la aplicación de la Ley del Suelo, hay también una gran heterogeneidad, de una región a otra, en las metodologías seguidas y procedimientos para elaborar los Planes Especiales. Adicionalmente, hay peligros geológicos no contemplados en los Planes Especiales, como los deslizamientos, la subsidencia del terreno, la erosión, la invasión marina de la costa, etc., en ocasiones abordados de soslayo en otros riesgos, como las inundaciones, pero casi nunca planteados en profundidad.



Fig 11a. Algunos ejemplos de Planes Especiales según la Norma de Protección Civil (SISMIMUR e INUNBAL).



Fig. 11b. La erupción submarina en El Hierro (Canarias) durante el 2011, cuando se activó el Plan Especial de Peligro Volcánico (PEVOLCA)

4. RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS

Se han compartido tres cuestionarios diferentes:

- *Socios*: para miembros de instituciones científicas expertos en riesgos geológicos, con prioridad a los socios de RISKCOAST y socios asociados. Este cuestionario consta de 38 preguntas divididas en cuatro secciones: (1) Marco de colaboración; (2) Herramientas para el análisis de los peligros geológicos; (3) Participación en emergencias con Protección Civil y (4) Participación en la planificación urbanística. El cuestionario pretende abordar el grado y la forma de participación de los expertos científicos en la gestión de una emergencia y en la planificación territorial/urbanística, e identificar las debilidades y fortalezas de tal cooperación.
- *Protección Civil*: para personal de los distintos servicios de protección civil, a escala nacional y autonómica. El cuestionario consta de 26 preguntas divididas en tres secciones: (1) Marco de colaboración; (2) Preparación para la emergencia y (3) Emergencia. El cuestionario pretende analizar la utilidad de las herramientas que genera la comunidad científica, tales como mapas, metodologías etc., en las fases previas y durante la emergencia.

- *Gestores del urbanismo y del territorio*: dirigido a personal en instituciones responsables de la ordenación del territorio y la planificación urbanística. El cuestionario consta de 21 preguntas organizadas en tres secciones: (1) Planificación urbana; (2) Herramientas para incluir los peligros naturales en la planificación y (3) Planificación urbana. Igualmente, el cuestionario tiene como objetivo identificar si existe asesoría científica en la planificación y cómo se lleva a cabo.

Los tres cuestionarios se adjuntan como anexos a los documentos relativos a la Actividad 1.2 de RISKCOAST.

4.1. Participantes

En la Tabla I se especifican los participantes que han respondido a los cuestionarios, así como sus adscripciones. Se ha procurado cubrir una amplia diversidad de opiniones, desde diferentes puntos de vista, con la finalidad de poder analizar con mejor criterio las fortalezas y debilidades del sistema español sobre la cooperación de la comunidad científica con los responsables de la gestión de emergencias y del territorio.

<p>Comunidad Científica (9)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rosa María Mateos (IGME), experta en movimientos de ladera. Socio • Andrés Díez Herrero (IGME), experto en inundaciones. Socio • Raúl Pérez (IGME), experto en terremotos. Socio • Oriol Monserrat (CTTC), experto en interferometría rádar aplicada a los peligros geológicos. Socio • Mercedes Feriche (UGR), experta en terremotos. Socio • Jorge Pedro Galve (UGR), experto en movimientos de ladera. Socio • Jose Miguel Azañón (UGR), experto en tectónica activa. Socio • Agustín Millares (UGR), experto en inundaciones y análisis de cuencas. Socio • Jordi Marturiá (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya), experto en peligros geológicos. Socio asociado
-------------------------------------	--

<p>Protección Civil (3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pedro Orfila (Dirección General de Emergencias del Gobierno Balear Balear). Técnico del Servicio de Planificación. Socio Asociado • Ángela Potenciano. Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior.
<p>Gestores del territorio y del urbanismo (5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Joan Balanyà. Diputación de Barcelona. Socio Asociado • Antonia Fornés. Departament de Territori. Consell Insular de Mallorca. Socio Asociado • Gemma García. Área de Sostenibilidad Urbana y Territorial. TECNALIA • Gema Alcaín. Diputación de Granada. • Jaime C. Santaella. Consejería de Fomento, Vivienda y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. Socio Asociado

Tabla I. Participantes españoles que han respondido a los cuestionarios RISKCOAST.

4.2. Comunidad científica

El cuestionario ha sido respondido por 9 miembros de la comunidad científica, todos ellos expertos en materia de riesgos geológicos, entre socios del proyecto RISKCOAST y socios asociados: 3 (IGME), 4 (UGR), 1 (CTTC) y 1 del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

En relación a la primera parte, marco de colaboración, se muestran los siguientes resultados:

- El tipo de interacción entre la comunidad científica y los servicios de Protección Civil se considera fluida para casi la mitad de los participantes o bien puntual para el resto. En el caso de la interacción con las administraciones responsables de la ordenación del territorio/urbanismo es predominantemente una relación de tipo puntual. La explicación generalizada es que no existe un marco legal que afiance esta relación, sino que suele producirse en el marco de proyectos de investigación conjuntos o a través de acuerdos puntuales para casos concretos.
- En la mayoría de los casos, los centros de investigación no tienen (o se desconoce) un interlocutor con los servicios de protección civil y

con los de gestión del territorio/urbanismo. El contacto es a nivel personal, no institucional.

- Respecto a los peligros naturales más asesorados por la comunidad científica destacan los movimientos de ladera y los terremotos, a partes iguales. En un segundo nivel se encuentran la erosión costera y el retroceso de acantilados, siendo las inundaciones la temática menos compartida. Para el urbanismo, los movimientos de ladera ocupan la primera posición, tras los terremotos/tsunamis. Este hecho se debe a que hay otras instituciones oficiales con competencias en inundaciones que tienen su propio asesoramiento científico.

En relación a la segunda parte del cuestionario, desarrollo de herramientas de aplicación a los peligros naturales, se han obtenido los siguientes resultados:

- Las instituciones científicas participan ocasionalmente en el desarrollo de este tipo de herramientas como apoyo a la protección civil, al igual que a la gestión del territorio/urbanismo, aunque en este caso, un 33% de las instituciones desarrolla habitualmente este tipo de productos.
- Las herramientas principales de aplicación en la protección civil son metodologías y bases de datos, seguidas de geomapas y sistemas de alerta temprana. Los *softwares* y procedimientos son escasos. Para la gestión del territorio/urbanismo los productos que principalmente aportan las instituciones científicas son procedimientos, bases de datos y geomapas, y en menor proporción metodologías y softwares.
- En relación a la participación en cursos de formación conjuntos, éstos son más habituales entre las instituciones científicas y la protección civil. En gran parte se debe a la existencia de la Escuela Nacional de Protección Civil del Ministerio de Interior, que organiza cursos periódicos sobre gestión de riesgos naturales donde se invita como ponentes a los científicos. Esta formación conjunta es mucho menor entre la comunidad científica y las administraciones responsables de la gestión del territorio/urbanismo, donde la cooperación formativa apenas se produce, y si lo hace es de una manera puntual.

La tercera parte del cuestionario hace referencia a la participación de la comunidad científica en eventos de emergencia con la protección civil. Los resultados son:

- La mayoría (78%) de los actores científicos han participado en un simulacro de emergencias y un 67% de ellos en una emergencia real.
- En ningún caso esta participación fue obligatoria por ley; se trató de una actuación puntual para la mitad de los participantes e incluso voluntaria para un 20% de ellos.
- Principalmente su presencia durante la emergencia fue requerida para aportar información, en ningún caso para participar en la toma de decisiones.
- Normalmente, la información aportada durante la emergencia es la que normalmente elabora la institución científica (informes, mapas, bases de datos, etc.).
- Se requieren principalmente mapas e informes, así como experiencia de campo en la zona. En muy pocos casos artículos científicos.
- En el 86% de los casos, los expertos no fueron informados de los protocolos a seguir.
- Tan solo en el 25% de los expertos científicos interaccionaron con los otros miembros participantes de la emergencia. Para el 38% esta interacción fue puntual.
- El 50% de los expertos consultados participaron en la fase de interacción con los medios de comunicación y en las labores de difusión para el público en general.
- Todos coinciden que la experiencia fue útil para ellos (56%) o muy útil (22%).
- Por prioridades, echaron de menos lo siguiente: mejor formación conjunta, un protocolo de actuaciones, mejor coordinación, más transparencia y una respuesta más ágil.
- En el 75% de los casos, los científicos no fueron informados de las soluciones adoptadas tras la emergencia.
- El 50% afirma conocer la legislación vigente en protección civil, la otra mitad no.

La cuarta y última parte del cuestionario hace referencia a la participación de la comunidad científica en la planificación territorial/urbanística. Los resultados son:

- Tan solo el 22% de los participantes conoce la legislación en materia de urbanismo/ordenación del territorio.

- Indican que los principales riesgos contemplados en la planificación urbanística/territorial son las inundaciones y los terremotos/tsunamis. Los movimientos de ladera apenas se incluyen.
- El 50% de los encuestados afirma que NO existe una guía oficial para el desarrollo de los mapas de riesgos, peligros geológicos.
- Tan solo un 44% de los encuestados ha participado en la elaboración de mapas para su aplicación en la planificación urbanística/territorial. En la mayoría de los casos se trata de mapas de susceptibilidad y riesgo a los movimientos de ladera.
- Estos mapas elaborados por la comunidad científica apenas han sido integrados de manera oficial en la planificación urbana/territorial.
- Entre las herramientas utilizadas para asesorar a casos donde los peligros naturales han afectado al urbanismo destacan, por orden de frecuencia: metodologías y procedimientos, monitorización remota, monitorización in-situ, modelización de procesos, mapas de susceptibilidad, peligrosidad y riesgo.
- En el 50% de estos casos hubo interacción con otros actores implicados en la ordenación del territorio/urbanismo.
- El 38% de los expertos tuvieron contacto con los medios de comunicación.
- El 43% de ellos participaron en la etapa de difusión al público en general.
- El 51% reconoce que la experiencia fue útil o muy útil. El resto piensa que no.
- Echaron de menos mayor transparencia, una mejor coordinación y mejor formación conjunta.
- El 67% No fueron informados de las medidas adoptadas una vez terminada su actuación.
- Entre las medidas adoptadas destacan la evacuación, el realojamiento y las medidas estructurales.

Se han seleccionado dos experiencias de los equipos científicos en territorios costeros. La primera hace referencia a los efectos colaterales de la erupción volcánica en la isla de El Hierro, en el otoño de 2011, y relata la interacción del equipo científico enviado con la protección civil y el resto de los actores implicados. La segunda experiencia está relacionada con la urbanización Los Cármenes del Mar, en la zona de estudio RISKCOAST de la costa de Granada. Esta urbanización se construyó sobre un deslizamiento

costero que se reactivó tras el desarrollo urbanístico. Se informa sobre el trabajo realizado por el equipo científico y las repercusiones en la gestión de la emergencia.

4.2.1. La erupción volcánica de El Hierro en 2011 (Islas Canarias)

En octubre de 2011, la erupción submarina en la isla de El Hierro (Fig. 12) causó una serie de desprendimientos de rocas debido a la sismicidad inducida por la erupción volcánica. Parte de estos desprendimientos amenazaban una de las principales infraestructuras de la isla: el túnel de los Roquillos (Fig. 13), que conecta las dos principales poblaciones de la isla, Frontera y Valverde. La Delegación del Gobierno en Canarias solicita, en pleno estado de emergencia, al Instituto Geológico y Minero de España un informe relativo al riesgo por desprendimientos rocosos en el túnel y la carretera de acceso, con la finalidad de tomar la decisión de mantener el túnel cerrado o abrirlo, ya que la ruta alternativa al túnel es mucho más larga e igual de peligrosa.



Fig. 12. Erupción volcánica submarina en el Hierro, otoño 2011, que mantuvo en estado de alerta a la isla



Fig. 13. Ladera de Frontera, con casi 1000 m de altura, y boca del túnel de los Roquillos. La ladera sufrió continuos desprendimientos de roca por la sismicidad inducida de la erupción volcánica

Durante la semana del 16-21 de octubre de 2011, tres técnicos del IGME se desplazan a la isla para realizar el informe, que consistió básicamente en un exhaustivo reconocimiento de la ladera y trabajo de gabinete para el procesado de la información obtenida. Para el trabajo de campo, contamos con la ayuda de la Guardia Civil, que pusieron a nuestra disposición un helicóptero para volar sobre el escarpe de Frontera (Fig. 13) e identificar las áreas fuente de los desprendimientos rocosos. Las facilidades para desarrollar el trabajo fueron excelentes, a pesar de la declaración del estado de emergencia. Durante la estancia en la isla, un miembro del equipo científico fue citado a la reunión del Comité del PEVOLCA, el Plan Especial de Emergencia Volcánica de Canarias, activado durante la erupción y que se reunía diariamente en las instalaciones del 112 en El Hierro.

Una vez realizado el trabajo y entregado el informe, la comunicación se interrumpió y no se informó al equipo científico de las medidas adoptadas. Se conoció por la prensa que el túnel se había reabierto al público, a pesar de la peligrosidad indicada en el informe. Durante la semana de trabajo no se

contactó oficialmente con ningún otro equipo, ni se interaccionó con los medios de comunicación. Tampoco hubo participación en actividad alguna relacionada con información directa a la población. La actividad y presencia del equipo de trabajo se mantuvo prácticamente en secreto, dado la repercusión social de la apertura o no del túnel. No fue hasta meses más tarde, una vez que la erupción volcánica cesó, cuando se pudo comenzar a exponer el trabajo realizado.



Fig. 14. Equipo científico del IGME con el apoyo logístico de la Guardia Civil

4.2.2. La urbanización Los Cármenes del Mar (Granada)

La urbanización costera Los Cármenes del Mar (Granada) comenzó a construirse a finales de la década de los 90 y continuó hasta el año 2006. Inicialmente fueron planificadas 100 viviendas, pero al final se construyeron 416 (Fig. 15) en un terreno recalificado para el urbanismo, ya que inicialmente era un espacio natural protegido. Nada más entregarse la última vivienda comenzaron a aparecer los daños, ya que parte de la urbanización fue construida sobre un deslizamiento costero activo. En esta etapa se llevaron a cabo algunas medidas estructurales de retención de la ladera, como muros de contención, drenajes etc. En noviembre de 2015, el Parlamento de Andalucía declaró el estado de emergencia, evacuándose 42 viviendas que se encontraban prácticamente en ruinas (Fig. 16). Posteriormente, los daños han continuado y se han extendido a otras zonas de la urbanización. A fecha de hoy, parte de la urbanización está desalojada y numerosas viviendas presentan graves daños estructurales.

Aunque un informe geotécnico inicial identificó la inestabilidad y aconsejó llevar a cabo investigaciones más profundas, éstas nunca se llevaron a cabo, fundamentalmente porque no fueron obligados a hacerlo por la administración competente. En octubre de 2013 se inició un proceso judicial de los vecinos contra la empresa constructora y las administraciones competentes, con sentencia favorable para los residentes. Hasta el momento ningún vecino ha sido compensado.

Durante los años 2015, 2016 y 2017, un equipo multidisciplinar de la Universidad de Granada, Universidad de Jaén e IGME, llevó a cabo una monitorización de la ladera donde se asienta la urbanización, aplicando técnicas remotas DInSAR y fotogrametría con apoyo de vuelos dron. El trabajo fue publicado en la revista científica *Landslides* (Mateos et al. 2017) y ponía de manifiesto movimientos en algunas viviendas de hasta 2 m en 7 años (Fig. 17). En el trabajo se identifica el contorno del deslizamiento, explica su cinemática, y establece las zonas más activas de la ladera.

Esta información fue compartida con el Comité de Crisis oficialmente creado tras la problemática social generada. El equipo científico nunca fue convocado al citado Comité y se desconoce si la información aportada tuvo validez o no. No hubo ninguna interacción con los gestores de la emergencia.



Fig. 15. Urbanización Los Cármenes del Mar en la costa de Granada. Zona de estudio del proyecto RISKCOAST



Fig. 16. Daños estructurales graves a las viviendas por el movimiento de la ladera. En el año 2015 se declaró el Estado de Emergencia

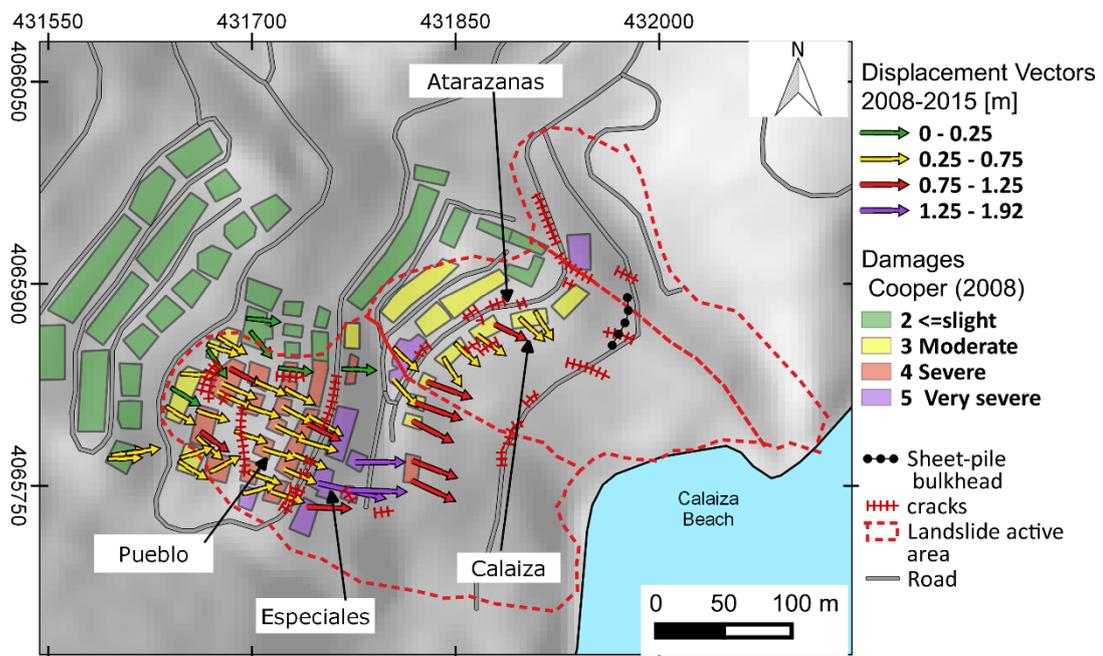


Fig. 17. Monitorización de la ladera con metodologías DinSAR y fotogrametría dron. Se detectan vivienda con desplazamientos de hasta 2m en 7 años (Mateos et al. 2017)

4.3. Protección Civil

El cuestionario ha sido respondido por 2 miembros de las diferentes protecciones civiles españolas, tanto nacional como autonómica, socios asociados de RISKCOAST.

En relación a la primera parte del cuestionario, marco de colaboración, se pretende identificar el punto de vista de los expertos en Protección civil en su colaboración con los expertos científicos. Los resultados son:

- Esta relación es fluida para la mitad de los encuestados y puntual para la otra mitad.
- El problema se debe a que la actuación de la comunidad científica no está contemplada en los protocolos de protección civil.
- La colaboración se establece principalmente a través de acuerdos específicos, bien por proyectos de investigación conjuntos, o de manera puntual, cuando surgen los problemas.
- El 100% de los encuestados responde que SÍ tienen un interlocutor establecido para interactuar con los expertos científicos.

La segunda parte del cuestionario hace referencia a la fase de preparación previa a la emergencia. Los resultados son:

- El 50% de los encuestados conoce y ha aplicado alguna herramienta elaborada por los expertos científicos en la fase de preparación. Estas herramientas son: metodologías y procedimientos, bases de datos, geomapas y sistemas de alerta temprana.
- La mitad de los encuestados reconoce participar en cursos de formación conjunta con los expertos científicos, en el marco de sus instituciones.
- La mitad de los encuestados ha participado en simulacros donde se ha contado con la colaboración de expertos científicos.

La tercera y última parte del cuestionario hace referencia a la etapa real de la emergencia, los resultados son:

- Los principales peligros geológicos a los que se enfrentan en una emergencia real son, por orden de frecuencia: deslizamientos e inundaciones, terremotos y otros. Ninguno considera la erosión costera ni los efectos en el litoral.
- El 100% de los encuestados responde que SÍ se ha contado con asesoramiento científico para estos casos de emergencia.
- En ocasiones, no se conoce de antemano al experto que han de llamar. Generalmente se improvisa según el problema que surja.
- Se requiere a los expertos científicos para que faciliten información y en menor medida participan en la toma de decisiones.

- El 100% de los encuestados afirma que SÍ utilizan la información aportada por los expertos científicos.
- Esta información es básicamente informes y mapas. En ningún caso publicaciones científicas.
- Esta información suele ser comprensible para los expertos en Protección civil. No obstante, esta información suele ser demasiado teórica y poco práctica.
- Los expertos de protección civil echan de menos una respuesta más rápida de los expertos científicos, así como una mejor formación conjunta. También requieren de una información más útil para la fase de emergencia.
- Reconocen que no siempre informan correctamente al experto científico sobre su papel y los protocolos y que se les incluyen sólo puntualmente en la toma de decisiones, si es necesario.
- Todos los encuestados afirman que tienen una persona designada para interactuar con los medios de comunicación durante una emergencia.
- Todos los encuestados afirman que tienen una persona designada para interactuar con la población en el caso de una emergencia.
- Todos los encuestados indican que la presencia en los medios de diferentes opiniones perjudica gravemente a la gestión de la emergencia.
- Todos los encuestados dicen informar a los geoexpertos de las medidas adoptadas.
- No siempre hay una continuidad en las relaciones establecidas una vez termina la emergencia.
- Todos los encuestados afirman que la experiencia de colaboración con geoexpertos durante la emergencia es útil o muy útil.
- Todos reconocen que los efectos en cascada durante una emergencia no están bien contemplados en sus protocolos.

4.4. Gestores del Territorio y del Urbanismo

El cuestionario ha sido respondido por 5 miembros que pertenecen a instituciones responsables del urbanismo y de la planificación del territorio, tanto de Comunidades Autónomas como Diputaciones Provinciales, ya que

esta competencia está transferida. Incluye tres socios asociados de RISKCOAST.

En relación a la primera parte del cuestionario, relativa al marco de colaboración con las instituciones científicas, los resultados son:

- La interacción con las instituciones científicas la valoran entre moderada (40%) a fluida (40%). Solo un 20% la califica como muy fluida.
- Se debe fundamentalmente a las siguientes causas: los organismos científicos no tienen competencias legales en la materia y quedan fuera de los actores que marca la legislación. Un 25% de los encuestados desconoce la capacidad de los organismos científicos como órganos asesores.
- La colaboración se lleva principalmente a cabo a través de acuerdos y convenios puntuales o mediante proyectos de investigación.
- La mayoría (75%) de las instituciones tienen un interlocutor para tratar los temas con la comunidad científica.
- Consideran que todos los peligros geológicos son de importancia para la planificación territorial y el urbanismo, puntuando de igual modo a deslizamientos, terremotos/tsunamis, inundaciones, erosión, y en un menor grado el retroceso de playas.

Respecto a la sección correspondiente a la etapa de planificación urbanística, los resultados son los siguientes:

- El urbanismo está en manos de los ayuntamientos, en primer lugar, y de las Comunidades Autónomas en segundo. Estas últimas son las que definitivamente aprueban el Plan General de Ordenación Urbana de los municipios (PGOUS).
- El peligro geológico más considerado en la planificación urbanística son las inundaciones, ya que la Directiva europea obliga. En segundo plano se encuentran los terremotos/tsunamis, los deslizamientos y la erosión.
- El 75% de los encuestados reconoce tener guías específicas para diseñar los mapas de peligros geológicos para su aplicación en el urbanismo.
- En la mayoría de los casos estos mapas los elaboran las propias administraciones y son verificados por instituciones públicas, en un 50% de los casos por los servicios de los propios encuestados.

- La comunicación con los geoexpertos es fluida, pero un 40% de los encuestados afirma que debería mejorar.
- Un 60% de los encuestados considera que los peligros naturales NO están bien contemplados en la planificación urbanística.

La tercera sección del cuestionario hace referencia a las herramientas para incluir los peligros geológicos en la planificación urbanística. Los resultados son:

- El 80% de los consultados afirma utilizar herramientas desarrolladas por la comunidad científica, herramientas que son principalmente: mapas y softwares, y en menor medida metodologías y procedimientos.
- Utilizan prioritariamente los mapas. Para el 100% de los encuestados, la información recibida es útil.
- Un 57% de los encuestados reconoce que en ocasiones tienen dificultades para entender la información que se les facilita.
- Echan de menos mayor transparencia, información más práctica y una mejor formación en la materia.
- El 50% de los encuestados reconoce que no se incluyen a geoexpertos durante la aprobación del plan urbanístico, y un 25% apunta que se hace de manera puntual en determinadas ocasiones.
- Un 25% reconoce que no reciben formación sobre la materia en sus instituciones y un 50% reconoce que la reciben de forma puntual.

5. CONCLUSIONES

El presente análisis permite establecer las siguientes conclusiones para España:

- 1) En España NO existe un marco legal de colaboración entre la comunidad científica y los gestores de emergencias y planificación del territorio/urbanismo. La cooperación suele ser a través de acuerdos puntuales y para problemas concretos. En ocasiones, la colaboración se realiza a través de contactos personales, no institucionales.
 - **Es necesario una mayor transparencia y el establecimiento de protocolos de colaboración permanente.**

- El asesoramiento científico ha de formar parte, de manera oficial, de los procesos administrativos y protocolos de actuación.
- 2) Los peligros geológicos más contemplados en la planificación territorial y urbanística son aquellos regulados por una legislación específica, como es el caso de las inundaciones, contempladas en la Directiva Europea de Inundaciones 60/2007. Los riesgos en la costa derivados del cambio climático, como la erosión costera, la invasión marina y el retroceso de playas y acantilados, apenas están contemplados.
- Es necesario adaptar la legislación a posibles escenarios de riesgo ligados al cambio climático.
 - Falta un mayor desarrollo de protocolos para los efectos en cascada.
- 3) Los gestores de emergencias, así como los expertos en planificación del territorio/urbanismo, requieren de información científica de naturaleza práctica, tales como mapas o informes específicos.
- Las publicaciones científicas no aportan información útil y entendible.
 - La respuesta de la comunidad científica ha de ser más rápida, así como más práctica y menos teórica.
 - Los científicos están focalizados en entender la dinámica de eventos que ocurrieron en el pasado, mientras que los responsables de la toma de decisiones necesitan modelos ya probados, que puedan predecir eventos futuros.
 - Para la toma de decisiones es necesario un sí o no, mientras que, en el ámbito científico, los riesgos suelen tener un enfoque probabilístico, siempre condicionado por las incertidumbres.
- 4) La etapa de comunicación es muy importante, especialmente cómo se transmiten los aspectos científicos del caso.
- Se han de consensuar más las interacciones con los medios de comunicación y la población. Diferentes opiniones perjudican gravemente a la gestión de una emergencia y acaban por desinformar a la población. La figura del interlocutor es imprescindible.
- 5) Una alta proporción de los encuestados considera que los peligros naturales NO están bien contemplados en la planificación urbanística

- En necesario homogeneizar metodologías y cartografías, en cuanto a contenidos, escalas y procedimientos se refiere.
 - Necesidad de incluir todos los peligros geológicos que pueden afectar al territorio. Hacia una cartografía multi-riesgo.
 - Hacer vinculante la opinión de los expertos en la aprobación definitiva del plan urbanístico.
 -
- 6) Mayor formación conjunta y necesidad de crear marcos de conexión y colaboración.
- La comunidad científica desconoce los protocolos de actuación y carece -en gran medida- de conocimientos sobre la legislación vigente. En ocasiones, los expertos desconocen la aplicación real de sus productos.
 - Los gestores de emergencias y de la ordenación del territorio/urbanismo necesitan de una formación continua sobre los avances científicos que pueden aplicar en sus campos de trabajo, especialmente nuevas técnicas de monitorización.
 -
- 7) Las medidas preventivas apenas se aplican. Únicamente se adoptan medidas una vez se ha producido el problema. Estas medidas suelen ser de tipo estructural en la mayoría de los casos. Apenas se conocen iniciativas con medidas naturales.
- Hacer mucho más énfasis en la etapa de prevención del peligro. Incluir planes específicos de prevención, tanto en la gestión de emergencias como en la planificación urbanística.
 - Hacia las medidas naturales de respeto al medio ambiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Béjar, M, Guardiola-Albert, C., García-Cárdenas R.P., Herrera, G., Barra, A., López Molina, A., Tessitore, S., Staller, A., Ortega-Becerril, J.A., García-García, R.P., (2016). Interpolation of GPS and Geological Data Using InSAR Deformation Maps: Method and Application to Land Subsidence in the Alto Guadalentín Aquifer (SE Spain). *Remote Sensing* 8: 965-982.
- Corominas, J., Mateos, R.M., Remondo, J., (2017). Review of landslide occurrence in Spain and its relation to climate. In: *Slope Safety Preparedness for Impact of Climate Change*; Ho K, Lacasse S, Picarelli L (Eds.). Chapter 10: 351- 377.

- Díez-Herrero, A.y García Rodríguez, M. (2016). Riesgos por avenidas e inundaciones. En: Lario, J.y Bardají, T. (Coord.), *Introducción a los Riesgos Geológicos*: 119-152. Editorial UNED. ISBN: 978-84-362-7014-3.
- Herrera G., Fernández, J.A., Tomás, R., Cooksley, G., Mulas, J., (2009). Advanced interpretation of subsidence in Murcia (SE Spain) using A-DInSAR data-modelling and validation. *Natural Hazards Earth System Sciences* 9: 647-661.
- ICOG (2008). *Guía Metodológica para la elaboración de cartografías de riesgos naturales en España*. 163 p.
- Mateos RM, García-Moreno I, Azañón JM (2012) Freeze-thaw cycles and rainfall as triggering factors of mass movements in a warm Mediterranean region: the case of the Tramuntana Range (Majorca, Spain). *Landslides* 9: 417-432.
- Mateos RM, García-Moreno I, Herrera G, Mulas J (2013) Damage caused by recent mass-movements in Majorca (Spain), a region with a high risk due to tourism. *Landslide Science and Practice*. ClaudioMargottini, Paolo Canuti and Kyoji Sassa (Editors). Volume 7: Social and Economic Impact and Policies. 105-113.
- Mateos, R.M., Azañón, J.M., Roldán, F.J., Notti, D., Pérez-Peña, J.V., Galve, J.P., Pérez-García, J.L., Colomo, C.M., Gómez-López, J.M., Montserrat, O., Devantèry, N., Lamas-Fernández, F., Fernández-Chacón, F., (2017). The combined use of PSInSAR and UAV photogrammetry techniques for the analysis of the kinematics of a coastal landslide affecting an urban area (SE Spain). *Landslides* 14: 743-754.
- Mateos R.M., Ezquerro P., Azañón JM, Gelabert B, Herrera G, Fernández-Merodo J.A., Spizzichino D, Sarro R, García-Moreno I, Béjar-Pizarro M. (2018). Coastal lateral spreading in the world heritage site of the Tramuntana range (Majorca, Spain). The use of PSInSAR monitoring to identify vulnerability. *Landslides* 15:797-809. DOI: 10.1007/s10346-018-0949-5.
- Mateos R M., López-Vinielles J, Poyiadji E, Tsagkas D, Sheehy M, Hadjicharalambous K, Liscák P, Podolski L, Laskowicz I, Iadanza C, Gauert C, Todorović S, Jemec auflíč M, Maftai R, Hermanns RL, Kociu A, Sandić C, Mauter R, Sarro R, Béjar M, Herrera G. (2020). Integration of landslide hazard into urban planning across Europe. *Landscape and Urban Planning*. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103740>.
- Notti D, Galve JP, Mateos RM, Montserrat O, Lamas F, Fernández-Chacón F, Roldán FJ, Pérez-Peña V, Crossetto M, Azañón JM (2015) Human-induced coastal landslide reactivation. Monitoring by PSInSAR techniques and urban damage survey (SE Spain). *Landslides*, 12: 1007-1014.
- Notti, D., Mateos, R.M., Oriol, M., Devanthéry, N., Peinado, T., Roldán, F.J., Fernández-Chacón, F., Galve, J.P., Lamas, F., Azañón, J.M., (2016). Lithological control of land subsidence induced by groundwater withdrawal in new urban areas (Granada Basin, SE Spain). *Multiband DInSAR monitoring*. *Hydrological Processes* 30: 2317-2331
- Pulido-Bosch, A., Delgado, J., Sola, F., Vallejos, A., Vicente, F., López-Sánchez, J.M., Mallorquí, J.J., 2012. Identification of potential subsidence related to pumping in the Almeria Basin (SE Spain). *Hydrological Processes* 26: 731-740.
- Tessitore, S., Fernández-Merodo, J.A., Hererra, G., Tomás, R., Ramondini, M., Sanabria, M., Duro, J., Mulas, J., Calcaterra, D., 2016. Comparison of water-level, extensometric, DInSAR and simulation da-ta for quantification of subsidence in Murcia (SE Spain). *Hydrogeology Journal* 24: 727-747.

