

CUADRO 1.1
PERDIDAS POR RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA EN EL PERIODO 1988-2016
(HIPÓTESIS DE RIESGO MÁXIMO)

RIESGOS	1		2		3		4	
	PERDIDAS TOTALES	POSSIBLE REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	POSSIBLE REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COSTE ESTIMATIVO APROXIMADO POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COSTE ESTIMATIVO APROXIMADO POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	BENEFICIO COSTE	PERDIDAS TOTALES DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	PTS.	%	PTS.	%	PTS.		PTS.	
INUNDACIONES	2.823.480.652.170	52,5	1.482.327.342.389	41,4	1.168.920.989.998	1,27	2.510.074.299.779	
SISMICO	2.684.358.229.325	50,0	1.342.179.114.663	10,0	268.435.822.933	5,00	1.610.614.937.595	
MOVIMIENTOS DEL TERRENO	895.960.288.304	90,0	806.364.259.473	10,3	92.283.900.695	8,74	181.879.938.526	
EROSION DE SUELOS	870.796.526.780	66,0	574.725.707.675	45,7	397.954.012.738	1,44	694.024.831.843	
TSUNAMIS	391.987.433.239	95,0	372.388.061.577	63,0	246.952.082.940	1,51	266.551.454.602	
EROSION COSTERA	312.049.665.237	66,0	205.952.779.057	45,7	142.606.697.013	1,44	248.703.583.194	
SUELOS EXPANSIVOS	104.244.773.359	99,0	103.202.325.625	5,0	5.212.238.668	19,80	6.254.686.402	
ACTIVIDAD VOLCANICA	16.252.042.291	16,5	2.681.586.978	3,5	568.821.480	4,71	14.139.276.793	

CUADRO 1.2
PERDIDAS POR RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA EN EL PERIODO 1988-2016
(HIPÓTESIS DE RIESGO MEDIO)

RIESGOS	1		2		3		4	
	PERDIDAS TOTALES	POSSIBLE REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	POSSIBLE REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COSTE ESTIMATIVO APROXIMADO POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COSTE ESTIMATIVO APROXIMADO POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	BENEFICIO COSTE	PERDIDAS TOTALES DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	PTS.	%	PTS.	%	PTS.		PTS.	
INUNDACIONES	2.823.480.652.170	52,5	1.482.327.342.389	41,4	1.168.920.989.998	1,27	2.510.074.299.799	
EROSION DE SUELOS	870.796.526.780	66,0	574.725.707.675	45,7	397.954.012.738	1,44	694.024.831.843	
MOVIMIENTOS DEL TERRENO	765.750.292.201	90,0	689.175.262.981	10,3	78.872.280.097	8,74	155.447.309.317	
EROSION COSTERA	312.049.665.237	66,0	205.952.779.057	45,7	142.606.697.013	1,44	248.703.583.194	
SUELOS EXPANSIVOS	104.244.773.359	99,0	103.202.325.625	5,0	5.212.238.668	19,80	6.254.686.402	
SISMICO	84.784.424.216	50,0	42.392.212.108	10,0	8.478.442.422	5,00	50.870.654.529	
ACTIVIDAD VOLCANICA	2.067.458.826	16,5	343.177.491	3,5	72.361.059	4,71	1.796.642.396	
TSUNAMIS	0	95,0	0	63,0	0	1,51	0	
TOTAL	4.963.173.792.791	69,0	1.424.589.917.026	11,2	355.875.464.793	6,16	2.094.459.340.558	

COLUMNA 1

Riesgos geológicos según su orden de incidencia en las pérdidas económicas.

por la magnitud y la intensidad. La magnitud es una medida instrumental absoluta que depende de la energía sísmica liberada y se mide a partir de las ondas registradas en los sismógrafos. La intensidad es una medida subjetiva, utilizada antes de aplicarse otras medidas absolutas, y que se relaciona con los efectos de los terremotos. La intensidad se evalúa en términos de escalas arbitrarias, de las cuales la más extendida actualmente es la escala modificada de Mercalli, que comprende doce grados.

Existe una correlación entre magnitud e intensidad, pero en esta última influyen factores diversos como las condiciones geológicas locales, el tipo de construcción o la densidad de pobla-

COLUMNA 2

Pérdidas en pesetas estimadas en España para el periodo comprendido entre los años 1988 y 2016 (periodo de 30 años).

ción. Las intensidades sentidas en un terremoto son máximas en el epicentro, localizado en la vertical del foco, y se atenúan con la distancia según leyes exponenciales propias de cada región litosférica en el globo.

Además de los terremotos naturales se pueden generar movimientos sísmicos por la acción del hombre, tal como ocurre con la sísmica inducida durante el llenado de embalses, la inyección de fluidos en el subsuelo, las explosiones y las labores mineras

— Efectos y daños de los terremotos

Los efectos de los sismos suelen traducirse en un movimiento brusco de la su-

perficie terrestre provocado por el paso de la onda sísmica que produce sacudidas, movimientos de vaivén, levantamientos, subsidencia, desarrollo de fracturas, plegamientos, etc acompañados de sonidos y ruidos de variable intensidad. Estos efectos desencadenan otros fenómenos inducidos que suelen agravar los daños y aumentar las pérdidas, como son los deslizamientos, coladas de barro, licuefacción y densificación de suelos, etc

La mayor parte de los daños originados por los terremotos son causados por el colapso de estructuras, roturas en edificios, incendios y otros fenómenos indirectos provocados por el sismo.

Los daños están referidos a poblaciones de más de mil habitantes, excepto en erecciones, deslizamientos y costas, en los que se ha considerado todo el territorio. Así mismo, se supo-

ne que durante los próximos treinta años no se aplicarán nuevas medidas de mitigación o control adicionales a las ya existentes.

(*) Las pérdidas totales han sido corregidas con un crecimiento económico real del 2 % anual en el período de treinta años.

COLUMNA 3

Reducción de pérdidas sobre el total si se llevan a cabo medidas de mitigación, expresada en porcentaje y valor absoluto, suponiendo que durante los treinta años se apliquen precisamente las citadas medidas.

COLUMNA 4

Coste estimativo aproximado de la aplicación de medidas de mitigación en porcentaje sobre el total de pérdidas, y en valores absolutos para el intervalo de treinta años.

COLUMNA 5

Relación Beneficio-Coste (columna 3/columna 4) basada en el coste aproximado de la aplicación de medidas de mitigación frente a la reducción de pérdidas que éstas comportan.

COLUMNA 6

Pérdidas totales en pesetas en el intervalo de treinta años después de la aplicación de medidas de mitigación (columna 2 - columna 3 + columna 4).

COLUMNA 1

Riesgos geológicos según su origen de incidencia en las pérdidas.

COLUMNA 2

Pérdidas en pesetas estimadas en España para el período entre los años 1986 y 2016 (período de 30 años). Las pérdidas están referidas a poblaciones de más de mil habitantes, anclaje en erosión, y costas, en los que se ha considerado todo el territorio. Así mismo, se supone que durante los próximos treinta años no se aplicarán nuevas medidas de mitigación o control adicionales a las ya existentes.

(*) Las pérdidas totales han sido corregidas con un crecimiento económico real del 2 % anual en el período de treinta años.

COLUMNA 3

Reducción de pérdidas sobre el total si se llevan a cabo medidas de mitigación, expresada en porcentaje y valor absoluto, suponiendo que durante los treinta años se apliquen precisamente las citadas medidas.

COLUMNA 4

Coste estimativo aproximado de la aplicación de medidas de mitigación en porcentaje sobre el total de pérdidas, y en valores absolutos para el intervalo de treinta años.

COLUMNA 5

Relación Beneficio-Coste (columna 3/columna 4), basada en el coste aproximado de la aplicación de medidas de mitigación frente a la reducción de pérdidas que éstas comportan.

COLUMNA 6

Pérdidas totales en pesetas en el intervalo de treinta años después de la aplicación de medidas de mitigación (columna 2 - columna 3 + columna 4).

En definitiva, los resultados de los terremotos se traducen en pérdidas de vidas humanas, destrucción de bienes, pérdidas económicas, cambios ecológicos e incluso alteraciones sociales.

— Factores que influyen en los daños

- Intensidad del sismo.
- Duración del sismo
- Calidad de las construcciones y estructuras.
- Estabilidad de los materiales del subsuelo y espesor de éstos. Los terrenos no consolidados como sedimentos aluviales y rellenos artificiales, suelen comportarse mucho más desfavorablemente que las rocas o suelos duros

— Fecha y hora del suceso

— Densidad de población del área en la que se produce el suceso.

Riesgo por fallas activas

Falla es una fractura en la corteza terrestre que sufre un movimiento o un desplazamiento relativo entre sus labios. Falla activa es aquella falla que ha experimentado movimiento en su pasado geológico reciente, es decir, durante el Cuaternario, o de forma más precisa en el Holoceno (últimos 10.000 años), y que por ello se admite la posibilidad de sufrir movimientos en el futuro. Son escasas las fallas en las que se tiene una evidencia cierta de su actividad reciente, ya sea por falta de dataciones absolutas u otras pruebas como los registros de microsismicidad, o por la ausencia de materiales recientes que puedan ser utilizados como criterios de datación relativa de las mismas. Por otra parte, el salto total en una falla es un efecto acumulativo en el tiempo y por tanto las referencias recientes (por ejemplo sedimentos holocenos), normalmente muestran desplazamientos bajos, difíciles de detectar.

El movimiento a lo largo de las fallas, como la actividad sísmica, se relaciona con el contexto geodinámico que describe la Tectónica de Placas. En los límites de placas es donde la litosfera tiende principalmente a deformarse y, por consiguiente, donde se encontrarán con mayor probabilidad fallas activas. Sin embargo, en el interior de las placas es posible también la existencia de fallas hoy activas, bien en relación con su herencia paleotectónica, bien en relación con esfuerzos propios de esas áreas.

— Efectos y daños

Como efecto del desplazamiento de las fallas activas se pueden producir daños en las edificaciones y estructuras, por bruscos movimientos diferenciales a ambos lados del plano de falla, o por un desplazamiento muy lento o **creep** tectónico.

Riesgo por tsunamis

Tsunami es el término japonés con el que se definen las olas de agua de gran periodo (0,1-1 hora) generadas por desplazamientos de fallas en el fondo oceánico, deslizamientos submarinos de alta velocidad o explosiones de islas volcánicas. En muchos casos el proceso de generación de un tsunami no ha podido ser observado directamente ni ha podido ser registrado instrumentalmente por tener lugar en fondos marinos alejados de la costa. Según las experiencias realizadas en laboratorio los tsunamis se pueden generar por un movimiento de tipo «pistón» a lo largo de fallas de los fondos marinos, en los que se producen desplazamientos ascendentes y descendentes de extensas zonas del fondo oceánico, transmitiendo su movimiento a la columna de agua que reposa sobre este fondo. Esta columna de agua, por acción de la gravedad, vuelve al estado de equilibrio después de una o dos oscilaciones, irradiándose ondas en diversas direcciones y a gran velocidad.

Así en grandes cuencas oceánicas la velocidad de la onda será muy elevada por existir en ellas una gran profundidad de los fondos. Se alcanzan así hasta 700 km/h. Lo contrario sucede en zonas próximas a la costa, donde se reduce la velocidad. También la longitud de onda varía con la profundidad de la masa de agua. En alta mar las longitudes de onda oscilan entre 200 y 700 km. y en la plataforma continental entre 50 y 150 km. dando lugar a amplitudes de menos de 1 m que resultan difícilmente detectables. Los tsunamis se manifiestan al aproximarse a la costa, donde se reducen de manera importante las longitudes de onda y por tanto la amplitud crece hasta alcanzar alturas de ola entre 15 y 30 m. en casos extremos. Un solo tsunami puede generar varias olas de gran altura. La llegada de estas gigantescas olas puede ir precedida de un reflujos que deja al descubierto extensas zonas del fondo marino próximo a la costa.

— Daños por tsunamis

Las ondas de los tsunamis al aproximarse a la costa se reflejan de manera no lineal y disipan la energía de su movimiento por fricción mecánica con el fondo del mar. Las manifestaciones del tsunami pueden ser variadas. Sus efectos pueden ser desde una subida y bajada tranquila y uniforme del nivel del mar, hasta la aparición de una inmensa muralla de agua de varias decenas de metros de altura.

En este último caso, el tsunami tiene gran poder destructor, al barrer todo lo que encuentra a su paso y destruir construcciones, instalaciones portuarias y vías de comunicaciones, además de pro-

LA APLICACION DE MEDIDAS PREVENTIVAS PUEDE REDUCIR LAS PERDIDAS POR CATASTROFE NATURAL EN MAS DEL 50 POR CIENTO.

vocar graves pérdidas en vidas humanas.

Los daños que se producen se deben a efectos hidrostáticos e hidrodinámicos del agua, así como a los impactos de objetos arrastrados por el agua. Estos daños están en función de la extensión del territorio inundado, que a su vez depende de las características del tsunami y de la morfología de la costa.

En los últimos años se ha multiplicado importantemente el riesgo de tsunamis en las zonas costeras, ya que la ocupación turística y urbanizadora se ha situado preferentemente en dichas zonas costeras.

Riesgo Volcánico

La actividad volcánica tiene lugar cuando masas de material silicatado fundido (magma) penetran a través de la corteza alcanzando la superficie terrestre, donde se derraman en forma de lava o son arrojados como material piroclástico. Los volcanes producen distintos tipos de materiales que son función de la composición y propiedades físicas del magma, así como de su contenido en gases.

— Daños y efectos

Los efectos del vulcanismo son de los más devastadores conocidos por el hombre. Extensas áreas pueden verse afectadas por sus efectos destructivos, tal como la experiencia histórica ha puesto de manifiesto.

Los daños se producen por la acción directa de materiales incandescentes y gases, y la acumulación o depósito de productos de emisión

Este riesgo también causa importantes pérdidas de vidas humanas, agravándose con el hecho de que hoy en día son múltiples las personas que viven en zonas de alto riesgo, esto se debe al crecimiento de los asentamientos humanos tradicionales

Además de los daños propios de la actividad volcánica, también pueden inducirse efectos secundarios, como cambios climáticos, de graves consecuencias para la Humanidad. Esto sucede algunos casos de fuerte explosividad del vulcanismo, con inyección en la atmósfera de grandes cantidades de material piroclástico

RIESGOS LIGADOS A LA GEODINAMICA EXTERNA

Riesgo por inundaciones y avenidas

Cuando los caudales de agua y de sedimentos transportados por los ríos rebosan los cauces y ocupan terrenos adyacentes, se produce una inundación. Si esta inundación adquiere grandes dimensiones, se denomina comúnmente avenida. Este fenómeno está estrechamente relacionado al sistema fluvial en general. Este es un sistema natural abierto, que durante determinados periodos de tiempo llega a alcanzar el equilibrio entre todos sus factores medio-ambientales: suelo, vegetación, morfología, etc., que en última instancia están condicionados por la geología (litología, morfología e hidrogeología) y clima de la zona. Cualquier alteración de alguno de estos factores, como por ejemplo un aumento de precipitación, puede producir una alteración del sistema que se tra-

duce en una modificación de la dinámica y morfología del cauce

Así, en periodos de aguas bajas el sistema fluvial ocupa los canales de evacuación habituales, mientras que en periodos de aguas altas en los que el caudal de agua sobrepasa sus orillas, el sistema fluvial se adapta a esta situación ocupando la zona adyacente a los canales, que tiene topografía plana y es conocida como llanura de inundación. Este proceso ocurre de forma periódica y como media se estima que sucede dos veces durante el plazo de tres años.

Por tanto, la crecida y desbordamiento del río no supone, desde el punto de vista geológico, ningún acontecimiento fuera de lo normal, sino parte de la dinámica natural en la que se alternan periodos de estabilidad seguidos de otros inestables.

Las avenidas ayudan a mantener el ecosistema aportando sedimentos ricos en nutrientes que permiten el desarrollo de gran variedad de plantas en la llanura de inundación, que van ligadas a la vida de numerosas especies animales en este hábitat

Las causas de las inundaciones pueden ser naturales y antrópicas

Naturales:

- De origen climático y meteorológico:
- climas con periodos de marcado estiaje, frente a otras épocas de precipitaciones torrenciales favorecen la frecuencia de inundaciones;
- lluvia directa excepcional en cuanto a intensidad, duración y extensión, favorecida por los siguientes factores: proximidad al mar, frentes montañosos perpendiculares a los vientos húmedos, enfriamiento súbito de los niveles altos de la atmósfera,
- ciclones costeros,
- fusión rápida de hielos y nieve.

LAS INUNDACIONES SON EL RIESGO MAS AMPLIAMENTE EXTENDIDO EN NUESTRO PAIS Y CONSTITUYE UNA SERIA AMENAZA QUE PERIODICAMENTE DEVASTA TIERRAS, PROPIEDADES Y VIDAS HUMANAS, TANTO EN ZONAS RURALES COMO URBANAS.

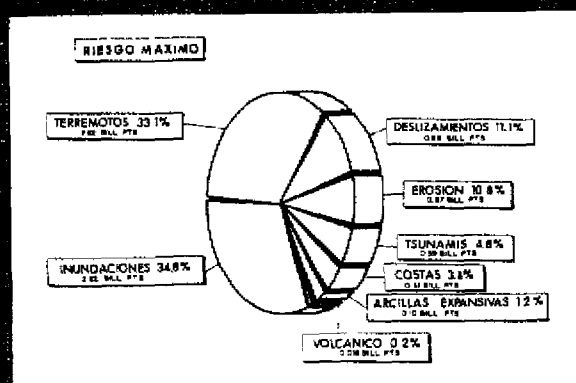


Figura 1.1 Riesgos geológicos en España para el período 1986/2016. Pérdidas potenciales previstas según la hipótesis de riesgo máximo de 8,1 billones de pesetas.

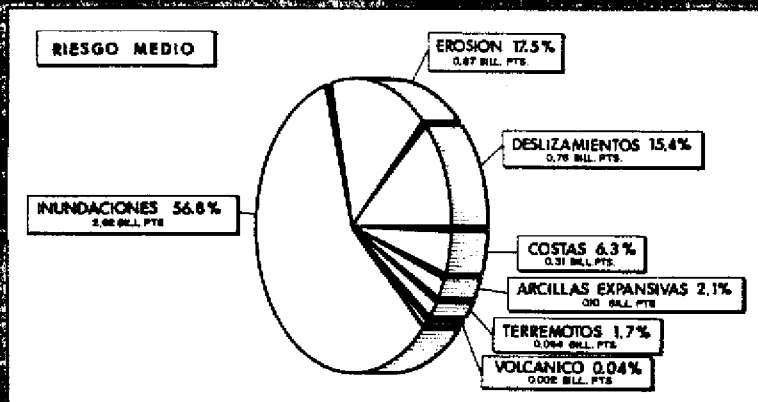


Figura 12. Riesgos geológicos en España para el período 1986/2016. Pérdidas potenciales previstas según la hipótesis de riesgo medio de 4,9 millones de pesetas.

— Por obstrucciones naturales de cauces fluviales causados por deslizamientos, aludes, diques de hielo, etc.

Antrópicas: derivadas de la acción humana que altera el régimen hidrológico normal de los ríos. Sus causas pueden ser:

— Directas:

- obras en el cauce fluvial: diques, canalizaciones, presas;
- rotura de presas;
- desembalse súbito de agua;
- obras de minería y escombreras;
- cambios climáticos inducidos y experimentos con lluvias artificiales.

— Indirectas:

- deforestación y pérdidas de cobertura vegetal;
- prácticas deficientes de cultivo y usos del suelo erróneos;
- aumento de zonas urbanizadas que producen impermeabilización del terreno.
- erosión de suelos que favorece los fenómenos torrenciales.

— Factores que controlan las avenidas

Son múltiples los factores que controlan este fenómeno. Entre ellos destacan:

- Factores climáticos
- Factores geológicos

- Litológicos: la composición de la roca madre determina la capacidad de infiltración. Así un suelo saturado admite menos cantidad de agua de infiltración, incidiendo los factores mineralógicos y texturales.
- Estructurales: accidentes estructurales.
- Hidrogeológicos: capacidad de almacenamiento de los acuíferos.
- Hidrológicos: capacidad de infiltración y factor de escorrentía.

EL RIESGO MAS INFRECUENTE ES EL DENOMINADO «TSUNAMI» (UNO POR MILENIO). EL ULTIMO SE REGISTRO EN CADIZ EN 1755.

— Factores geomorfológicos

- Tipo de pendientes: influyendo la longitud y ángulo de ésta.
- Morfometría y superficie de la cuenca determina los caudales y tiempos de avenida posibles. Así, por ejemplo, una cuenca alargada favorece mayores caudales de avenida que una cuenca dendrítica.

— Factores de la vegetación

- tipo y estado de la vegetación;
- usos agrícolas del terreno.

— Daños y consecuencias de las avenidas

Los efectos geológicos de las avenidas son:

- erosión y sedimentación,
- cambios en la geometría del cauce,
- movimientos de ladera.

Desde el punto de vista humano las avenidas pueden representar una catástrofe que trae consigo graves pérdidas económicas y de vidas humanas, debido a la ocupación por parte del hombre de la llanura de inundación de los ríos. Históricamente en esta zona se han producido importantes asentamientos hu-

manos, dado que son zonas de suave topografía, con fácil acceso al agua y con rico suelo aluvial, caracterizado por el gran contenido en nutrientes. El hombre ha mantenido así una batalla prolongada y costosa para mantener esta ocupación y realizar un mayor aprovechamiento de los terrenos ganados al río, sin tener generalmente en cuenta el comportamiento natural de este medio ni preocuparse por la conservación del ecosistema. En consecuencia muchos cauces se encuentran rellenados, estrechados, obstruidos, etc., favoreciendo el desbordamiento sobre la llanura de inundación. En los países mediterráneos son abundantes los casos conocidos de grandes pérdidas en relación con las inundaciones y avenidas, de tal manera que es quizá el riesgo geológico catastrófico de mayor incidencia por su frecuencia y magnitud.

Riesgo por erosión de suelos

Se entiende por erosión la destrucción de la superficie terrestre por los agentes exógenos. El proceso de erosión puede dividirse en tres tipos según el agente que les origina:

— Hídrica:

- en manto (**sheet**)
- en surcos (**rills**)
- en carcava (**gully**)
- lineal

— Eólica

— Nival

En el término de erosión se engloban dos tipos de problemas:

- el arranque y arrastre del material de una zona;
- la deposición de este material en otra;

La erosión está en estrecha relación con el concepto de pérdida del suelo. En este sentido, suelo es la franja biológicamente fértil o productiva de la superficie terrestre. La pérdida de la cobertura edáfica acelera patentemente el proceso de desertización. Desertización —según la definición dada en la **Conferencia a petición de NN.UU. de Nairobi (1977)**— es «la disminución del potencial biológico de la tierra, así como cualquier proceso de degradación del suelo, del agua o de otros recursos naturales sometidos a condiciones de tensión ecológica».

— Causas

La pérdida del suelo y el arrastre de sedimentos se deben a dos tipos de causas fundamentales:

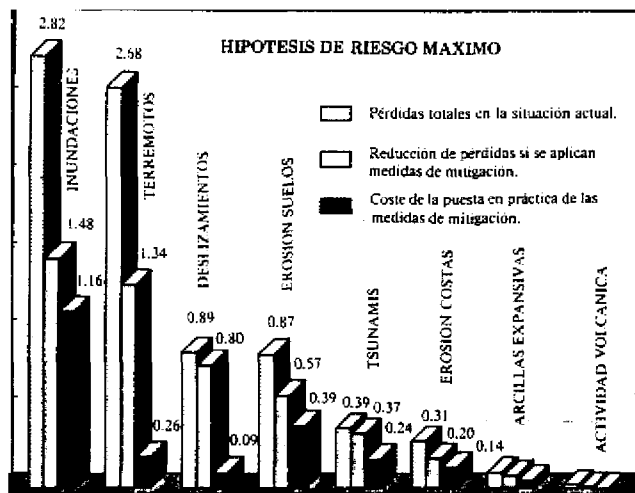


Figura 1.3 Pérdidas totales por riesgos geológicos en España en el periodo 1986/2016, junto a la reducción de pérdidas si se aplican medidas de mitigación y el coste de tales medidas, en hipótesis de riesgo máximo.

— Naturales:

La erosión geológica natural es un proceso tolerable, lento, continuo y equilibrado en el que juega la dinámica del suelo. Son admisibles cifras de hasta 10 Tm/Ha/año.

En este tipo de erosión influyen los siguientes factores del terreno: ángulo y longitud de la pendiente, características físicas del suelo (granulometría, textura, estructura, etc.) y condiciones de la cobertura vegetal. También debe considerarse un factor climático, relacionado con los cambios globales que se están produciendo a nivel del planeta y en función de las grandes franjas climáticas.

— Antrópicas:

El hombre vive en contacto con el suelo y actúa cambiando sus propiedades, deteriorándolo y acelerando el proceso erosivo. Las distintas acciones humanas que aceleran el proceso erosivo son:

- Reducción de la capacidad de infiltración del suelo, con la urbanización, existiendo más cantidad de agua en la superficie que produce el arrastre.
- Deforestación y pérdida de la cobertura vegetal, provocada por las tallas, construcciones, incendios, lo que facilita, en los terrenos estériles, el impacto de la gota de agua, los fenómenos torrenciales y la deflacción eólica.
- Sobreexplotación agrícola: la agricultura intensiva unida a las malas prácticas del laboreo y el uso incontrolado de abonos minerales que reducen el contenido en materia orgánica.
- Pérdidas de suelo al producirse la expansión urbanizadora. Por ejemplo en EEUU. cada año un millón de hectáreas pasan de ser terrenos cultivables

a ser terrenos urbanizables, como consecuencia del crecimiento económico e industrial.

— Daños y efectos

El principal problema que representa la pérdida de material es la ruina del suelo y, en consecuencia, una disminución de la capacidad productiva del mismo. También supone un deterioro del medio ambiente. Por otro lado, se favorece el aterramiento de cauces fluviales, lagos y embalses.

Así mismo cabe destacar el grave problema que supone el relleno en zonas urbanas de sistemas de drenaje y alcantarillado, suponiendo este relleno el que ocasiona mayores pérdidas en áreas urbanas.

Aunque la erosión no ocasiona pérdidas en vidas humanas ni daños catastróficos, este riesgo es muy importantes, ya que se producen las pérdidas de recur-

EL SECTOR MAS VULNERABLE A LA DESERTIZACION ES LA PARTE SURORIENTAL DE LA PENINSULA, LAS PROVINCIAS DE ALMERIA, GRANADA, MURCIA Y MALAGA, LLEGANDO A REGISTRARSE PERDIDAS DE MAS DE 200 TM/HA. AÑO.

sos no renovables, necesiéndose cientos o miles de años para regenerar un suelo. En nuestro país, cifras dadas por el ICONA señalan que para elaborar un suelo vegetal de 15 cm de profundidad son necesarios siete mil años. Por ello es claro que las pérdidas de la erosión pueden tener importantes repercusiones sobre la vida del hombre y el equilibrio ecológico.

Riesgos por deslizamientos y movimientos del terreno

Se entiende por deslizamientos el desplazamiento de masas de tierra o rocas por causa de la gravedad. En general, los deslizamientos se refieren a movimientos rápidos, mientras que los lentos se refieren al **creep** o reptación.

El concepto de deslizamiento es más amplio de lo que su etimología indica puesto que además comprende caídas desprendimientos, flujo y reptación de materiales.

Este tipo de movimientos debe distinguirse de otro grupo de movimientos gravitatorios de componente vertical como son la subsidencia, el colapso y los hundimientos.

— Daños y efectos de los deslizamientos

Los deslizamientos pueden causar pérdidas de vidas humanas y graves daños económicos, con importantes alteraciones de la superficie del terreno, modificación de cauces fluviales y otros fenómenos indirectos como la erosión de suelos.

Con respecto a las edificaciones e instalaciones, son de destacar los daños en obras lineales (taludes de carretera y ferrocarriles), en núcleos urbanos, áreas turísticas, y en explotaciones mineras y de rocas industriales.

Riesgo por suelos expansivos

Los suelos expansivos son materiales que experimentan un incremento de volumen cuando aumenta el contenido en humedad. De igual manera frente a la desecación, se produce una reducción de volumen. La razón por la que estos suelos se ven afectados por los cambios de humedad se debe a que en su composición mineralógica existen arcillas esmectíticas (montmorillonitas), cuyos minerales tienen un espaciado basal muy variable (de 9,6 a 21,4 Å) que permite la entrada y salida de moléculas de agua, así como de cationes que inducen en la red cristalina cambios volumétricos apreciables. En este fenómeno tienen importancia las fuerzas capilares que se establecen entre los granos.

Riesgo por hundimientos

Se entiende por hundimientos los fallos del terreno producidos por movimientos de la componente vertical, y que pueden ocasionar colapsos con apertura de una oquedad hacia el exterior. La evolución de esta oquedad es rápida, pasando sus paredes de ser verticales a adoptar formas de embudo, que suelen terminar por rellenarse

— Causas

Los hundimientos van siempre ligados a la formación de cavidades y galerías subterráneas próximas a la superficie del terreno. La formación de estas cavidades debe su origen a dos tipos de procesos:

Karstificación y Tubificación.

— Daños y efectos

Los daños producidos por hundimientos suelen afectar fundamentalmente al ámbito geotécnico: edificaciones, trazado de estructuras lineales, minería, etc. La carga adicional de las estructuras construidas sobre una cavidad pueden transmitir importantes tensiones en el terreno, pudiendo llegar al colapso si éstas fueran importantes. No es frecuente que se produzcan pérdidas de vidas humanas.

Riesgo por erosión de costas

La línea de costa puede definirse como la intersección de la superficie topográfica con la superficie horizontal del agua de mar. Existen diversos tipos de elementos costeros (playas, bahías, estuarios, acantilados, etc.), cada uno de los cuales tiene su régimen particular, su ritmo, distintos materiales y un complejo sistema de factores que actúan sobre ellas

De manera natural el mar produce una acción morfogenética en la costa. El agua es el agente erosivo que modela el litoral. Su energía dinámica se manifiesta a través de las fuerzas naturales más importantes del medio costero:

- oleaje
- mareas
- corrientes

Su acción se ejerce en una estrecha banda y su efectividad está condicionada por la magnitud y frecuencia de las mismas y por las características geológicas del terreno y de los materiales (diaclasado, grado de cementación, existencia de tramos blandos, etc.) Estas fuerzas naturales además de modelar el medio costero son las que también provocan los fenómenos de transporte y de depósito de los materiales erosionados

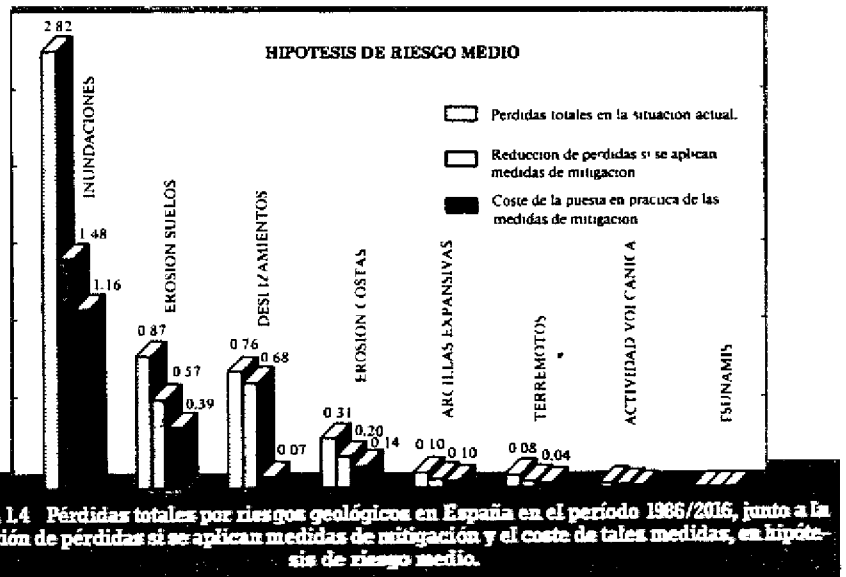


Figura 1.4 Pérdidas totales por riesgos geológicos en España en el período 1986/2016, junto a la reducción de pérdidas si se aplican medidas de mitigación y el coste de tales medidas, en hipótesis de riesgo medio.

La mayor parte de los sedimentos que se depositan en el medio costero son aportados por los ríos mientras que los sedimentos provenientes de la erosión costera representan una proporción inferior y son distribuidos por las corrientes de deriva y por el oleaje en un desplazamiento a lo largo de la costa.

Por tanto la configuración costera varía ampliamente con el tiempo de una manera natural, produciéndose esta distribución de sedimentos que varían de ubicación transportándose de una zona para acumularse en otra. Así, por ejemplo, de una manera natural los sedimentos de una playa migran de una zona para pasar a configurar una playa en otra zona donde las condiciones costeras son favorables actualmente

— Daños y efectos

La dinámica costera natural se ve alterada por las actuaciones humanas, provocando la degradación acelerada del medio, que en definitiva resulta ser uno de los más vulnerables del planeta.

La costa es una zona elegida preferentemente para ser habitada. Las razones de este hecho son de tipo histórico, económico, comercial, de recreo, etc., y de aquí la estrecha interrelación entre el hombre y la costa. Estas actuaciones so-

bre el medio costero y los daños que de ellas se derivan pueden resumirse en:

- Construcción de espigones, muelles, diques, etc. Estos interrumpen el sentido habitual de circulación de las corrientes que transportan sedimentos. Se provoca así una gran acumulación de sedimentos en un lado de estas estructuras y una falta de aportes corriente abajo, ocasionando por una parte el relleno de las ensenadas y bahías así como las pérdidas de las playas por otra.
- Proliferación de embalses. Debido a su aterramiento éstos impiden la llegada de detríticos a la desembocadura de los ríos y producen, por tanto, la falta de aportes suficientes para el mantenimiento de las playas. Esto en ocasiones puede dar retrocesos en el frente playero de hasta 10 m/año.
- Edificaciones en la misma línea del frente costero y en los bordes de acantilados, que repercuten en el equilibrio de la costa y en la estabilidad del acantilado, pudiendo ocasionar desprendimientos y deslizamientos, con consecuencias desastrosas para estos edificios y estructuras.
- Construcción de carreteras y accesos en la parte trasera de la playa y de las mismas, provocando la pérdida de este entorno ecológico así como el deterioro de los campos dunares.
- Extracción de áridos y arenas de las zonas playeras para su empleo en obras de ingeniería civil.

En definitiva, la degradación del medio costero conduce a importantes pérdidas económicas especialmente en las áreas de ocupación turística.

LA MAYOR ACTIVIDAD SISMICA POSIBLE PUEDE TENER LUGAR EN LA REGION AL SUR DE LA FLEXURA DEL GUADALQUIVIR.