



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Instituto Geológico
y Minero de España

63146



I

CONSORCIO DE
COMPENSACION
• DE SEGUROS •

**“ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA.
EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS E INUNDACIONES EN
EL PERIODO 1987-2001 Y ESTIMACIÓN PARA EL PERIODO 2004-2033”**

**- Tomo 1-
MEMORIA**

2004



Referencia: MFG Servicio de Riesgos Geológicos

Fecha: 30-05-2006

INFORME

TITULO

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS E INUNDACIONES EN EL PERIODO 1987-2001 Y ESTIMACIÓN PARA EL PERIODO 2004-2033"

PROYECTO

"ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS E INUNDACIONES EN EL PERIODO 1987-2001 Y ESTIMACIÓN PARA EL PERIODO 2004-2033"

RESUMEN

El presente estudio ha sido realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en el marco de un Convenio Específico de Colaboración firmado con el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS). Se ha dirigido hacia las necesidades específicas del CCS, realizándose el análisis y evaluación de los riesgos por terremotos e inundaciones en España. Se han estimado las pérdidas económicas para los siguientes casos:

- Pérdidas causadas por terremotos en el periodo 1987-2001 y por inundaciones en el periodo 1987-2002.
- Pérdidas potenciales para los próximos 30 años (2004-2033).

El estudio se ha realizado para todo el territorio nacional, a escala provincial en el primer caso y provincial y municipal en el segundo. Para su desarrollo ha sido necesario disponer, en primer lugar, de información detallada y actualizada acerca de los fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos ocurridos, sus efectos y consecuencias, a partir de los cuales puedan realizarse análisis retrospectivos y prospectivos sobre el impacto y la incidencia de los riesgos geológicos. Los análisis y cálculos para la evaluación de las pérdidas se han realizado según las características de los procesos geológicos y del tipo y grado de detalle de la información disponible. Las metodologías aplicadas se han basado en experiencias y estudios previos llevados a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España, adaptando y desarrollando nuevos criterios según los objetivos del estudio y la información disponible.

PALABRAS CLAVE: España, Riesgos Geológicos, Impacto, Terremotos, Inundaciones, Pérdidas, Daños, Evaluación.

Revisión

Nombre: Mercedes Ferrer Gijón
Unidad: Recursos Minerales y Geoambiente
Fecha: 30-05-2006

Autores:

Mercedes Ferrer Gijón
Juan Carlos García López-Davalillo
Luis I. González de Vallejo
Jose A. Rodríguez Franco
Hugo Estévez Martín
Marino Trimboli

Responsable: Mercedes Ferrer Gijón

El presente documento constituye la memoria del informe final del estudio **“Análisis del impacto de los riesgos geológicos en España. Evaluación de pérdidas por terremotos e inundaciones en el periodo 1987-2001 y estimación para el periodo 2004-2033”**.

El trabajo ha sido realizado por el Instituto Geológico y Minero de España en el marco de un Convenio Específico de Colaboración firmado con el Consorcio de Compensación de Seguros.

Este informe consta de los siguientes documentos:

- ♦ Tomo 1: Memoria
- ♦ Tomo 2: Mapas
- ♦ Tomo 3: Anexos

Por parte del Consorcio de Compensación de Seguros el estudio ha sido supervisado por Dña. Ana García Barona, Dña. Mercedes Varela Santamaría y D. Alfonso Nájera Ibáñez.

Directora del estudio:

Mercedes Ferrer Gijón
Instituto Geológico y Minero de España

Codirector del estudio:

Luis González de Vallejo
Universidad Complutense de Madrid / Prospección y Geotecnia, S.L.

Han intervenido los siguientes técnicos superiores:

Juan Carlos García López-Davalillo
Instituto Geológico y Minero de España

José Ángel Rodríguez Franco
Prospección y Geotecnia, S.L.

Hugo Estévez Martín
Instituto Geológico y Minero de España

Marino Trimboli
Società di Geotecnica e Geomeccanica. Savona, Italia

Agradecimientos:

Los autores agradecen la colaboración de las siguientes personas: Dña. Margarita Peñafiel, D. Gregorio Pascual y D. Luis Barranco, de la Dirección General de Protección Civil; D. Fernando Pérez Cerdán y D. Julio Garrote, del Instituto Geológico y Minero de España; Dña. Belén Soriano Clavero y D. Ángel Nuéz Ibáñez, del Consorcio de Compensación de Seguros; y Dña. Beatriz Blanco Peña y Dña. Alicia Cano García, de Prospección y Geotecnia, S.L.

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS E INUNDACIONES EN EL PERIODO 1987-2001 Y ESTIMACIÓN PARA EL PERIODO 2004-2033

RESUMEN

Los riesgos geológicos e hidrometeorológicos en España dan lugar a importantes pérdidas económicas y daños sociales. Dentro de estos riesgos, las inundaciones producen las mayores pérdidas, alcanzando en las últimas décadas un valor medio anual en torno al 0,1% del producto interior bruto. Los deslizamientos o movimientos de laderas naturales constituyen otro de los procesos con mayor repercusión económica, sobre todo en vías de transporte y comunicación. Los terremotos, por su carácter aleatorio y desigual distribución temporal a lo largo del registro histórico, constituyen un importante riesgo potencial. Sin embargo, en el último siglo la actividad sísmica en España ha sido baja, dando lugar a escasas pérdidas.

Los efectos directos de los riesgos geológicos sobre poblaciones e infraestructuras, entre otros sectores, llevan asociados elevados costes de reconstrucción y reparación de los bienes afectados. La ocupación de zonas de riesgo, la falta de medidas y sistemas de prevención y de estrategias de mitigación, de legislación, etc., implica unos costes en muchos casos gratuitos y evitables. La escasez de estudios y datos contrastados sobre el impacto de los riesgos en España contribuye también a la escasa atención que, hasta ahora, han prestado las instituciones científicas, técnicas, administrativas y políticas a esta materia.

La necesidad de contar con estudios actualizados para su aplicación a la ordenación territorial, infraestructuras y obras públicas, compañías de seguros, protección civil, etc., es cada vez más acuciante, dado el nivel de seguridad que exige el desarrollo de una sociedad moderna. La prevención y mitigación de los daños por riesgos

geológicos debe incorporarse a las actividades constructivas, de planificación urbana y ordenación del territorio y al diseño de obras e infraestructuras seguras en zonas de riesgo, con la finalidad de evitar víctimas y costes sociales y económicos.

El Instituto Geológico y Minero de España, como institución dedicada al estudio de las Ciencias de la Tierra y de las implicaciones de la Geología en el desarrollo de las actividades humanas, realiza estudios y proyectos encaminados al conocimiento y prevención de los riesgos geológicos. Por su alcance nacional destaca el estudio sobre el "Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España", de 1987, y el "Catálogo nacional de riesgos geológicos", de 1988.

El presente estudio se ha dirigido hacia las necesidades específicas del Consorcio de Compensación de Seguros, realizándose el análisis y evaluación de los riesgos por terremotos e inundaciones en España. Se han estimado las pérdidas económicas para los siguientes casos:

- Pérdidas causadas por terremotos en el periodo 1987-2001 y por inundaciones en el periodo 1987-2002.
- Pérdidas potenciales para los próximos 30 años (2004-2033).

El estudio se ha realizado para todo el territorio nacional, a escala provincial en el primer caso y provincial y municipal en el segundo. Para su desarrollo ha sido necesario disponer, en primer lugar, de información detallada y actualizada acerca de los fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos ocurridos, sus efectos y consecuencias, a partir de los cuales puedan realizarse análisis retrospectivos y prospectivos sobre el impacto y la incidencia de los riesgos geológicos.

Dados los objetivos y grado de detalle del trabajo se han desarrollado metodologías específicas, partiendo de la recopilación de información histórica y de la realización de una base de datos exhaustiva de los terremotos e inundaciones ocurridos en

España y que han causado daños. La base de datos incluye también deslizamientos del terreno o movimientos de ladera, aunque estos procesos no se han incluido en el presente trabajo. Esta base de datos constituye, en sí misma, una importante aportación de este estudio, siendo la primera recopilación completa sobre eventos documentados a nivel nacional. Su explotación podría ser de gran utilidad para consultas y aplicaciones a futuros estudios.

Los análisis y cálculos para la evaluación de las pérdidas se han realizado según las características de los procesos geológicos y del tipo y grado de detalle de la información disponible. Las metodologías aplicadas se han basado en experiencias y estudios previos llevados a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España, adaptando y desarrollando nuevos criterios según los objetivos del estudio y la información disponible.

Los principales resultados obtenidos del estudio son los siguientes:

Pérdidas por terremotos e inundaciones en el periodo 1987-2001

En el caso de riesgos por terremotos, es de destacar la baja tasa de sismicidad observada en España en el periodo 1987-2001, en comparación con la registrada en el último siglo. Este aspecto debe ser considerado en la interpretación de los resultados de este estudio. En estos 15 años, han ocurrido 11 terremotos con intensidad igual o mayor de V, alcanzándose valores máximos de VII en el terremoto de 1994 al sur de Adra (Almería), y VI-VII en los terremotos de Mula (Murcia) de 1999 y Adra (Almería) de 1993.

Los siguientes cuadros y figuras muestran las pérdidas totales evaluadas por terremotos (periodo 1987-2001) e inundaciones (periodo 1987-2002) y su distribución por comunidades autónomas. Los datos económicos corresponden a euros de 2002.

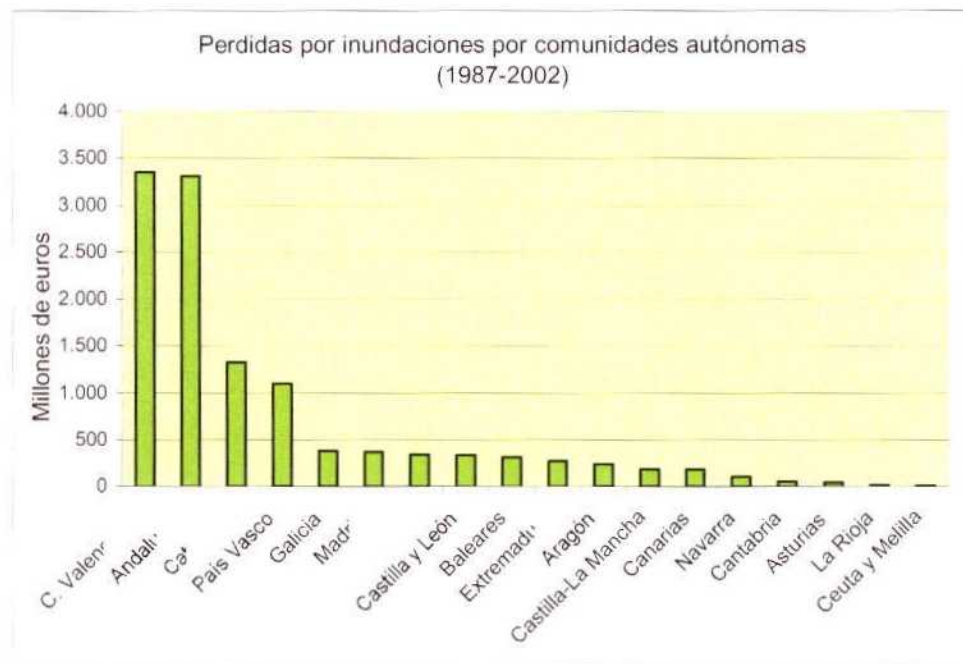
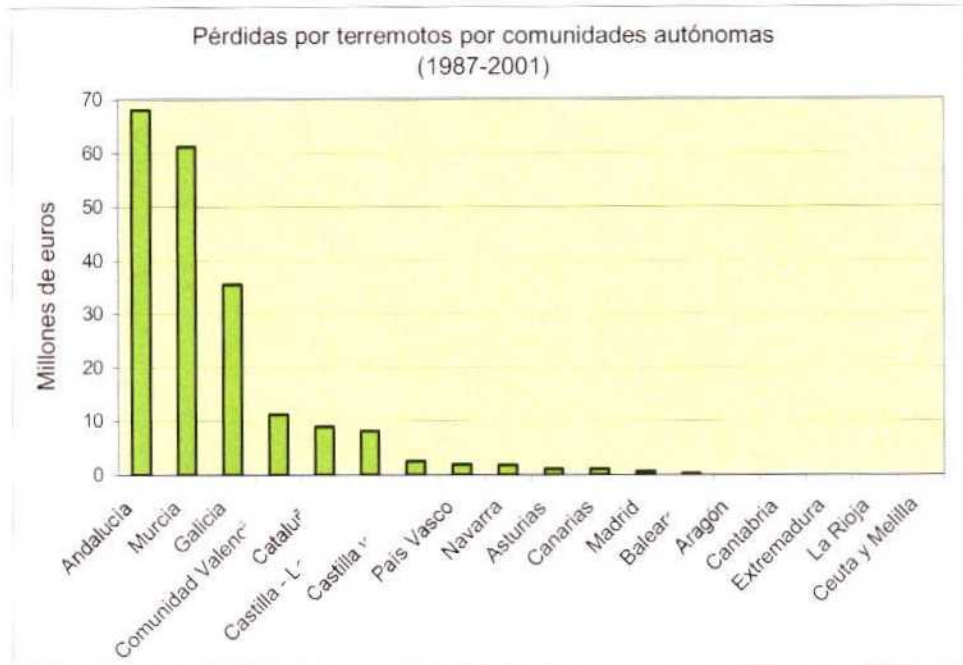
Pérdidas totales en España en el periodo 1987-2001/2

Pérdidas 1987-2001/2 (millones de euros de 2002)		
Terremotos (87-01)	Inundaciones (87-02)	Total
203	11.921	12.124
13,5/año	745/año	760/año

Pérdidas por comunidades autónomas

Terremotos (87-01)		Inundaciones (87-02)	
Andalucía	68.408.586	C. Valenciana	3.353.227.646
Murcia	61.510.683	Andalucía	3.310.785.402
Galicia	35.772.962	Cataluña	1.325.720.511
C. Valenciana	11.301.715	País Vasco	1.100.086.293
Cataluña	9.059.768	Galicia	385.422.214
Castilla - La Mancha	8.124.573	Madrid	369.605.719
Castilla y León	2.498.926	Murcia	341.674.308
País Vasco	1.943.932	Castilla y León	333.573.020
Navarra	1.802.229	Baleares	311.290.712
Asturias	1.088.472	Extremadura	275.509.377
Canarias	1.081.575	Aragón	236.865.298
Madrid	595.617	Castilla - La Mancha	184.891.414
Baleares	237.380	Canarias	183.625.773
Aragón	43.970	Navarra	99.169.581
Cantabria	7.688	Cantabria	54.134.569
Extremadura	2.404	Asturias	39.400.584
La Rioja	-	La Rioja	11.055.190
Ceuta	-	Melilla	3.483.047
Melilla	-	Ceuta	1.514.690
Total*	203.480.480	Total*	11.921.035.348

* Euros de 2002



Pérdidas estimadas por terremotos e inundaciones para el periodo 2004-2033

La estimación de pérdidas por terremotos se ha basado en el análisis de la sismicidad en España en el periodo 1900-2001, partiéndose de la hipótesis de que el número de terremotos en los próximos 30 años será proporcional al registrado a lo largo del citado periodo (1900-2001). Para la interpretación de los resultados debe considerarse que en el siglo XX no se ha producido en España ningún terremoto de intensidad superior a VIII, por lo que no entran en las previsiones estos terremotos. En los últimos 50 años se ha observado una ausencia significativa de terremotos importantes en territorio español, con 4 terremotos de intensidad VIII frente a los 12 ocurridos entre 1900 y 1951.

La estimación de pérdidas por inundaciones se ha basado en el análisis de los eventos ocurridos en los últimos 50 años. Estos procesos son más recurrentes en el tiempo que los terremotos, considerándose representativa la serie histórica analizada.

Los siguientes cuadros y figuras muestran las pérdidas totales estimadas por terremotos e inundaciones en España y su distribución por comunidades autónomas para los próximos 30 años.

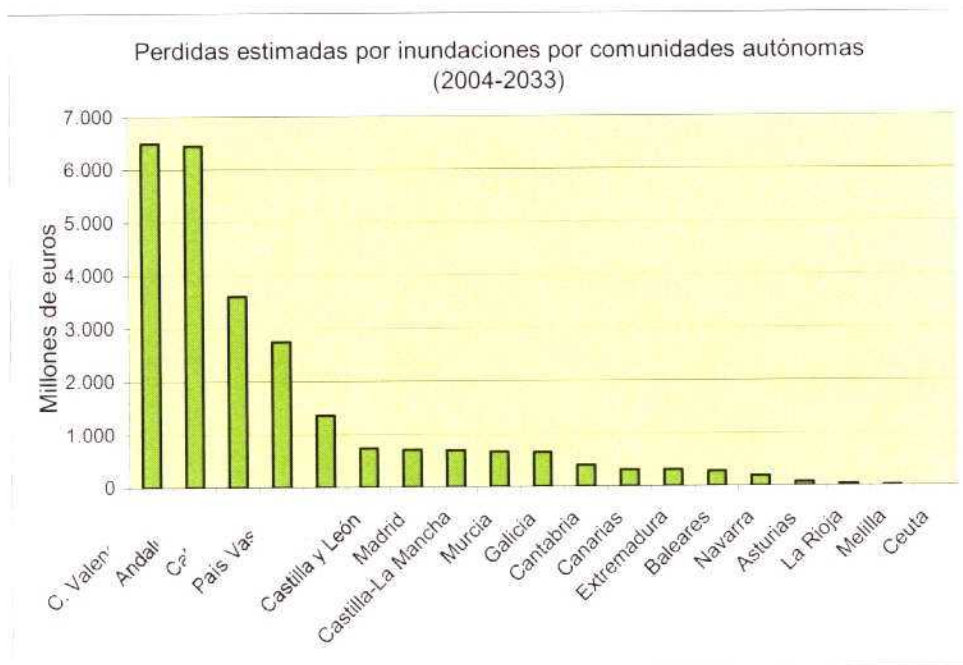
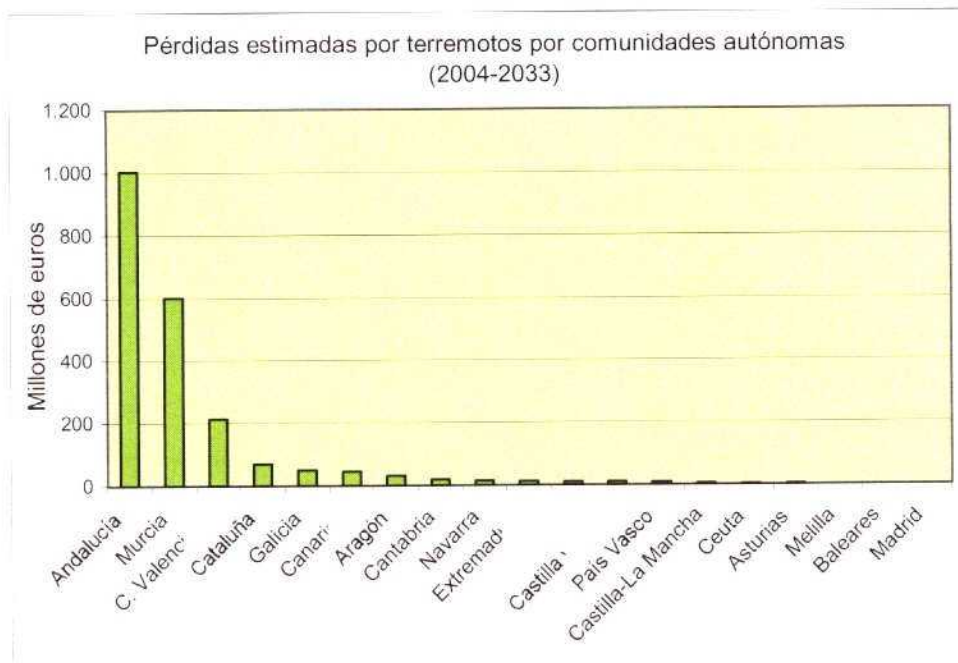
Pérdidas estimadas para el periodo 2004-2033

Pérdidas 2004-2033 (millones de euros de 2002)		
Terremotos	Inundaciones	Total
2.096	25.722	27.818
70/año	857/año	927/año

Pérdidas estimadas por comunidades autónomas en el periodo 2004-2033

Terremotos		Inundaciones	
Andalucía	1.003.538.955	C. Valenciana	6.490.118.026
Murcia	601.313.168	Andalucía	6.449.856.584
C. Valenciana	213.506.670	Cataluña	3.605.089.592
Cataluña	69.784.322	Pais Vasco	2.745.662.211
Galicia	49.469.614	Aragón	1.358.894.101
Canarias	45.620.939	Castilla y León	737.053.767
Aragón	30.404.614	Madrid	715.365.908
Cantabria	18.405.304	Castilla - La Mancha	695.148.570
Navarra	13.634.630	Murcia	661.305.112
Extremadura	12.949.389	Galicia	649.137.204
La Rioja	10.744.502	Cantabria	401.272.369
Castilla y León	10.122.643	Canarias	314.259.277
País Vasco	7.430.839	Extremadura	311.779.429
Castilla - La Mancha	3.880.150	Baleares	278.465.216
Ceuta	2.874.421	Navarra	191.941.124
Asturias	2.146.563	Asturias	76.259.194
Melilla	376.096	La Rioja	31.267.819
Baleares	197.180	Melilla	6.741.380
Madrid	0	Ceuta	2.931.659
Total*	2.096.400.000	Total*	25.722.548.542

* Euros de 2002



ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS E INUNDACIONES EN EL PERIODO 1987-2001 Y ESTIMACIÓN PARA EL PERIODO 2004-2033

- Tomo 1 - MEMORIA

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	2
1.2. ANTECEDENTES	5
1.3. METODOLOGÍA GENERAL	7
1.4. RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN	9
1.4.1. Recopilación de la información y fuentes documentales	9
1.4.2. Clasificación de la información	11
1.4.3. Heterogeneidad y carencias de la información	12
1.4.4. Utilidad de la información recopilada	14
1.5. BASE DE DATOS	16
1.5.1. Clasificación de datos	18
1.5.2. Datos sobre la ocurrencia y caracterización física de los eventos de origen geológico e hidrometeorológico que han provocado daños en España	19
1.5.3. Datos sobre daños económicos ocasionados por los eventos	21
1.5.4. Datos socioeconómicos	24
2. RIESGOS POR TERREMOTOS	29
2.1. ESTUDIO DE LA SISMICIDAD	30
2.1.1. Recopilación y tratamiento de la información	30
2.1.2. Análisis de los datos	32
2.1.3. Distribución de la sismicidad en función de las intensidades máximas sentidas	33

2.2. PÉRDIDAS PRODUCIDAS POR TERREMOTOS EN EL PERIODO	
1987-2001	36
2.2.1. Introducción	36
2.2.2. Análisis de los datos	37
2.2.3. Tratamiento de la información	41
2.2.3.1. Relaciones magnitud-pérdidas	41
2.2.3.2. Resultados de las relaciones magnitud-pérdidas	54
2.2.4. Evaluación de pérdidas por terremotos en el periodo 1987-2001	56
2.2.4.1. Análisis de los terremotos ocurridos con capacidad de causar daños	56
2.2.4.2. Mapas de terremotos	59
2.2.4.3. Cálculo de pérdidas a partir de las relaciones entre intensidad y pérdidas	59
2.2.4.4. Cálculo de las pérdidas a partir de las relaciones entre las indemnizaciones pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros y pérdidas calculadas por el programa SES-2002	61
2.3. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS EN EL PERIODO	
2004-2033	71
2.3.1. Selección de la serie histórica sísmica representativa	72
2.3.2. Distribución de la sismicidad	74
2.3.3. Cálculo del número de terremotos en los próximos 30 años	76
2.3.4. Estimación de pérdidas por terremotos para el periodo 2004-2033	78
2.3.5. Distribución de las pérdidas por comunidades autónomas, provincias y municipios	79
3. RIESGOS POR INUNDACIONES	88
3.1. ESTUDIO DE LAS INUNDACIONES	89
3.1.1. Recopilación y tratamiento de la información	89
3.1.2. Base de datos	90
3.2. PÉRDIDAS POR INUNDACIONES EN EL PERIODO 1987-2002	93
3.2.1. Datos disponibles	93
3.2.2. Cálculo de pérdidas por inundaciones para el periodo 1987-2002	96
3.2.2.1. Inundaciones incluidas en Reales Decretos	99
3.2.2.2. Inundaciones no incluidas en Reales Decretos	104
3.2.2.3. Distribución de pérdidas por comunidades autónomas y provincias	112

3.3. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR INUNDACIONES PARA EL PERIODO 2004-2033	115
3.3.1. Análisis de los datos del periodo 1950-2002 y clasificación de las pérdidas	115
3.3.2. Estimación de pérdidas por comunidades autónomas y provincias	120
3.3.3. Distribución de las pérdidas por municipios	124
4. CONCLUSIONES	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132

- Tomo 2 -
MAPAS

MAPAS DE TERREMOTOS

- Epicentros de terremotos históricos ($I \geq VI$ y/o $M \geq 4.0$)
- Epicentros de terremotos en el periodo 1900-2001 ($I \geq VI$ y/o $M \geq 4.0$)
- Epicentros de terremotos históricos ($I \geq VI$)
- Epicentros de terremotos del periodo 1900-2001 ($I \geq VI$)
- Intensidades máximas de terremotos históricos
- Intensidades máximas de terremotos en el periodo 1900-2001
- Terremotos con daños asociados en el periodo 1987-2001
- Pérdidas por terremotos en el periodo 1987-2001 (provincias)
- Pérdidas estimadas por terremotos para el periodo 2004-2033 (municipios)
- Pérdidas estimadas por terremotos por habitante para el periodo 2004-2033 (municipios)
- Pérdidas estimadas por terremotos para el periodo 2004-2033 (provincias)

MAPAS DE INUNDACIONES

- Municipios afectados por inundaciones en el periodo 1987-2002
- Pérdidas por inundaciones en el periodo 1987-2002 (provincias)
- Pérdidas estimadas por inundaciones para el periodo 2004-2033 (provincias)
- Riesgo potencial por inundaciones
- Pérdidas estimadas por inundaciones para el periodo 2004-2033 (municipios)
- Pérdidas estimadas por inundaciones por habitante para el periodo 2004-2033 (municipios)

- Tomo 3 -
ANEXOS

Anexo 1

Base de datos

Anexo 2

Relación de terremotos analizados correspondientes al periodo 1900-2001

Anexo 3

Relaciones Intensidad - Magnitud

Anexo 4

Terremotos que han dado lugar a indemnizaciones por parte del CCS en el periodo 1987-2001

Anexo 5

Aplicación del método probabilista a la estimación del riesgo sísmico y su incidencia en la estimación de pérdidas a partir de las hipótesis de este estudio

Anexo 6

Resultados de la aplicación del programa SES-2002 a la estimación de pérdidas por terremotos

Anexo 7

Cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros y pérdidas por terremotos entre 1987 y 2001

Anexo 8

Municipios afectados por terremotos de intensidad $> V$ durante el periodo 1900-2001

Anexo 9

Pérdidas relativas por municipios para el periodo 2004-2033 por terremotos

Anexo 10

Pérdidas económicas por provincia correspondientes a inundaciones ocurridas entre 1995 y 2002

Anexo 11

Cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros por inundaciones y pérdidas económicas evaluadas (1987-1994)

Anexo 12

Distribución de pérdidas por provincia para las inundaciones ocurridas en el periodo 1987-1994

Anexo 13

Número de inundaciones y su grado de riesgo por provincias, en los periodos 1987-2002 y 1950-1986

Anexo 14

Riesgo potencial por inundaciones y pérdidas económicas estimadas por municipios para el periodo 2004-2033

Anexo 15

Comparación de las pérdidas por terremotos e inundaciones calculadas para el periodo 1987-2001 con las previsiones del estudio del IGME de 1987

Anexo 16

Relación entre pérdidas por terremotos e inundaciones y las cuantías pagadas por el consorcio de compensación de seguros en el periodo 1987-2002

Anexo 17

Conceptos y definiciones

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Las características geológicas y climáticas del territorio español dan lugar al desarrollo de determinados procesos de origen geológico e hidrometeorológico, tales como los terremotos y las inundaciones y avenidas. La ocurrencia de estos procesos puede producir importantes pérdidas económicas y graves consecuencias sociales. Sin embargo, estas consecuencias y daños son evitables y no deben ser aceptados por la sociedad como una contrapartida a la ocupación y utilización del territorio y a la explotación de los recursos naturales.

Las pérdidas económicas y los daños sociales que producen actualmente los riesgos geológicos en España, afectando a poblaciones e infraestructuras entre otros sectores, y que llevan asociados elevados costes de reconstrucción y reparación de los bienes afectados, se pueden reducir de forma efectiva, e incluso en ocasiones evitar.

En la mayoría de los casos, los daños se deben a la ocupación de zonas de riesgo, y a la falta de medidas y sistemas de prevención o estrategias de mitigación. Por ello, se considera que la prevención es el medio más efectivo para evitar los graves daños que éstos provocan.

Las actuaciones preventivas deben extenderse a los diferentes ámbitos de la sociedad, abarcando desde la concienciación, información y educación de los ciudadanos, hasta la planificación y ordenación urbana y el diseño de obras e infraestructuras seguras en zonas de riesgo, incluyendo la formación de técnicos especialistas.

Entre las medidas preventivas más efectivas y de menor coste, se encuentran las medidas no estructurales, es decir, aquellas que no requieren de la realización de obras o actuaciones directas sobre el terreno o sobre los bienes expuestos al riesgo. Entre éstas están la realización de análisis, estudios y cartografías relativos a los peligros geológicos, a su localización y extensión, frecuencia, causas y consecuencias.

Para el desarrollo de estos estudios es necesario disponer, en primer lugar, de información detallada y actualizada acerca de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos ocurridos, sus efectos y consecuencias, a partir de los cuales puedan realizarse análisis retrospectivos y prospectivos sobre el impacto y la incidencia de los riesgos geológicos. Esta información permite analizar la problemática actual y llevar a cabo estudios para la estimación de los riesgos en el futuro, siendo una de sus aplicaciones fundamentales el desarrollo de medidas, estrategias y actuaciones encaminadas a la reducción de las pérdidas y daños.

El presente estudio está dirigido hacia las necesidades específicas del Consorcio de Compensación de Seguros, entidad estatal que presta cobertura a las denominadas catástrofes naturales desde su fundación hace 50 años. Los objetivos fundamentales del trabajo han sido:

- Evaluación de las pérdidas causadas por los riesgos geológicos en España en los últimos años: periodo 1987-2001 para terremotos y 1987-2002 para inundaciones.
- Estimación de pérdidas futuras por riesgos en España para las próximas décadas: periodo 2004-2033.

Este estudio también pretende ser de utilidad a:

- Compañías de Seguros
- Ordenación territorial y planificación urbana.

- Infraestructuras del transporte y grandes instalaciones industriales.
- Riesgos en la construcción.
- Riesgos ambientales.
- Protección Civil y planes de emergencias.

Al tratarse de un estudio cuyo ámbito es todo el territorio nacional, pero que al mismo tiempo requiere un nivel de detalle que implica el análisis pormenorizado de los procesos y sus consecuencias, para la realización del trabajo se ha desarrollado una metodología específica, tanto para la recopilación y tratamiento de la información disponible como para el inventario de los daños y la evaluación de las pérdidas económicas y sociales. La metodología de trabajo se ha basado en experiencias previas desarrolladas y aplicadas por el Instituto Geológico y Minero de España, adaptando y desarrollando nuevos criterios según los objetivos del estudio y la información disponible.

En base a los objetivos del estudio, el planteamiento y desarrollo de los trabajos realizados se ha adaptado al siguiente esquema general:

- **Primera Fase:** Análisis y evaluación de los riesgos ocurridos en el periodo 1987-2002 asociados a terremotos e inundaciones.
- **Segunda Fase:** Estimación de los riesgos potenciales para los próximos 30 años (periodo 2004-2033) asociados a terremotos e inundaciones.

1.2. ANTECEDENTES

Hasta la actualidad, los únicos trabajos que consideran los diferentes tipos de riesgos a nivel nacional han sido realizados por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Cabe destacar por pionero el trabajo “Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España”, publicado en 1987, que incluye una recopilación y análisis de los sucesos históricos ocurridos en el territorio nacional, analizando su incidencia y distribución territorial y evaluando las pérdidas económicas y el impacto social de los mismos; como principal y original aportación este trabajo incluía una estimación de las pérdidas económicas y sociales en España para el periodo 1986-2016. Con respecto a los análisis beneficio / coste de las actuaciones preventivas encaminadas a reducir o mitigar los efectos de los riesgos, aspecto igualmente contenido en el trabajo, se concluía que, tanto en el caso de los terremotos como en el de los deslizamientos, este ratio es elevado, siendo menor en el caso de las inundaciones.

El citado estudio ponía de manifiesto que los riesgos geológicos con mayor repercusión en el territorio español son las inundaciones, los terremotos y los deslizamientos o movimientos de ladera. En el presente estudio éstos han sido los fenómenos estudiados.

La gran cantidad de información disponible desde el año 1987 hasta el presente sobre los fenómenos ocurridos, ha permitido mejorar el trabajo anterior, comprobar las previsiones que se realizaron en aquel momento y estudiar la situación para los próximos 30 años.

En 1988, el IGME también realizó el “Catálogo nacional de riesgos geológicos”, incluyendo la elaboración de una base de datos sobre los riesgos que mayor

incidencia han tenido en España a lo largo de la historia y su estudio estadístico. Esa base de datos ha servido como punto de partida para la elaboración de la base de datos del presente estudio, si bien se han añadido gran número de nuevos registros posteriores a 1987 y nuevas tablas de datos, completando y detallando muchos de los datos del trabajo de 1988.

Por otro lado se ha dispuesto del “Inventario Nacional de Zonas Inundables”, con datos recopilados hasta 1989, y con el “Catálogo de Inundaciones Históricas”, con datos hasta 1987, de la Dirección General de Protección Civil.

1.3. METODOLOGÍA GENERAL

Se ha desarrollado y aplicado una metodología que parte de la recopilación de la información histórica existente sobre los eventos ocurridos y sus consecuencias, y su ordenación y clasificación mediante la realización de una base de datos. A partir de la información recopilada se han realizado los análisis y cálculos necesarios para evaluar las pérdidas ocurridas en los últimos años y las esperadas para las próximas tres décadas. Partiendo del esquema general que se indica en la Figura 1.1, para cada tipo de riesgo se ha aplicado una metodología específica, desarrollada en los capítulos correspondientes, según las características de los procesos geológicos y del tipo grado de detalle de la información disponible.

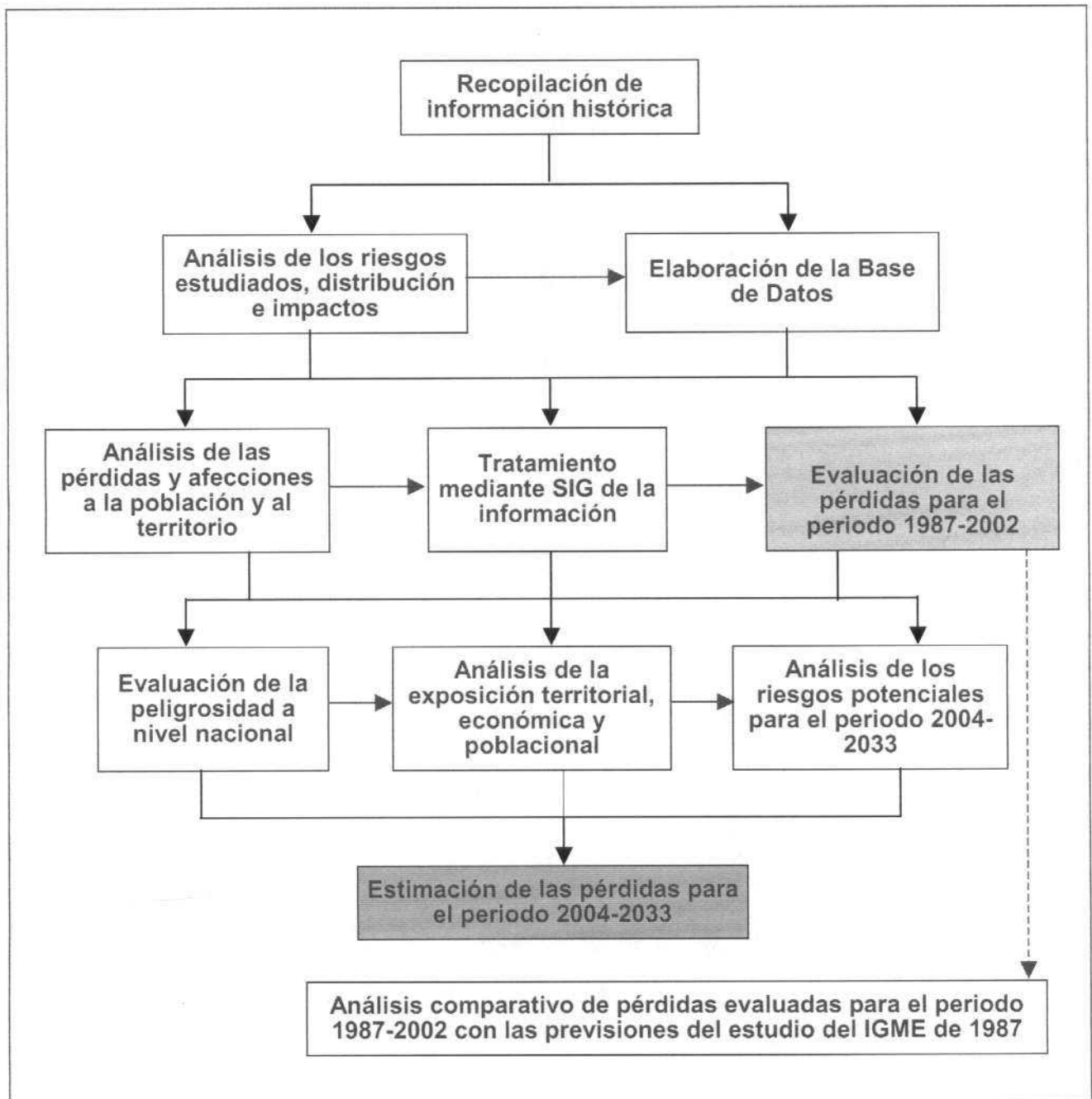


Figura 1.1
Metodología general seguida en el presente estudio

1.4. RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

1.4.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y FUENTES DOCUMENTALES

Para el desarrollo del estudio ha sido necesaria la búsqueda y recopilación de gran cantidad de información relacionada con terremotos y las inundaciones, a los que se han añadido otros riesgos como los deslizamientos, hundimientos, etc., desde datos proporcionados por organismos e instituciones oficiales como Protección Civil, Instituto Geológico y Minero de España, Consorcio de Compensación de Seguros, Ministerios de Fomento y Medioambiente, etc. hasta noticias de prensa, incluyendo bibliografía y documentos de archivos y bibliotecas e informes de entidades y empresas privadas. De esta manera se ha completado y ampliado notablemente la información recopilada por el IGME hasta 1987, incluida en la base de datos correspondiente al “Catálogo Nacional de Riesgos geológicos”. Dicha base de datos, elaborada con el programa dbase-3, fue transformada a una base de Microsoft Access, revisada y completada con la información disponible desde esa fecha. La recopilación de información se ha centrado fundamentalmente en el periodo 1987-2002, cuyos registros han superado con creces a los existentes anteriormente.

Sin embargo, de todas las citadas fuentes las principales han sido:

- Consorcio de Compensación de Seguros: información correspondiente a las indemnizaciones tras la ocurrencia de catástrofes naturales, consideradas bajo el epígrafe de riesgos extraordinarios.
- Instituto Geológico y Minero de España:
 - Base de datos elaborada para el Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos de 1988.

- Datos del estudio “Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España” (IGME, 1987).
- Informes y estudios técnicos y científicos relacionados con riesgo sísmico, avenidas e inundaciones y deslizamientos e inestabilidades del terreno.
- Dirección General de Protección Civil:
 - Informes, estudios y mapas sobre avenidas e inundaciones. Realizados por el anterior Ministerio de Obras Públicas y Medioambiente (MOPMA), entre los que destacan el “Inventario Nacional de Zonas Inundables”, con datos recopilados hasta 1989, y el “Catálogo de Inundaciones Históricas”, con datos hasta 1987.
 - Informes asociados a Reales Decretos en los que aparecen las pérdidas declaradas tras la ocurrencia de inundaciones de carácter severo.
 - Programa para Simulación de Escenarios Sísmicos SES 2002.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN): catálogo sísmico sobre terremotos registrados en la Península Ibérica, costa norte de África, Baleares y Canarias durante el periodo 1987-2002.
- Agencia EFE: noticias referentes a riesgos geológicos, descripciones, efectos, daños, actuaciones de reparación, etc., recogidas en los periódicos de ámbito nacional durante el periodo 1987-2002.
- Otras fuentes de información han sido hemerotecas de prensa nacional, regional y provincial, a partir de 1997, el Instituto Nacional de Meteorología (INM), registro de efemérides a partir de 1987, el Instituto Andaluz de Geofísica de la Universidad de Granada y Prospección y Geotecnia S.L., que ha proporcionado información propia perteneciente a estudios técnicos sobre riesgo sísmico y avenidas.

Por otro lado, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de trabajos y publicaciones científicas, congresos, cursos, etc. relacionados con los temas del

estudio. Entre éstos cabe destacar las memorias de los cinco Simposios de Taludes y Laderas Inestables celebrados en España desde 1984 hasta 2001, los Informes sobre Riesgos Puntuales elaborados por el IGME a petición de Protección Civil e instituciones autonómicas y locales y los informes y publicaciones de estudios realizados por el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX. Estos trabajos han aportado fundamentalmente datos de las características de los eventos, sin incorporar la mayoría de ellos datos sobre daños o pérdidas.

1.4.2. CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Toda la información recopilada ha sido seleccionada, revisada, clasificada, homogeneizada, e introducida en la base de datos elaborada para este trabajo:

- La selección de la información supuso una revisión crítica de toda la información recopilada, desechando aquella que no tenía utilidad para los objetivos del proyecto.
- La clasificación de los datos ha consistido en la agrupación de la información recopilada en función de su naturaleza (tipo de evento o fenómeno: avenidas o inundaciones, terremotos, deslizamientos y desprendimientos), magnitud, intensidad o grado de peligrosidad de los distintos fenómenos naturales, situación geográfica (zonas y municipios afectados), fecha, daños y pérdidas ocasionados, etc. La peligrosidad de los fenómenos naturales se clasifica según una serie de escalas establecidas para el caso de terremotos (intensidades según la escala MSK, Richter para magnitudes) o según periodos de retorno asignados para el caso de inundaciones.
- La homogeneidad de la información se ha conseguido mediante un trabajo exhaustivo de contraste de la información obtenida, realizando transformaciones de coordenadas (se ha trabajado con coordenadas U.T.M.) y asignándole cada

evento al municipio o municipios correspondientes (el estudio ha sido realizada a nivel municipal).

- En la revisión de los errores de los datos recopilados y de los datos ya existentes, se ha comprobado y corregido su situación mediante la representación cartográfica en mapas a diferentes escalas. También se han corregido errores de fechas, localización, magnitud y otros parámetros de la información recopilada, mediante el cruce de distintas fuentes de información, bases de datos, etc.

1.4.3. HETEROGENEIDAD Y CARENCIAS DE LA INFORMACIÓN

Uno de los problemas más importantes de la recopilación y clasificación de la información ha sido la heterogeneidad de las fuentes consultadas y por ende de los datos obtenidos de cada una de ellas.

• Fuentes de información

En el caso de estudios e informes técnicos y científicos, aportan una amplia información sobre el origen, las causas y la caracterización de los procesos ocurridos, mientras que las noticias de prensa generalmente informan de la ubicación geográfica y temporal y del impacto social y económico que el evento ha producido. Así, solo cuando la importancia del evento ha sido tal que ha dado lugar a la realización de estudios de tipo técnico o científico ha sido posible su caracterización completa. En estos casos los estudios aportan la información necesaria para el análisis de la peligrosidad asociada al fenómeno en cuestión, que a la postre ha sido la base de cálculo para extrapolar las pérdidas futuras.

Con respecto a los datos relativos a las pérdidas y costes asociados a los eventos, como se describe más adelante, las diversas fuentes han aportado información muy

desigual e incompleta, cuyo tratamiento ha supuesto uno de los principales problemas de este trabajo.

• Carencias

Entre las carencias de la información disponible sobre los eventos y los daños y pérdidas ocasionadas cabe citar:

- En muchos casos las noticias de prensa no dan detalles sobre la naturaleza de los eventos y su severidad, por lo que es difícil clasificarlos.
- Existe una falta de continuidad temporal de los registros y trabajos de recopilación y clasificación de información científica en nuestro país. Si bien hay trabajos reseñables por la calidad de los datos contenidos, éstos se limitan a determinados periodos de tiempo, siendo muchas veces prácticamente imposible encontrar datos referentes a eventos ocurridos en un determinado periodo de tiempo, tanto antiguo como reciente.
- Las valoraciones que se hacen de pérdidas por eventos en algunos de los trabajos e información consultados, han sido realizadas con muy diversos criterios y a partir de datos muy dispares.
- Con respecto a los datos sobre los daños declarados y los daños reales correspondientes a eventos concretos, en general, los primeros son muy elevados y no se corresponden con la realidad. Esto se corrobora en el hecho de que en muchos casos ocurre que los daños declarados no han sido producidos por el evento en cuestión. Existe además una gran disparidad entre valoraciones efectuadas por entes públicos y privados.
- En España no hay un registro oficial de pérdidas declaradas por catástrofes naturales, ni un organismo que contraste o tase las valoraciones.

- Los datos de los costes reales ocasionados por riegos geológicos o hidrometeorológicos se encuentran dispersos entre distintos ministerios; su consulta completa ha sido imposible excepto en el caso de la información disponible en la Dirección General de Protección Civil.
- Salvo que los daños sean importantes y sea necesaria la intervención del Estado para mitigar sus efectos no ha sido posible obtener datos de valoraciones. En estos casos el Estado ofrece y gestiona, mediante figuras legales como la declaración de zona catastrófica entre otras, el pago de ayudas económicas, créditos a bajo interés, indemnizaciones, exenciones o aplazamientos de pagos de impuestos, etc. que son reguladas en Reales Decretos y Órdenes. Una vez realizada la disposición de gasto, éste se distribuye entre los distintos ministerios que lo gestionan en función de sus competencias, no existiendo un seguimiento centralizado de los costes reales invertidos en paliar los daños por catástrofes naturales.

1.4.4. UTILIDAD DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Uno de los puntos clave de este estudio ha sido la recopilación exhaustiva de datos sobre los fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos acaecidos en España y sus consecuencias. A partir de ellos se ha obtenido una relación a nivel municipal de las inundaciones, terremotos y deslizamientos de laderas ocurridos desde 1987. Además se ha conseguido completar, actualizar y clasificar la información existente sobre sucesos históricos anteriores a esta fecha.

La caracterización física, espacial y temporal de los eventos es necesaria para el estudio de su peligrosidad, probabilidad de ocurrencia o predicción de dónde y cuándo pueden ocurrir los fenómenos en una determinada zona. Esta información es, por tanto, de gran utilidad para la evaluación de pérdidas y daños potenciales.

Además de las aplicaciones concretas para este trabajo, los datos recopilados y clasificados, tanto referentes a las características de los procesos geológicos como en términos de daños económicos y sociales causados, son necesarios para abordar la prevención y reducción de los riesgos geológicos en España, y para plantear estrategias de mitigación en función de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a cada tipo de fenómeno.

1.5. BASE DE DATOS

En la base de datos realizada para este trabajo con el programa Microsoft Access, se ha englobado la anterior base de datos del IGME de 1988, con lo que la información que figura en ella abarca todo el registro histórico hasta la actualidad, siendo muy completa la información disponible sobre el último siglo.

La base de datos se ha estructurado siguiendo un esquema lógico. En primer lugar, los eventos recopilados se dividen en función de su naturaleza en inundaciones, terremotos y movimiento de ladera. Para ello, a cada evento se le ha asignado un código de identificación, consistente en un número de 6 cifras:

- entre 100001 y 102686 para las inundaciones
- entre 200001 y 200549 para los terremotos
- entre 300001 y 300562 para los movimientos de ladera.

En total existen 2.534 registros de inundaciones, 537 de terremotos y 561 de movimientos de ladera en la base de datos. Estos datos comprenden prácticamente la totalidad del registro histórico documentado para el territorio español.

Cada evento tiene asociado una serie de tablas y campos en las que se recogen sus características principales:

- Localización geográfica y temporal
- Características físicas del evento, por ejemplo intensidad en terremotos o precipitación máxima en inundaciones
- Zonas y elementos afectados
- Daños y pérdidas ocasionados por cada evento, etc.

En el Apartado 5.1 se exponen los datos recogidos en la base de datos y las fuentes

de información de cada uno de ellos.

En las tablas se recoge gran variedad de parámetros relacionados con los eventos.

A modo de ejemplo, las tablas referidas a daños incluyen los siguientes datos:

- Pérdidas sociales (personas), edificios afectados, infraestructuras, vehículos, usos del suelo en las zonas afectadas, animales afectados, efectos indirectos, pérdidas económicas, etc.
- Daños a edificios: tipo de edificio (comercio, vivienda, hospital, centro de enseñanza, etc.), tipo de daño (inundación, hundimiento, rotura, colapso, etc.), valoración económica, etc.
- Daños a infraestructuras: tipo (puente, carretera, línea de ferrocarril, autovía o autopista, conducto de gas, agua potable, etc.), longitud de tramo afectado, tipo de daño (rotura, corte, daño estructural, hundimiento, agrietamiento, colapso, etc.), etc.
- Provincia y municipios afectados, número de muertos, heridos, personas desplazadas, evacuadas, desaparecidas, etc.
- Daños en función del uso del suelo urbano, agrícola, espacio natural, zona costera, etc., valoración económica, etc.
- Fuentes de información de los datos anteriores: tipo de fuente (ministerios, compañías de seguros, prensa, revistas técnicas o científicas, congresos, empresas privadas, agencias de noticias, etc.), nombre, dirección, ciudad, persona de contacto, etc.

Todas las tablas están conectadas entre sí a partir del código de identificación del evento, por lo que se pueden realizar múltiples consultas a partir de los diferentes

parámetros considerados. Así, por ejemplo, se puede obtener desde el número de inundaciones ocurridas en un periodo de tiempo y en una zona determinada hasta todas las características registradas de un terremoto o de una inundación específica.

Toda la información registrada en la base de datos ha sido sometida previamente a un proceso de clasificación, tal y como se expone en el Apartado 4.2. En el caso de inundaciones y movimientos de ladera, la práctica totalidad de los eventos de los que existe información o documentación hacen referencia a daños o pérdidas, por lo que todos ellos han sido incluidos en la base de datos. Con respecto a los terremotos, de los datos sobre eventos ocurridos recopilados, se han descartado aquellos fenómenos que por su baja intensidad o magnitud no han generado daños; por tanto, sólo se han considerado y analizado aquellos eventos con intensidad mayor o igual a VI ($I_{MSK} \geq VI$) y/o magnitud mayor o igual a 4.0 ($M \geq 4.0$). Por este motivo, la base de datos sólo incluye una pequeña parte del total de sismos históricos ocurridos en España (el total del catálogo sísmico contiene más de 22.000 registros).

La información incluida en la base de datos ha sido posteriormente tratada gráficamente mediante el sistema de información geográfica *Arcview* 8.2, lo que ha permitido la representación cartográfica en mapas a distintas escalas y el tratamiento estadístico de la información.

1.5.1. CLASIFICACIÓN DE DATOS

Los datos que se han incluido en la base de datos, necesarios para abordar el presente estudio, se pueden clasificar:

- Datos sobre la ocurrencia temporal y espacial y sobre las características físicas de los eventos de origen geológico o hidrometeorológico que han provocado daños en España.

- Datos sobre valoraciones de daños económicos y sociales que estos eventos han ocasionado.
- Datos socioeconómicos de los municipios, provincias y comunidades de España.

La información referente a los dos primeros puntos ha sido obtenida de las diversas fuentes citadas en el Apartado 4.1.

Los datos socioeconómicos han sido obtenidos fundamentalmente del Instituto Nacional de Estadística (INE) y de anuarios de La Caixa.

Con respecto a la cartografía digital necesaria para la representación y tratamiento de los datos obtenidos a nivel nacional de municipios, provincias y Comunidades Autónomas se ha empleado la del Instituto Geográfico Nacional.

Las tablas de la base de datos realizada para el proyecto se ha integrado mediante un sistema de información geográfica con las cartografías.

1.5.2. DATOS SOBRE LA OCURRENCIA Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS EVENTOS DE ORIGEN GEOLÓGICO E HIDROMETEOROLÓGICO QUE HAN PROVOCADO DAÑOS EN ESPAÑA

Los datos necesarios para la caracterización temporal, espacial y física de los fenómenos estudiados (terremotos, inundaciones y movimientos de ladera) han sido seleccionados en base a su disponibilidad, calidad, grado de detalle, homogeneidad, fiabilidad y validez para los objetivos del estudio.

Estos criterios han hecho posible la discriminación y selección de información válida entre la gran cantidad de información existente. Aunque en algunos casos los criterios impuestos no se han cumplido en su totalidad, sobre todo los de

disponibilidad y homogeneidad, se han recopilado todos los datos válidos posibles. Esta exhaustiva recopilación ha sido necesaria ya que la investigación realizada se ha basado en gran medida en cálculos estadísticos que requieren una muestra de datos suficientemente grande y representativa para ser fiables.

Los siguientes cuadros recogen los tipos de datos recopilados para la caracterización de los eventos.

Cuadro 1.1
Datos sobre la caracterización temporal de los eventos registrados
en la base de datos

Datos del evento	Terremotos	Inundaciones	Deslizamientos
Año	1	1	1
Mes	1	1	1
Día	1	2	2
Hora	2	-	-
Duración	2	1	2

(1) Datos con disponibilidad y homogeneidad completas

(2) Datos incompletos

Cuadro 1.2

Datos sobre la caracterización espacial y física de los eventos registrados en la base de datos

	Datos		Terremotos	Inundaciones	Deslizamientos
Caracterización espacial	Coordenadas UTM ₃₀	X	Epicentro		Centro
		Y			
		Z	Hipocentro (foco)		Cabecera y pie
	Ubicación			Río/Rambla y Cuenca	Ladera, pendiente
Superficie afectada		Mapa de isosistas	X	X	
Municipios, provincias y CCAA, afectadas		X	X	X	
Caracterización física	Severidad y magnitud de los procesos		♦ Intensidad (MSK) ♦ Magnitud (Richter)	♦ Caudales y calados ♦ Frecuencia	♦ Velocidad y alcance ♦ Dimensiones
	Clasificación		Datos del mecanismo focal	Origen	Tipología
	Causas		Tectónicas	Precipitaciones	Factores condicionantes y desencadenantes

En negrita aparecen los datos cuya disponibilidad y homogeneidad son completas

La información referente a estos campos ha sido recopilada principalmente de documentación existente en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Dirección General de Protección Civil (DGPC).

1.5.3. DATOS SOBRE DAÑOS ECONÓMICOS OCASIONADOS POR LOS EVENTOS

Estos son los datos más importantes desde el punto de vista del estudio, ya que el objetivo es conocer el impacto económico de los riesgos geológicos en España, y sin ellos habría sido imposible su estimación y cuantificación. La obtención de los datos

ha sido difícil y complicada, tanto por la inexistencia de valoraciones económicas de daños en muchos de los eventos, como por la falta de criterios uniformes a la hora de realizarlas. Además existe la dificultad añadida de acceso a este tipo de información.

Para su tratamiento, se han diferenciado los daños económicos y materiales de los daños sociales. Han sido recopilados como **daños económicos** aquellos valorados y declarados por organismos oficiales (Ayuntamientos, Diputaciones, Consejerías, Ministerios, etc.). Todos los datos de pérdidas económicas utilizados en el estudio han sido recopilados manteniendo la divisa y el valor vigente en el momento de su publicación. Así aparecen en la base de datos.

Dentro de los daños económicos se han diferenciado las pérdidas de los costes. Se consideran **pérdidas** a la totalidad de los daños económicos producidos por el evento y **costes** a aquellas cantidades que tras el evento han sido invertidas para sufragar gastos de reposición o indemnizaciones, ayudas, etc. con objeto de paliar las pérdidas ocasionadas.

Como **daños materiales** se han considerado aquellos que han sido descritos y/o cuantificados, pero no han sido valorados económicamente.

Por otro lado se han obtenido los **daños sociales**, generalmente cuantificando el número de muertos, desaparecidos, heridos, desplazados y evacuados tras los eventos.

En la medida de lo posible, se ha evitado tener en cuenta las pérdidas atribuibles a efectos indirectos o colaterales producidos por los eventos, tales como víctimas ocasionadas por accidentes de tráfico, en temporales marinos que dieron lugar a inundaciones, pérdidas ocasionadas por falta de servicios, cortes de electricidad, pérdidas indirectas en la producción agrícola o industrial, pérdida de puestos de trabajo, descenso de actividad turística, empresarial, inversionista, etc.

La información disponible recopilada ha sido en muchos casos de carácter cualitativo, con descripciones vagas y/o someras de los daños, mientras que en otros casos, estos han sido valorados y cuantificados. En general, solo ha sido posible conocer en detalle las valoraciones económicas de pérdidas y costes en los eventos de carácter más catastrófico, definidos bien por el volumen de pérdidas económicas, bien por el gran impacto social de los daños.

Los tipos de datos recopilados se presentan en el siguiente Cuadro 1.3.

Cuadro 1.3

Datos sobre los daños ocasionados por los eventos registrados en la base de datos

Tipo de daño		Datos	Nivel de detalle	
Daños Sociales		Nº de muertos Desaparecidos Heridos Desplazados Evacuados	Evento y Municipio	
Daños Económicos (valorados)	Pérdidas	Fuente Valoración Año Divisa Observaciones		
	Costes	Préstamo		Organismo
		Reposición		Cantidad
		Seguro		Divisa
		Ayuda	Año	
	Indemnización	Observaciones		
Daños Materiales (no valorados)	Generales	Descripción General	Evento	
	Indirectos			
	Edificios	Tipo, Número, Plantas, Tipo de daño	Municipio	
	Infraestructuras	Tipo de infraestructura, Longitud afectada, Tipo de daño, Duración del daño		
	Usos del Suelo	Uso, Tipo, Área		
	Animales	Tipo, Muertos		
	Vehículos	Tipo, Número, Daño		
	Indirectos	Descripción		

En los años anteriores a 1987 solo ha sido posible obtener valoraciones económicas generales para cada evento, mientras que a partir de esta fecha se han recopilado, siempre que ha sido posible, descripciones y valoraciones económicas de daños a nivel provincial y municipal.

Las principales fuentes utilizadas han sido:

- Hasta 1987: el “Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos” del IGME
- A partir de 1987:
 - Noticias de prensa: obtenidas a partir de la revisión de la base de datos EFE-Data, de páginas Web de medios de comunicación y de noticias de periódicos.
 - Valoraciones oficiales de daños: obtenidas a partir de los informes de los daños declarados por entidades públicas (ayuntamientos, diputaciones, gobiernos autonómicos, etc.) al Ministerio del Interior para la elaboración de Reales Decretos. Estos datos son recopilados por la Dirección General de Protección Civil tras los sucesos, quien los ha puesto a disposición del estudio para su consulta.
 - Cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros como indemnizaciones por los daños producidos por terremotos e inundaciones: información elaborada y cedida por el CCS en dos formatos; hasta 1994 existen datos de las cuantías anuales pagadas por provincia, y a partir de 1995 a nivel de cuantías pagadas por evento y municipio afectado.

1.5.4. DATOS SOCIOECONÓMICOS

Para la evaluación del riesgo, entendido como pérdidas y daños económicos y sociales provocados por los fenómenos naturales, es necesario conocer el valor de los elementos expuestos que son afectados; para tal fin, se han empleado una serie de índices que reflejan su valor económico. Estos índices socioeconómicos han sido

utilizados en el cálculo de pérdidas realizado para los últimos años (periodo 1987 a 2002) y para la estimación de pérdidas futuras (periodo 2004-2033), así como para conocer la distribución de las pérdidas totales calculadas a nivel provincial entre los municipios afectados.

Por otro lado, para actualizar las valoraciones económicas al año 2001 en el caso de terremotos y al 2002 en el caso de inundaciones, se han utilizado los índices de variación del IPC publicados por el Instituto Nacional de Estadística. Esto es indispensable para comparar los datos de valoraciones económicas.

Cuadro 1.4
Datos socioeconómicos utilizados en el estudio

Índice	Nivel de detalle	Fuente	Año
Nº de habitantes	Municipio	Instituto Nac. de Estadística (INE)	2002
Extensión (km ²)	Municipio	INE	2002
Renta per cápita	Municipio	INE	2002
Nivel económico	3.166 municipios con más de 1.000 habitantes	La Caixa	2002
Variación del IPC	Nacional	INE	2001 y 2002

El nivel económico es un índice estimado por La Caixa (2002) de la renta familiar disponible por habitante, evaluado por áreas geográficas para el año 2001. La renta familiar es un indicador del nivel medio de los ingresos disponibles de los habitantes del municipio. La renta personal disponible se puede definir como el nivel de renta de que disponen las economías domésticas para gastar y ahorrar, o bien como la suma de todos los ingresos efectivamente percibidos por las economías domésticas durante un período; podría considerarse como el total de ingresos procedentes del trabajo, más las rentas de capital, prestaciones sociales y transferencias, menos los

impuestos directos pagados por las familias y las cuotas pagadas a la seguridad social. Los valores de la renta obtenidos para cada municipio deben ser tratados con prudencia, pero su valor comparativo entre municipios de distintas comarcas, provincias, regiones o áreas comerciales es de indudable utilidad.

Para la elección de las variables que se incluyen como indicativas de la renta familiar disponible por habitante provincial, La Caixa (2002) ha examinado para el período 1995-2001 un gran número de variables de naturaleza socioeconómica disponibles a nivel provincial, de forma que fuera posible su utilización, tanto para la estimación del modelo como para la predicción-extrapolación de la renta por habitante para el año 2001. Las 9 variables seleccionadas para indicar la renta familiar disponible por habitante provincial cumplen el requisito de estar disponibles para el período 1995-2001 y presentar un coeficiente de correlación simple con dicha variable superior a 0,4. Se trata de las siguientes variables:

- Remuneración de asalariados.
- Tasa de ocupación total.
- Producto interior bruto, € corrientes.
- Líneas telefónicas.
- Precio medio del metro cuadrado de la vivienda.
- Parque de automóviles.
- Parque de furgonetas y camiones.
- Oficinas de entidades de crédito.
- Depósitos bancarios por habitante.

Una vez obtenida la renta familiar disponible por habitante provincial para 2001, se procede a estimar una nueva ecuación sobre esta variable, utilizando en esta ocasión variables explicativas de las que se disponga información, no solo provincial sino también municipal, para el total del territorio nacional, y correspondiente al año 2001.

Las 7 variables indicativas de la renta familiar disponible por habitante, finalmente seleccionadas, son las siguientes:

- Líneas telefónicas de uso doméstico en primera residencia, por habitante.
- Líneas RDSI y ADSL por habitante.
- Proporción de población con estudios superiores sobre total población.
- Proporción de población en puestos de trabajo cualificados sobre total población.
- Tasa del total de demandas de empleo sobre la población de 15 y más años.
- Distancia media (en km) de cada municipio a su(s) cabecera(s) de área comercial.
- Precio medio del metro cuadrado de la vivienda.

Cuadro 1.5

Nivel económico aplicable a los municipios del territorio nacional (La Caixa, 2002)

Índice de nivel económico	Renta familiar disponible por habitante (euros)	
	Intervalo	Media
1	Hasta 6.400	6.000
2	6.400 – 7.300	6.850
3	7.300 – 8.225	7.762
4	8.225 – 8.800	8.512
5	8.800 – 9.700	9.250
6	9.700 - 10.650	10.175
7	10.650 – 11.500	11.075
8	11.500 – 12.500	12.000
9	12.500 - 13.500	13.000
10	Más de 13.500	14.000

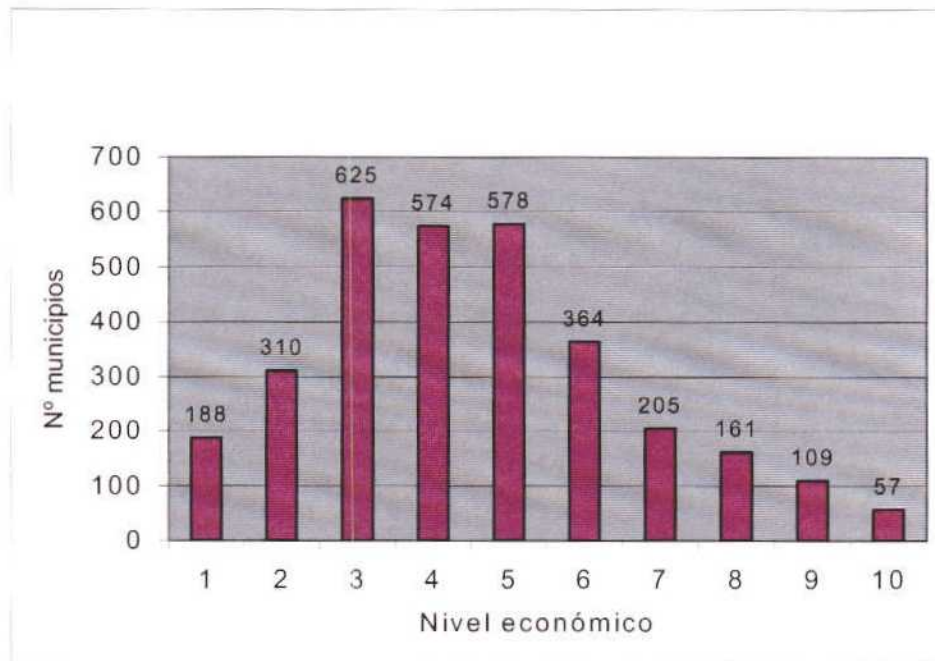


Figura 1.2

Nivel económico de los municipios en España; año 2001 (La Caixa, 2002). (Ver Cuadro 1.5)



2. RIESGOS POR TERREMOTOS

2.1. ESTUDIO DE LA SISMICIDAD

2.1.1. RECOPIACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información se ha obtenido a partir de las fuentes indicadas en el Apartado 1.4.1, principalmente de las siguientes:

- Bases de datos del IGME.
- Catálogo sísmico del IGN (terremotos registrados en la Península Ibérica, costa norte de África, Baleares y Canarias durante el periodo 1987-2002).
- Catálogo sísmico del programa de simulación SES 2002 de Protección Civil (terremotos históricos y recientes con intensidad \geq VI y/o magnitud \geq 4.0).
- Noticias de prensa de la Agencia EFE.

Toda la información recopilada ha sido revisada, seleccionada, clasificada y homogeneizada, tal y como se expone en el Apartado 1.4.2. La información incluye datos de daños y pérdidas en los casos en los que se disponía de dicha información.

Los datos han sido introducidos en la base de datos realizada para este trabajo, en la cual se disponía de múltiples campos para recoger todos los aspectos de los eventos sísmicos, tales como fechas, coordenadas, municipios afectados, intensidad y magnitud del terremoto, profundidad focal, etc.

En total se dispone de datos de 537 terremotos cuya magnitud es igual o mayor de 4.0 y/o cuya intensidad igual o mayor de VI. Los terremotos de menor magnitud o intensidad no han sido tratados ya que se considera que su capacidad de causar daños es muy baja. Se han descartado los registros de terremotos considerados como réplicas o precursores de los eventos principales. Los 537 terremotos se han

seleccionado de un total de más de 22.700 registros.

En el Anexo 2 del Tomo 3 se muestra el listado de los terremotos con intensidad \geq VI y/o magnitud \geq 4.0 correspondientes al periodo 1900-2001. Este periodo se ha considerado por separado porque el registro de terremotos presenta mayor completitud y homogeneidad que para el resto del periodo histórico anterior a 1900, resultando los datos de gran utilidad para la realización de posteriores análisis de la peligrosidad sísmica. El citado listado recoge un total de 359 terremotos. Algunos de ellos, con epicentro fuera de España, han sido incluidos en la lista por su importancia e incidencia en el territorio español; cabe destacar en este sentido los sismos ocurridos en 1909 en Benavente (Portugal) y en Romara (Marruecos), ambos con intensidad máxima de IX, que afectaron a la península con intensidades de VII y VI.

En el Tomo 2 del presente trabajo se incluyen los mapas de epicentros de los terremotos con intensidad $I \geq$ VI y/o magnitud $M \geq$ 4,0 correspondientes a todo el periodo histórico (537 terremotos) y al periodo 1900-2001 (359 terremotos):

- **Mapa de epicentros de terremotos históricos con intensidad $I \geq$ VI y/o magnitud $M \geq$ 4,0**
- **Mapa de epicentros de terremotos del periodo 1900-2001 con intensidad $I \geq$ VI y/o magnitud $M \geq$ 4,0**

Se han realizado también los siguientes mapas de epicentros:

- **Mapa de epicentros de terremotos históricos con intensidad asignada $I \geq$ VI**
- **Mapa de epicentros de terremotos del periodo 1900-2001 con intensidad asignada $I \geq$ VI.**

2.1.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Con la finalidad de analizar la incidencia de los terremotos en España, su frecuencia y distribución geográfica a lo largo del registro histórico y su impacto económico y social, se han realizado una serie de análisis a partir de los datos disponibles.

En primer lugar se han calculado las zonas de influencia teóricas, definidas por radios de influencia, de cada uno de los 537 terremotos de todo el periodo histórico con capacidad para producir daños (esto es, con magnitud ≥ 4.0 y/o intensidad $\geq VI$); estas zonas de influencia se han evaluado en términos de intensidad, en cuanto que la intensidad representa el grado de daño potencial generado por un terremoto. Así, se ha calculado la distancia máxima al epicentro en la cual cada terremoto es capaz de causar daños de diferente intensidad, para los grados VI, VII, VIII y IX, obteniéndose una serie de círculos concéntricos, equivalentes a pseudoisostas.

Para determinar las zonas afectadas por diferente grado de intensidad correspondientes a cada terremoto, además de conocer su magnitud o intensidad máxima sentida, es necesario aplicar las denominadas leyes de atenuación, características de cada región del territorio donde han ocurrido los terremotos (las leyes de atenuación son expresiones matemáticas que relacionan la intensidad o magnitud de un terremoto con la distancia al epicentro, en función del tipo de terreno predominante en la región). Estas leyes proceden en algunos casos de publicaciones y bibliografía, y en otros casos de estudios realizados en zonas concretas de la Península Ibérica. En el Cuadro 2.1 se muestran las leyes de atenuación empleadas para el cálculo de los radios de influencia de los terremotos en función de la región considerada.

Cuadro 2.1

Leyes de atenuación empleadas para el cálculo de los radios de influencia de posible afección de daños por terremotos

Ámbito de aplicación	Expresión	Fuente
NE de la Península Ibérica	$I_0 - I = 2.609 \ln (R+25) - 8.5$	Estudio de Riesgo Sísmico de la Ciudad de Barcelona (1994)
Cartagena – Murcia – Alicante	$I_0 - I = 2.38 \ln (R-5.10)$	Estudio de Riesgo Sísmico de las ciudades de Murcia (1997) y Cartagena (2000)
Sur de la Península Ibérica	$I_0 - I = 3.24 \ln (R+25) - 11.68$	Martín Martín, A. (1983)
Zona de Azores – Gibraltar	$I_0 - I = 4.02 \ln R - 21.41$	Martín Martín, A. (1983)
Navarra y Pirineos	$I_0 - I = 1.60 \ln R - 3.87$	Estudio de Riesgo Sísmico de Navarra (1992)
Macizo Ibérico	$I_0 - I = 1.28 \ln R - 3.57$	Metodología para el estudio del Riesgo Sísmico en segmentos de falla (1996)
Canarias (ley general también para la Península Ibérica)	$I_0 - I = 3.53 \ln (R+25) - 12.55$	Martín Martín, A. (1983)

I_0 = Intensidad máxima en el epicentro; I = Intensidad a una distancia R ; R = radio de influencia

2.1.3. DISTRIBUCIÓN DE LA SISMICIDAD EN FUNCIÓN DE LAS INTENSIDADES MÁXIMAS SENTIDAS EN LOS MUNICIPIOS

Una vez calculadas las zonas de influencia de cada terremoto (mediante los radios de los círculos concéntricos que representan las zonas afectadas por el terremoto con distinta intensidad), la superposición de los distintos radios de alcance de todos los terremotos sobre una base cartográfica permite determinar tanto las zonas con distinto grado de intensidad (o, lo que es lo mismo, la distribución de la intensidad sísmica en el territorio nacional), como la mayor intensidad que ha afectado a una determinada zona. Mediante el sistema de información geográfica *Arcview 8.2* se han representado gráficamente estos círculos o zonas de influencia de cada uno de los 537 terremotos contenidos en la base de datos.

La distribución de las diferentes intensidades (calculadas en base a los radios de influencia de los terremotos) en las distintas zonas de España representa también la distribución de los daños asociados a los terremotos, al estar la escala de intensidades definida en función de los efectos de los sismos.

Para el análisis de la distribución de los terremotos se ha tomado como unidad territorial al municipio. Así, mediante el tratamiento con el sistema de información geográfica *Arcview*, ha podido cruzarse la información correspondiente a los municipios y a los terremotos que afectan a cada uno de ellos, representados mediante las descritas zonas de influencia.

Los mapas que representan las intensidades máximas distribuidas por municipios se presentan en el Tomo 2:

- **Mapa de intensidades máximas de terremotos históricos**
- **Mapa de intensidades máximas de terremotos en el periodo 1900-2001.**

En el primero de ellos se ha representado la máxima intensidad histórica (estimada a partir del análisis descrito anteriormente) en cada municipio, teniendo en cuenta todos los terremotos históricos contenidos en el registro de la base de datos con intensidad \geq VI asignada en el Catálogo Sísmico del Instituto Geográfico Nacional. Las intensidades máximas en una gran parte del territorio nacional están condicionadas por los terremotos ocurridos en la zona de Azores-Gibraltar, dada su gran intensidad y la baja atenuación que las ondas sísmicas sufren con la distancia en esta zona. Así, en el mapa se aprecia que la distribución de intensidades máximas para toda la zona sur-occidental de la Península refleja zonas concéntricas alrededor de epicentros localizados en la región de Azores-Gibraltar.

En el mapa de intensidades máximas de terremotos en el periodo 1900-2001 se

Geográfico Nacional, a ciertos terremotos representativos del periodo histórico. Los terremotos históricos a los que se ha aplicado el citado programa han sido los siguientes:

- Arenas del Rey (1884): I = X (M = 6,8).
- Queralps (1428): I = IX (M = 5,9).
- Cehegín (1948): I = VIII (M = 5).
- Adra (1993): I = VI-VII (M = 5).
- Sarria-Becerreá (Láncara, 1995): I = VI (M = 4,6).

Los terremotos de Arenas del Rey (Granada), Queralps (Gerona) y Cehegín (Murcia) son ejemplos de terremotos con intensidad elevada cuyos epicentros se localizaron en las tres regiones sismogénicas más activas del territorio español; el de Adra (1993) es el terremoto registrado con mayor intensidad y magnitud en los últimos 15 años; el terremoto denominado de Sarriá-Becerreá (1995), con epicentro en Láncara, es uno de los sismos representativos de la crisis sísmica que afectó a la provincia de Lugo entre 1995 y 1999, y junto al terremoto de Mula (1999) es el que ha dado lugar a mayores indemnizaciones pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros por daños ocasionados por terremotos.

2.2.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS

La evaluación de las pérdidas producidas por los terremotos se ha basado en la información anteriormente descrita, presentada en el Cuadro 2.2. Para valorar la fiabilidad y representatividad de los datos obtenidos mediante el programa SES-2002, se han calculado las pérdidas estimadas según dicho programa y las pérdidas reales producidas. Este análisis se ha aplicado al terremoto de Mula y a los citados terremotos de Italia, obteniéndose que las pérdidas en ambos casos han sido del mismo orden (ver Apartado 2.2.4.4.).

Una vez obtenidas las pérdidas producidas por los terremotos relacionados se han calculado los siguientes datos (Cuadro 2.2):

- Área afectada por terremotos (km²)
- Población afectada por terremotos (número de habitantes)
- Pérdidas totales por terremotos (euros)
- Pérdidas por terremotos en función de la superficie afectada (euros/km²)
- Pérdidas por terremotos en función del número de habitantes (euros/habitante)
- Número de muertos
- Personas heridas
- Edificios destruidos o gravemente dañados
- Edificios dañados
- Personas desplazadas.

Las cifras económicas se han actualizado al año 2002, empleando para ello los valores del IPC del Instituto Nacional de Estadística, para el caso de los terremotos españoles, y su correspondiente índice para los terremotos italianos.

Cuadro 2.2
Terremotos seleccionados para la evaluación de pérdidas

Terremoto	M	I	Afección		Densidad población (Hab/km ²)	Pérdidas ⁽¹⁾			Nº Muertos	Nº Heridos	Daños a edificios		Personas desplaza- das
			Área (km ²)	Nº Habit.		Totales (mill. €)	€/km ²	€/hab.			Des- truidos	Dañados	
Mula (1999) *	4,8	VI-VII	1.295	60.109	46,40	60,08	46.400	1.000	0	1	0	5.000	800
Umbria (1997) **	5,8	IX	1.342	112.412	83,70	735,75	548.316	6.545	11	250	--	--	20.000
Friuli (1976) **	6,5	X	5.000	500.000	100,00	8.407,92	1.681.584	16.816	1.200	2.400	23.568	20.000	189.000
Campania (1980) **	6,9	X	15.800	4.641.620	293,80	50.096,32	3.170.653	10.793	2.914	10.000	75.000	275.000	--
Arenas del Rey (1884) ***	6,8	X	23.238	2.674.639	115,10	34.004,00	1.463.293	12.713	6.272	37.603	59.673	705.266	229.029
Cehegin (1948) ***	5	VIII	3.041	81.564	26,82	698,57	229.717	8.565	61	364	931	20.884	3.029
Queralps (1428) ***	5,9	IX	5.080	256.793	50,55	1.224,09	240.975	4.767	65	389	1.157	43.963	6.447
Adra (1993) ***	5	VI-VII	1.185	109.227	55,29	550,22	278.507	5.037	0	0	349	22.319	3.571
Sarria- Becerrea (1995) ***	4,6	VI	437	19.502	44,58	9,45	21.601	485	0	0	0	524	0

M = Magnitud. I = Intensidad. (1) Pérdidas actualizadas al año 2002

* El terremoto de Mula de 1999 es el único en España del cual se tiene información completa de las pérdidas ocasionadas.

** Terremotos ocurridos en Italia de los que se dispone de información completa sobre las pérdidas provocadas.

*** Terremotos históricos ocurridos en España cuyas pérdidas han sido evaluadas con el programa SES-2002.

Para verificar la representatividad de los datos utilizados se han considerado los siguientes aspectos de la información analizada:

- En el caso del terremoto de Mula (1999) los datos disponibles sobre las pérdidas están ampliamente documentados, por lo que se consideran datos de gran fiabilidad.
- Para los terremotos de Italia, dada su elevada intensidad, los cuantiosos daños ocasionados y la relativa proximidad en el tiempo, las pérdidas generadas han sido estudiadas con mucho detalle, por lo que también se consideran datos fiables y representativos.
- La estimación de pérdidas potenciales realizada mediante el programa SES-2002 de los terremotos históricos seleccionados se ha hecho en base a:
 - La extensión de la zona afectada, determinada a partir de las leyes de atenuación de la intensidad con la distancia, considerando la suma de las áreas de los municipios afectados. El programa emplea 5 leyes de atenuación: la nº 1 es general para gran parte de la Península Ibérica, Canarias y Baleares; la nº 2 corresponde a la región de Azores-Gibraltar, donde la atenuación es muy baja; la nº 3 corresponde a la zona del Golfo de Cádiz; la nº 4 a la zona Sur de la Península; y la nº 5 a la zona de Levante.
 - La población afectada, determinada en función de los habitantes de los distintos municipios afectados, según información del Instituto Nacional de Estadística del año 1997.
 - Los tipos de edificios existentes en las zonas afectadas, clasificados en función del año de construcción (antes de 1950, periodo 1950-1975, periodo 1976-1995 y periodo 1996-2001), y en función de su uso o finalidad: residencial (viviendas), sanidad (en todas sus modalidades), dotacional-ocio

(cultural, deportivo, turismo, espectáculos y religioso), terciario-industria (oficinas, comercio, industria de servicios e industrial) y edificios singulares (construcciones para grandes infraestructuras -presas, puentes, viaductos, etc.- y monumentos). Los periodos de años de construcción obedecen a la evolución histórica de las tipologías de construcción y al avance de la normativa legal y técnica, que ha supuesto hitos importantes en el control y seguridad de las estructuras frente a terremotos. Los tipos y número de edificios empleados por el programa para cada municipio provienen de la información de la Dirección General del Catastro, año 2001. La clasificación de viviendas empleada es la de la escala macrosísmica europea EMS-96.

- La vulnerabilidad de las viviendas, determinada a partir de matrices de vulnerabilidad (tablas que indican el número de viviendas que sufrirán distintas tipologías de daños para cada grado de intensidad sísmica, teniendo en cuenta la tipología de los edificios). El programa SES-2002 utiliza las matrices de vulnerabilidad de la escala macrosísmica europea EMS-96, así como otras obtenidas a partir del terremoto de Irpina en Italia (1980) y ensayadas previamente en un estudio de vulnerabilidad aplicado en Cataluña.
- La vulnerabilidad de las personas, obtenida también a partir de matrices en las que se determina el número de muertos, heridos y personas sin hogar causados por un terremoto a partir de la vulnerabilidad de los edificios.

2.2.3. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

2.2.3.1. Relaciones magnitud-pérdidas

Los datos de los terremotos estudiados que se muestran en el Cuadro 2.2 se han representado gráficamente con ayuda de una hoja de cálculo, lo que ha permitido

deducir relaciones entre la magnitud de los terremotos y los distintos tipos de pérdidas, así como analizar el grado de correlación de la información utilizada.

De los nueve terremotos analizados (Cuadro 2.2), siete están bien documentados tanto en el cálculo de su magnitud, profundidad e intensidad, como en daños, pero en dos (los anteriores a 1900), la magnitud ha sido deducida a partir de la intensidad. En el Anexo 3 se muestran las expresiones utilizadas para transformar intensidad en magnitud.

A efectos de analizar las relaciones terremoto - daños, se ha representado cada terremoto en función de su magnitud ya que esta escala permite un ajuste más sensible en una representación gráfica. De esta forma se han analizado las siguientes relaciones con respecto a la magnitud para los nueve terremotos analizados:

- Área afectada
- Población afectada
- Pérdidas económicas
- Pérdidas por unidad de superficie
- Pérdidas por habitante
- Número de muertos
- Número de heridos
- Edificios destruidos
- Edificios dañados
- Personas desplazadas

En las Figuras 2.1 a 2.10 se representan gráficamente las relaciones entre pérdidas y magnitudes.

• Área afectada por terremotos

La Figura 2.1 presenta la relación entre la magnitud de los terremotos analizados y el área afectada por intensidades $I \geq VI$ producidas por los dichos terremotos. Los factores que intervienen diferencialmente en cada terremoto en esta relación son:

- La atenuación de la intensidad con la distancia depende de las leyes de atenuación de cada región, por lo que los efectos de los terremotos pueden tener mayor o menor alcance.
- La profundidad focal del terremoto influye decisivamente en sus efectos y alcance.

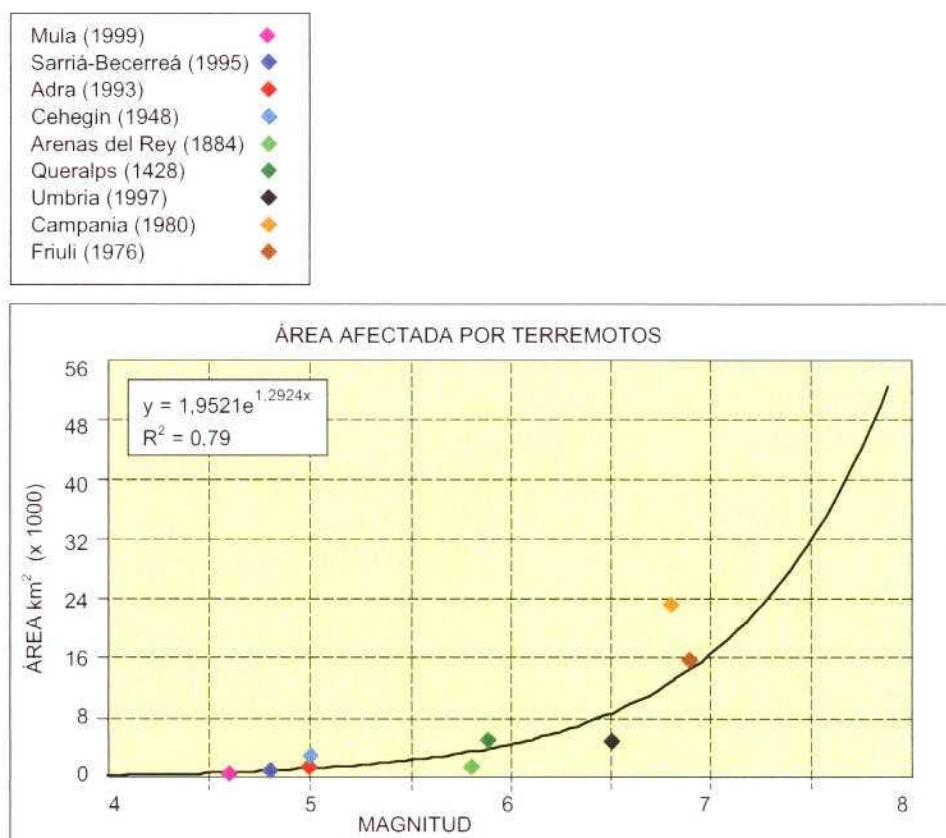


Figura 2.1
Área afectada por terremotos en función de la magnitud

• Población afectada por terremotos

En la Figura 2.2 se muestra la relación entre la magnitud del terremoto y la población residente en zonas afectadas por una intensidad $I \geq VI$.

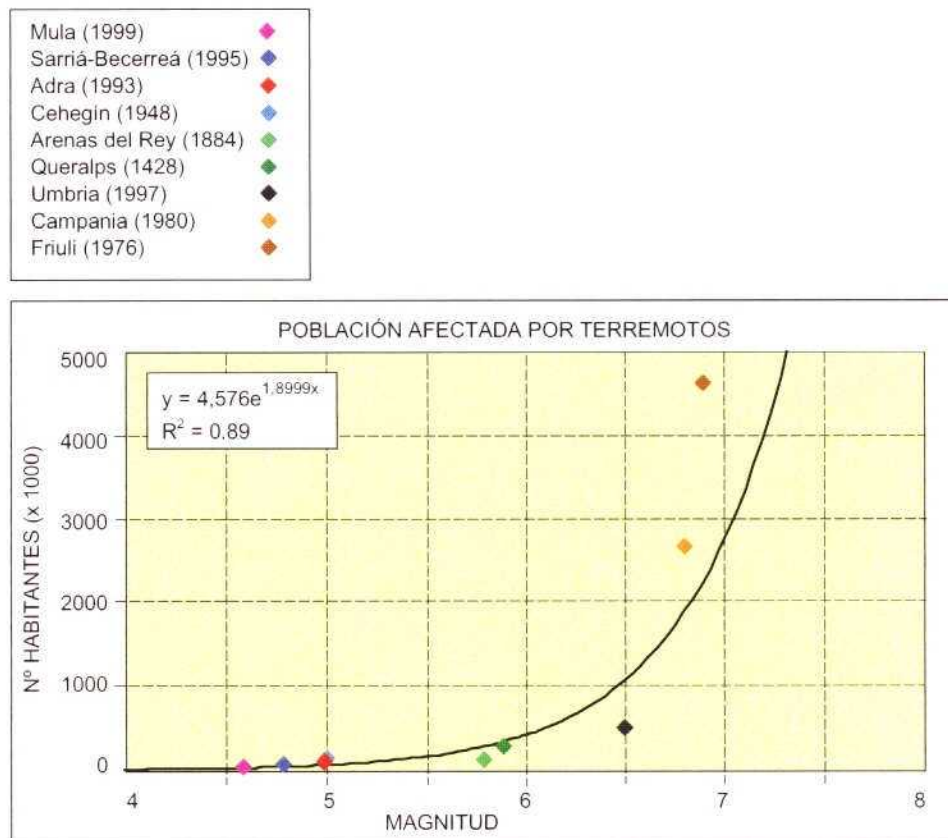


Figura 2.2
Población afectada en función de la magnitud de los terremotos

• Pérdidas por terremotos

En la Figura 2.3 se presenta la relación entre la magnitud de los terremotos estudiados y las pérdidas económicas ocasionadas. Los factores que influyen en esta relación son más complejos que en los casos anteriores:

- La atenuación de la intensidad con la distancia: dependiendo de las leyes de atenuación de cada región estudiada, los efectos destructivos de los terremotos tienen mayor o menor alcance.

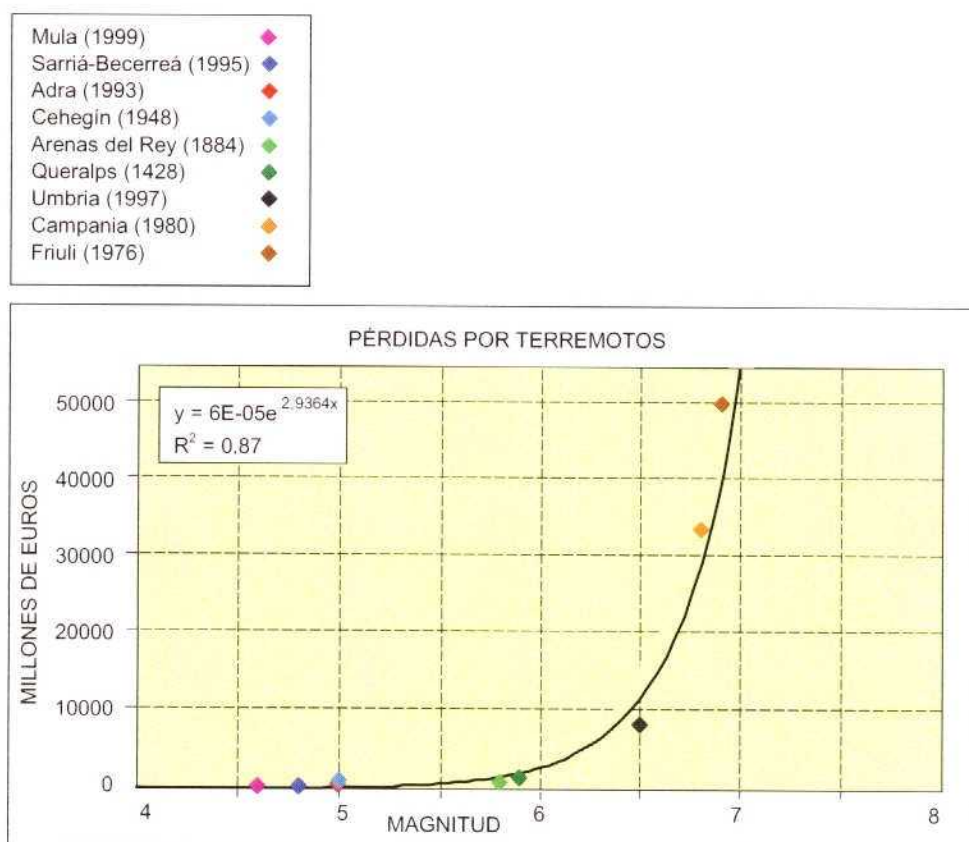


Figura 2.3
Pérdidas por terremotos en función de su magnitud

- La profundidad focal del terremoto: en una misma región terremotos producidos a distinta profundidad tienen un distinto alcance.
- A mayor densidad de población y de viviendas, mayores pérdidas.
- Cuanto menor es la calidad de construcción, mayor destrucción de edificios, más número de muertos, heridos y personas sin hogar.
- A los factores ya indicados en las anteriores relaciones (Figuras 2.1 y 2.2) se suman las condiciones geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas y topográficas locales, que provocan amplificación de las ondas sísmicas y, en consecuencia, inducen mayores daños.

• Pérdidas por superficie afectada

En la Figura 2.4 se muestra la relación entre la magnitud de los terremotos estudiados y las pérdidas económicas que éstos ocasionan por unidad de superficie. Los factores que influyen en este tipo de pérdidas son los mismos que en caso de las pérdidas por terremoto (Figura 2.3).

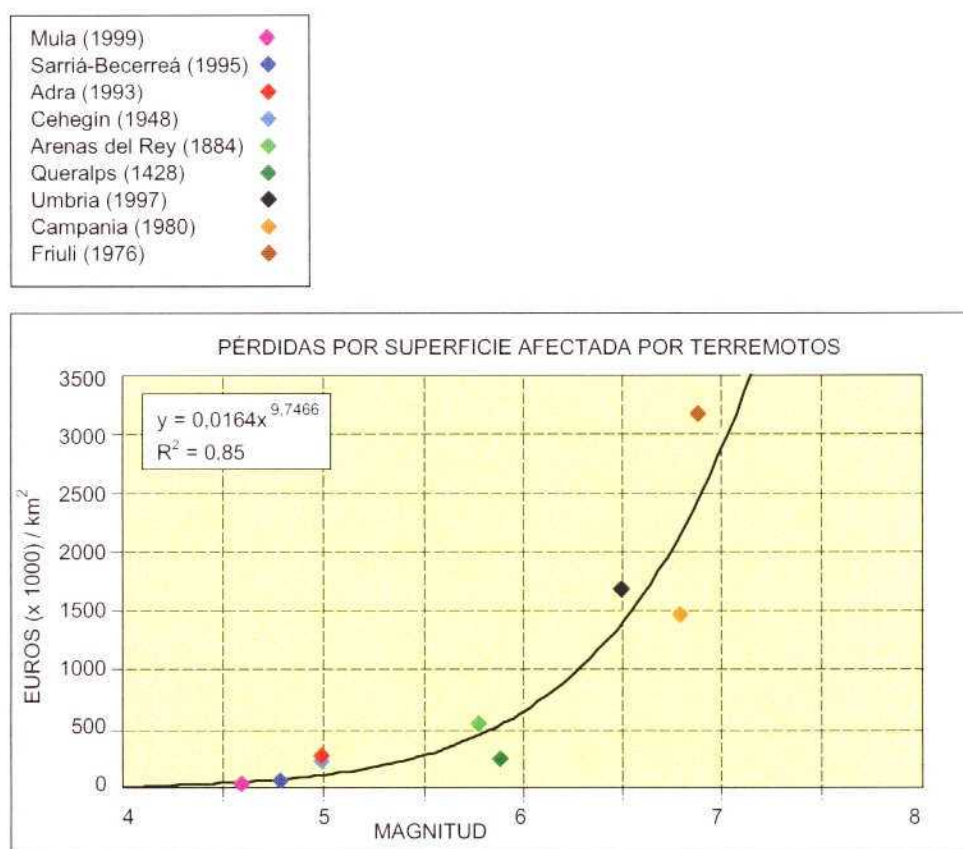


Figura 2.4

Pérdidas por unidad de superficie por terremotos en función de su magnitud

• Pérdidas por habitante

La Figura 2.5 presenta la relación entre la magnitud de los terremotos estudiados y las pérdidas por habitante que ocasionan.

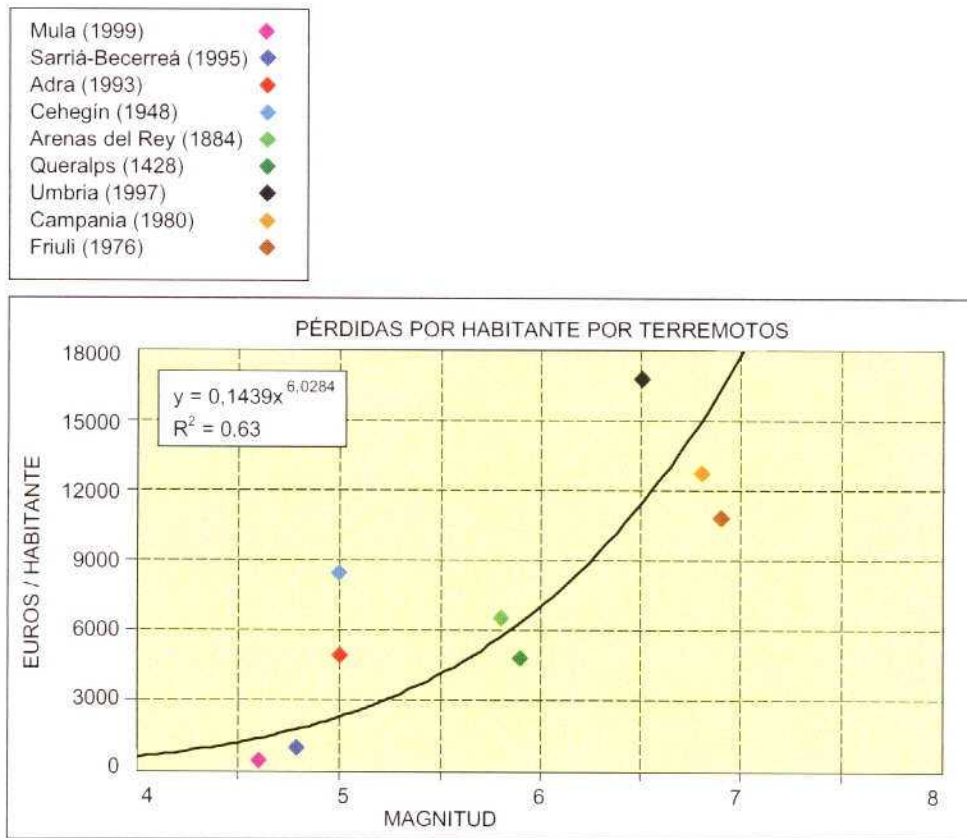


Figura 2.5
Pérdidas por habitante por terremotos en función de su magnitud

• Número de muertos

En la Figura 2.6 se muestra la relación entre la magnitud de los terremotos estudiados y el número de muertos. En el caso de las pérdidas de vidas humanas, los factores principales que influyen son la vulnerabilidad de los edificios (que depende del tipo de construcciones) y el grado de ocupación de los mismos. Si bien, hay otros factores que hacen que la población afectada sea mayor o menor, como son el área afectada, la hora del seísmo, la profundidad focal, la densidad de población y de viviendas, la proximidad a zonas de costa, tipo de construcciones y por último las condiciones locales geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas y topográficas.

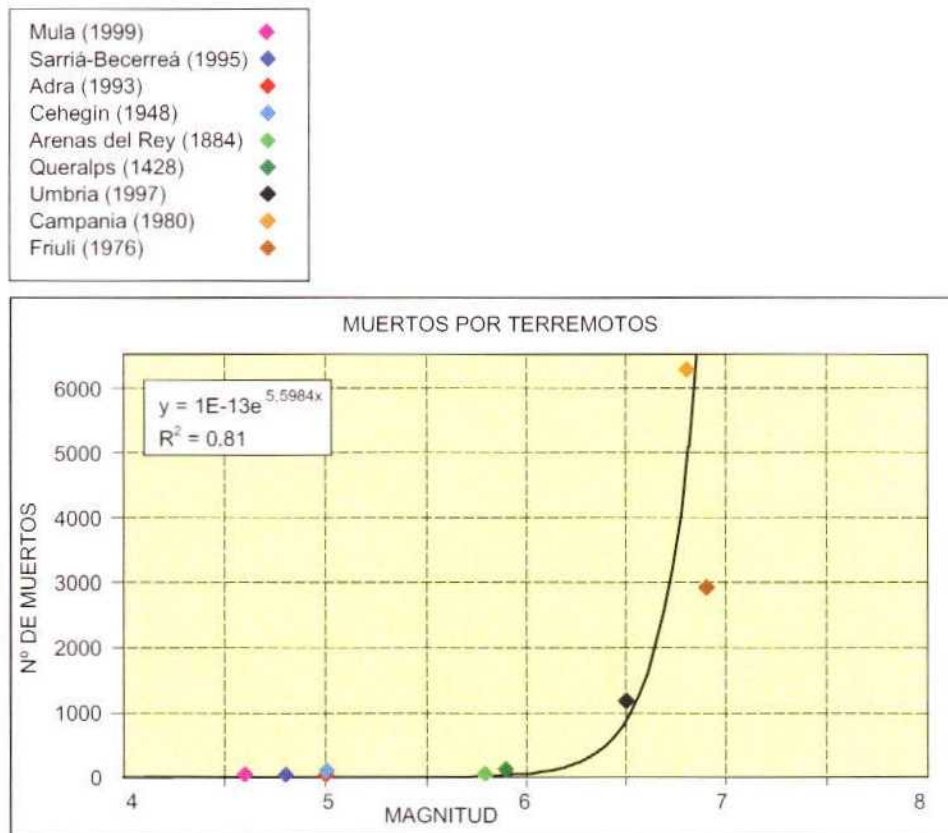


Figura 2.6
Número de muertos por terremotos en función de su magnitud

• Número de heridos

La Figura 2.7 presenta la relación entre la magnitud de los terremotos estudiados y los heridos que ocasionan. En el caso del número de heridos los factores principales que influyen son los mismos que en el caso de las pérdidas de vidas humanas.

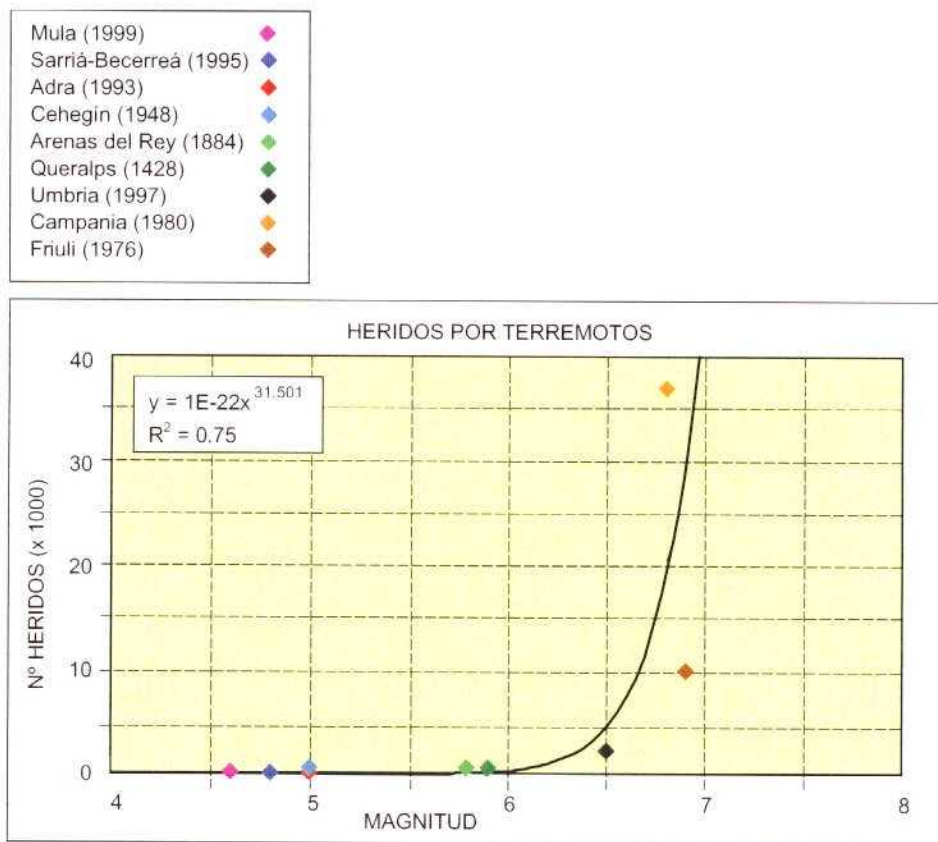


Figura 2.7

Número de heridos ocasionadas por terremotos en función de su magnitud

• Número de edificios destruidos o gravemente dañados

En la Figura 2.8 se muestra la relación entre la magnitud de los terremotos estudiados y el número de edificios destruidos. Se incluyen aquellos edificios con daños de tipo 5 (colapso) y 4 (daño muy grave). Para la evaluación del número de edificios destruidos, los factores principales que influyen son la vulnerabilidad de los mismos (que depende del tipo de construcciones) y el número de edificios existentes. Hay otros factores que hacen que el número de edificios destruidos sea mayor o menor, como el área afectada por el terremoto, la profundidad focal, la densidad de población y de viviendas, la proximidad a zonas de costa y, por último, las condiciones locales geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas y topográficas.

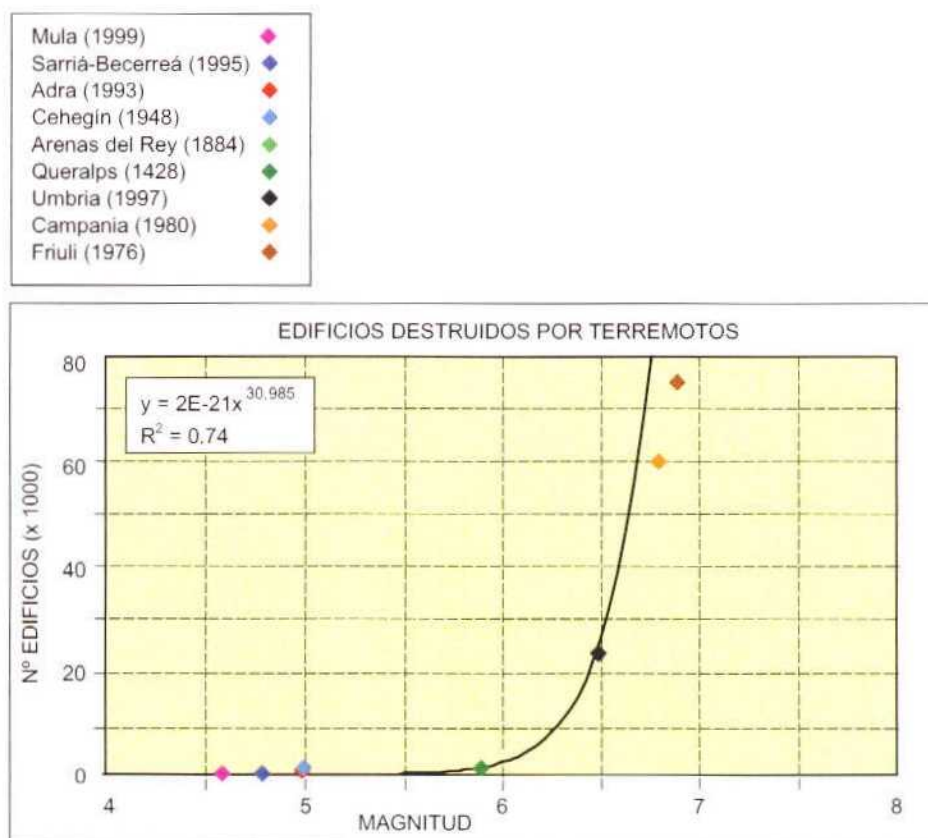


Figura 2.8

Edificios destruidos por terremotos en relación con su magnitud

• Número de edificios dañados

En la Figura 2.9 se muestra la relación entre la magnitud de los terremotos estudiados y el número de edificios dañados. Los datos corresponden a aquellos edificios con daños de tipo 3 (daño grave), tipo 2 (moderado) y tipo 1 (leve). En el caso del número de edificios dañados los factores principales que influyen son los mismos que determinan el número de edificios destruidos.

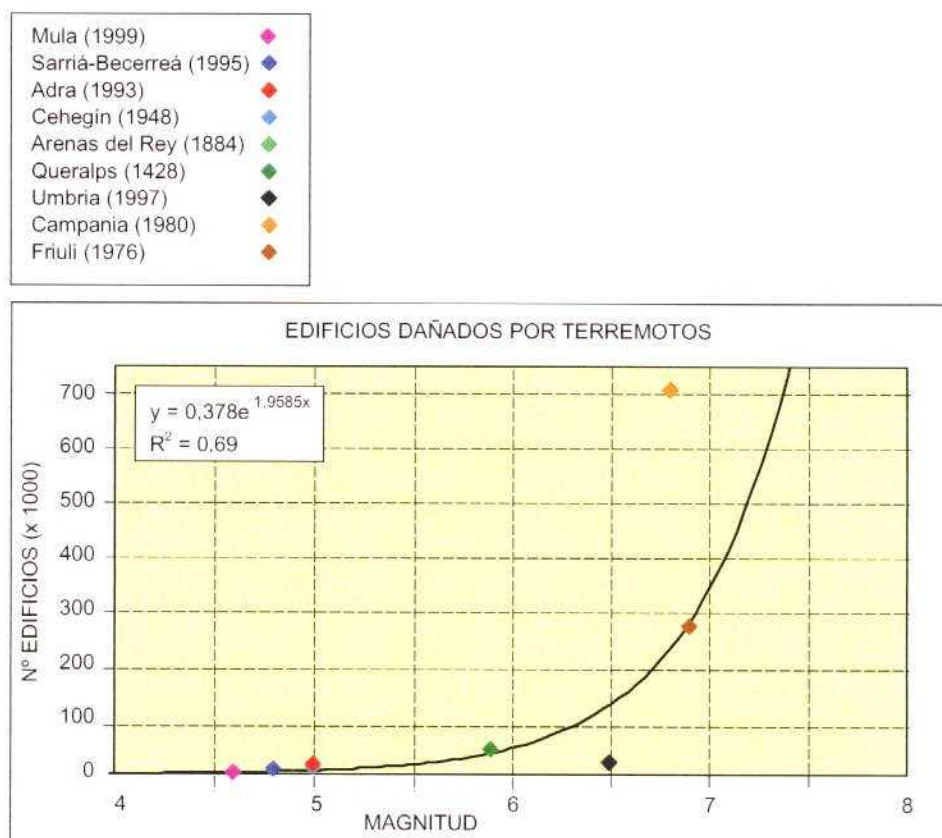


Figura 2.9
Número de edificios dañados por terremotos en función de su magnitud

• **Número de personas desplazadas por terremotos**

En la Figura 2.10 se muestra la relación existente entre la magnitud de los terremotos estudiados y el número de personas desplazadas como consecuencia de un seísmo. Para la evaluación del número de personas desplazadas, los factores principales que influyen son los mismos que determinan el número de edificios destruidos.

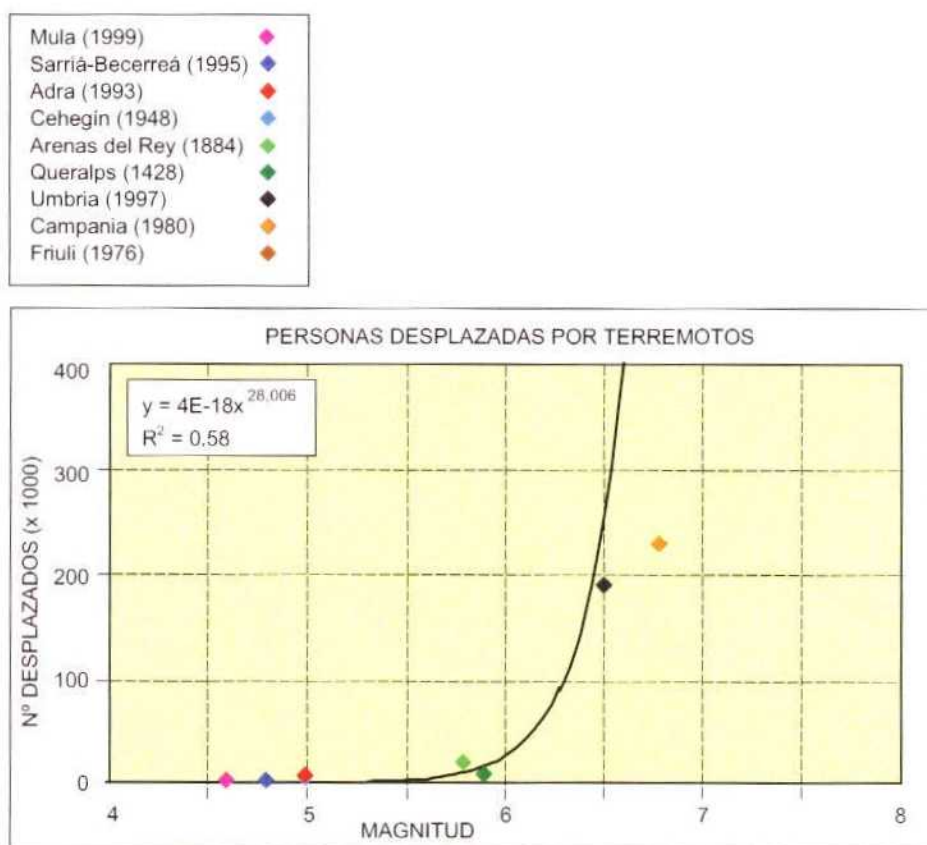


Figura 2.10

Número de personas desplazadas por terremotos en función de su magnitud

2.2.3.2. Resultados de las relaciones magnitud-pérdidas

Las expresiones obtenidas en las Figuras 2.1 a 2.10 relacionan la magnitud de los terremotos con los diferentes tipos de pérdidas ocasionadas. Para los casos en que no se dispone de datos de magnitud, es necesario aplicar expresiones que relacionen este parámetro con la intensidad. En el Anexo 3 del Tomo 3 se incluyen las expresiones que relacionan la intensidad con al magnitud.

El Cuadro 2.3 muestra las expresiones deducidas de las citadas Figuras en función de la magnitud y en función de la intensidad.

Cuadro 2.3

Relaciones obtenidas entre magnitudes, intensidades y pérdidas

Afecciones y pérdidas	A partir de la magnitud	A partir de la intensidad
Área afectada (km ²)	Área = 1,9521e ^{1,2924 M}	Área = 1,9521e ^{1,2924 (0,035 I² + 2,907)}
Población afectada (nº habitantes)	Nº Hab = 4,576 e ^{1,8999 M}	Nº Hab = 4,576 e ^{1,8999 (0,035 I² + 2,907)}
Pérdidas totales (millones €)	PT = 6,038x 10 ⁻⁵ e ^{2,9364 M}	PT = 6,038 x 10 ⁻⁵ e ^{2,9364 (0,035 I² + 2,907)}
Pérdidas por unidad de superficie (€/km ²)	€/km ² = 0,0164 M ^{9,7466}	€/km ² = 0,0164 (0,035 I ² + 2,907) ^{9,7466}
Pérdidas por habitante (€/hab)	€/hab = 0,1439 M ^{6,0284}	€/hab = 0,1439 (0,035 I ² + 2,907) ^{6,0284}
Pérdidas de vidas humanas	Nº muertos = 1x10 ⁻¹³ e ^{5,5984 M}	Nº muertos = 1x10 ⁻¹³ e ^{5,5984 (0,035 I² + 2,907)}
Personas heridas	Nº heridos = 1x10 ⁻²² M ^{31,501}	Nº heridos = 1x10 ⁻²² (0,035 I ² + 2,907) ^{31,501}
Edificios destruidos	Ede= 2x10 ⁻²¹ M ^{30,985}	Ede = 2x10 ⁻²¹ (0,035 I ² + 2,907) ^{30,985}
Edificios dañados	Eda = 0,3778 e ^{1,9585 M}	Eda = 0,3778 e ^{1,9585 (0,035 I² + 2,907)}
Personas desplazadas	Pd = 4x10 ⁻¹⁸ M ^{28,006}	Pd = 4x10 ⁻¹⁸ (0,035 I ² + 2,907) ^{28,006}

El valor de I corresponde a la intensidad epicentral

2.2.4. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS EN EL PERIODO 1987-2001

Para el cálculo de las pérdidas ocasionadas por terremotos en España durante los últimos 15 años se han aplicado los siguientes procedimientos:

- A partir de las correlaciones empíricas entre magnitud e intensidad de terremotos y pérdidas totales, obtenidas en este estudio.
- A partir de las relaciones entre las indemnizaciones pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros y las pérdidas totales calculadas por el programa SES-2002.

2.2.4.1. Análisis de los terremotos ocurridos con capacidad de causar daños

Entre los terremotos ocurridos desde 1987 a 2001 en territorio nacional, se han seleccionado aquellos cuya intensidad haya sido superior a V y/o su magnitud igual o mayor de 4, al considerarse estos valores como límites para ocasionar daños reseñables. Los sismos seleccionados se incluyen en el Cuadro 2.4.

En el periodo 1987-2001 han ocurrido en España sismos de magnitud próxima a 5 grados en la escala Richter que han provocado daños considerables en edificaciones. Por ejemplo, los terremotos ocurridos en Andalucía oriental los días 23 de diciembre de 1993 y el 4 de enero de 1994, con una magnitud de 5.0 y 4.9 grados y con epicentros en la provincia de Almería, cerca de las poblaciones de San Roque y Berja y a 20 km de la costa frente a Almerimar, Balerna y Baños, respectivamente. En Lugo, el 21 de mayo de 1997 ocurrió un terremoto con magnitud 5.1 y epicentro cercano a las poblaciones de Sárria y Becerreá. Entre las islas de Tenerife y Gran Canaria, en 1989 tuvo lugar un terremoto de $M = 5.2$ que produjo una intensidad máxima de V y hubo algunos daños que fueron objeto de indemnizaciones por el

Consorcio de Compensación de Seguros. El más reciente ocurrió en la provincia de Murcia el 2 de febrero de 1999, con magnitud 4,8 y epicentro a unos 5 km al Norte de la población de Mula.

Estos datos ponen de relieve la baja tasa de sismicidad observada en España en el periodo 1987-2001 en comparación con la registrada en los últimos 102 años, con 16 terremotos de intensidad epicentral VIII, 40 con intensidad VII y 111 con intensidad VI (ver Anexo 2). En los últimos 50 años se ha observado una ausencia significativa de terremotos importantes (se han registrado 4 de intensidad VIII y ninguno de IX); en este periodo (últimos 50 años) han ocurrido aproximadamente el 28% del total de los sismos de intensidad > V del periodo 1900-2001.

La actividad sísmica en España en los últimos lustros ha consistido principalmente en series sísmicas localizadas en varias zonas como la de Sarria-Becerreá (Lugo), iniciada en 1995 y con registro de réplicas hasta 2001; la serie de Adra (Almería), entre 1993 y 1997; la de Alhucemas (al norte de Marruecos) entre 1994 y 1996, y la de Mula (Murcia) en 1999. Ninguna de las series anteriores han superado el nivel de magnitud 5.1. En Canarias se ha registrado en los últimos 20 años una alta tasa de actividad sísmica de baja intensidad pero de elevada frecuencia, con intensidades inferiores a V.

Con la finalidad de ampliar la selección de terremotos del Cuadro 2.4 incorporando aquellos sismos que han producido daños leves, independientemente de su intensidad o magnitud, se han añadido los datos de terremotos declarados a efectos de seguros y para los que se han pagado indemnizaciones por parte del Consorcio de Compensación de Seguros. Estas cuantías han sido importantes solo en el caso de terremotos de intensidad superior a V, siendo de escasa importancia en el resto de casos.

Cuadro 2.4

Terremotos con intensidad $I > V$ y/o magnitud $M \geq 4$ ocurridos en España durante el periodo 1987-2001

Nº de Evento	Fecha	I_0 (MSK)	M	Epicentro	Zonas afectadas
200190	23/12/1993	VI-VII	5,0	Adra (Almería)	Adra y Berja (Almería). Se sintió en las provincias de Granada, Jaén y Málaga.
200191	4/1/1994		4,9	En el mar (al S de Adra)	Intensidad máxima en tierra: VII. Provincias de Almería y Granada.
200211	2/2/1999	VI-VII	4,8	Mula (Murcia)	Sentido en las provincias de Murcia (Archena, Mula, Albudeite, Pliego, Abarán, Cieza y Campos del Río), Albacete, Almería, Valencia, Jaén, Ciudad Real, Granada, Toledo, Cuenca, Castellón, Madrid, Segovia y Valladolid.
200198	20/12/1989	VI	5,0	Ayamonte (Huelva)	Provincias de Huelva y Sevilla.
200189	14/8/1991	VI	4,1	Caudete (Albacete)	Caudete. Sentido en Fuente la Higuera (Valencia) con intensidad IV, y en las provincias de Alicante y Murcia.
200205	21/5/1997	VI	5,1	Triacastela (Lugo)	Lugo, Becerreá y Sarria. Se sintió en Galicia Asturias y León.
200489	20/8/1988	V-VI	3,9	Chauchina (Granada)	Municipios de Granada.
200450	26/11/1995	V-VI	4,1	Las Torres de Cotillas (Murcia)	Municipios de Murcia, Alicante y Valencia.
200199	29/11/1995	V-VI	4,6	Láncara (Lugo)	Triacastela, Becerreá y Barralla (Lugo).
200200	24/12/1995	V-VI	4,6	Baralla/Láncara (Lugo)	Triacastela, Becerreá, Monforte (Lugo).
200184	9/5/1989	V	5,2	En el mar, entre Tenerife y Gran Canaria	Máxima intensidad sentida = V (en el Sur de Tenerife).

En total se ha obtenido una relación de 61 terremotos; todos ellos han producido pérdidas declaradas que han sido objeto de indemnización por parte del Consorcio de Compensación de Seguros. En el Anexo 4 del Tomo 3 se han incluido los datos referentes a estos terremotos, así como las zonas afectadas.

2.2.4.2. Mapas de terremotos

Los terremotos seleccionados (Anexo 4) se han representado sobre bases cartográficas, reflejándose también las áreas potencialmente afectadas. Mediante la superposición de las áreas afectadas por cada terremoto se ha obtenido un mapa de intensidades máximas en España para el periodo 1987-2001, incluido en el **Mapa de terremotos con daños asociados en el periodo 1987-2001 (Tomo 2)**.

2.2.4.3. Cálculo de las pérdidas a partir de las relaciones entre intensidad y pérdidas

La estimación de las pérdidas se ha llevado a cabo a partir de las relaciones dadas en el Cuadro 2.3. A cada grado de intensidad corresponde un valor de pérdidas, utilizándose ambos datos (intensidad y pérdidas) para clasificar los terremotos seleccionados (ver Anexo 4) y calcular sus pérdidas potenciales (Cuadro 2.5). Se ha introducido un factor de corrección en aquellos terremotos cuyos efectos se han sentido dentro y fuera del territorio nacional, ponderándose las pérdidas correspondientes al área afectada situada en el territorio nacional.

Las pérdidas totales obtenidas para el periodo 1987-2001 según este cálculo han sido de **202.007.240 euros** (actualizados a 2002).

Cuadro 2.5

Estimación de pérdidas para los terremotos seleccionados en el periodo 1987-2001

Intensidad máxima sentida	Nº terremotos sentidos con daños declarados	Factor de corrección por área afectada	Nº de terremotos (corregido)*	Pérdidas por terremoto (millones €)**	Pérdidas totales estimadas (€)
VII	1	0,45	0,45	47,332	21.299.400
VI-VII	2	0,75	1,5	23,652	35.478.000
VI	3	0,77	2,3	12,443	28.618.900
V-VI	4	1,00	4	6,8907	27.562.800
V	18	0,74	13,4	4,0173	53.831.820
IV-V	6	0,78	4,7	2,4656	11.588.320
IV	23	0,57	13,2	1,593	21.027.600
III-IV	4	0,80	2,4	1,0835	2.600.400
PÉRDIDAS TOTALES (***):					202.007.240

(*) Tras aplicar el factor de corrección por área afectada

(**) A partir de las relaciones obtenidas en este estudio

(***) Actualizadas a 2002

2.2.4.4. Cálculo de las pérdidas a partir de las relaciones entre las indemnizaciones pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros y pérdidas calculadas por el programa SES-2002

Se ha realizado una nueva estimación a partir de las indemnizaciones pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros y los datos de pérdidas totales calculadas mediante el programa de simulación SES-2002 (Protección Civil - IGN). Este programa simula el escenario afectado por un determinado terremoto y proporciona, entre otros resultados, las pérdidas económicas totales que causaría si ocurriera en la actualidad.

Debido a que el único terremoto ocurrido en el periodo analizado cuyos daños y pérdidas han sido evaluados en detalle ha sido el de Mula (Murcia, 1999), ha sido necesario utilizar el citado programa para estimar las pérdidas potenciales que ocasionarían los terremotos más intensos ocurridos en el periodo 1987-2001 (Cuadro 2.4).

Los resultados de las simulaciones realizadas se resumen en el Cuadro 2.6 (los resultados completos de los análisis se presentan en el Anexo 6 del Tomo 3). No se ha incluido el terremoto de Baralla (1995) por su similitud con el de Sarriá-Becerreá (Láncara, 1995), ya que afectan a la misma zona y los resultados son similares. Tampoco se ha incluido el terremoto de Chaucina (1988) porque, al afectar a un área prácticamente despoblada, los resultados no proporcionan datos de daños económicos representativos.

Una vez obtenidos los datos de pérdidas totales correspondientes a los terremotos analizados, éstos se han comparado con los datos de las indemnizaciones pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros.

Cuadro 2.6

Pérdidas potenciales estimadas con el programa de cálculo SES-2002

Terremoto	M	I	Nº Hab. Afectados	Pérdidas ⁽¹⁾		Daños a edificios	
				Totales (mill. €)	€/hab.	Destruí- dos	Daña- dos
Ayamonte (1989)	5	VI	68.822	13,54	197	0	773
Caudete (1991)	4,1	VI	13.105	5,97	456	0	263
Las Torres de Cotillas (1995)	4,1	V-VI	491.898	0,653	1,3	0	35
Al S de Adra (en el mar) (1994)	4,9	VII	329.832	48,31	146	0	2.310
Láncara (1995)	4,6	V-VI	39.372	9,78	249	0	524
Triacastela (1997)	5,1	VI	34.778	6,38	183	0	313
Mula (1999)	4,8	VI-VII	74.701	60,606	802	0	2.992

M = Magnitud. I = Intensidad. (1) Las pérdidas totales están actualizadas a 2002

Cuadro 2.7

Pérdidas reales ocasionadas por el terremoto de Mula

Terremoto	M	I	Afección Nº Hab.	Pérdidas ⁽¹⁾		Daños a edificios	
				Totales (mill. €)	€/hab.	Destruídos	Dañados
Mula (1999)	4,8	VI-VII	60.109	60,08	1008	0	5.000

M = Magnitud. I = Intensidad. (1) Pérdidas totales actualizadas a 2002

En el Cuadro 2.6 se han incluido también los resultados de aplicar el citado programa al terremoto de Mula de 1999, al objeto de compararlos con los datos disponibles de pérdidas reales ocasionadas (Cuadro 2.7) y comprobar así la representatividad de los resultados del programa. La valoración de las pérdidas reales fue de 54,09 millones de euros, lo que actualizado a 2002 resultan unos 60

millones de euros, cantidad similar a la obtenida a partir del programa de simulación, 60,6 millones de euros.

Las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros como indemnización de los daños producidos por terremotos ocurridos en los años del periodo 1987-2001, se incluyen en el Cuadro 2.8. En el Anexo 7 (Tomo 3) se recogen estos datos desglosados por años y provincias.

Cuadro 2.8
Cuantías anuales pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros
por terremotos producidos en el periodo 1987-2001

Año	Total anual (€)	Actualización a 2002 (€)
1987	36.547	69.878
1988	1.923	3.521
1989	261.734	450.182
1990	29.426	47.464
1991	154.226	233.035
1992	51.044	72.789
1993	261.628	356.337
1994	659.605	855.508
1995	650.769	808.906
1996	287.503	343.854
1997	1.120.101	1.302.677
1998	118.184	134.848
1999	11.311.350	12.702.646
2000	5.102	5.572
2001	17.189	18.186
Total	14.966.331	17.405.403

En el Cuadro 2.9 se incluyen los terremotos históricos analizados y sus pérdidas estimadas (con el programa SES-2002) y las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para cada uno de ellos (ver Anexo 7 del Tomo 3). Se han

comparado las pérdidas calculadas y las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para los terremotos reseñados en el Cuadro 2.6 y se han representado gráficamente con objeto de establecer una correlación entre ambos tipos de datos (Figura 2.11).

Cuadro 2.9

Pérdidas calculadas según el programa SES-2002 y pagos realizados por el CCS para los terremotos con intensidad mayor de V ocurridos en España entre 1987 y 2001

Terremoto	M	I	Pérdidas evaluadas* (€ 2002)	Pagos del CCS (€ 2002)	Relación pérdidas/pagos	Relación pagos/pérdidas
Ayamonte (1989)	5	VI	13.542.005	421.809	32,10	0,031
Caudete (1991)	4,1	VI	5.970.951	217.246	27,48	0,036
Al S de Adra (en el mar) (1994)	4,9	VII	48.314.197	803.284	60,14	0,016
Sarria-Becerrea (1995)	4,6	V-VI	9.786.461	605.668	16,16	0,062
Las Torres de Cotillas (1995)	4,1	V-VI	653.676	44.518	14,68	0,068
Triacastela (1997)	5,1	VI	6.381.661	1.188.177	5,37	0,186
Mula (1999)**	4,8	VI-VII	60.606.420	12.665.805	4,78	0,209

M = Magnitud. I = Intensidad

* Pérdidas calculadas con el programa SES-2002. Las pérdidas están actualizadas a 2002.

** El terremoto de Mula de 1999 es el único en España con información detallada y completa de las pérdidas ocasionadas (54 millones € de 1999, equivalentes a 60,08 millones € de 2002; con el programa SES-2002 se obtienen 60,6 millones € de 2002).

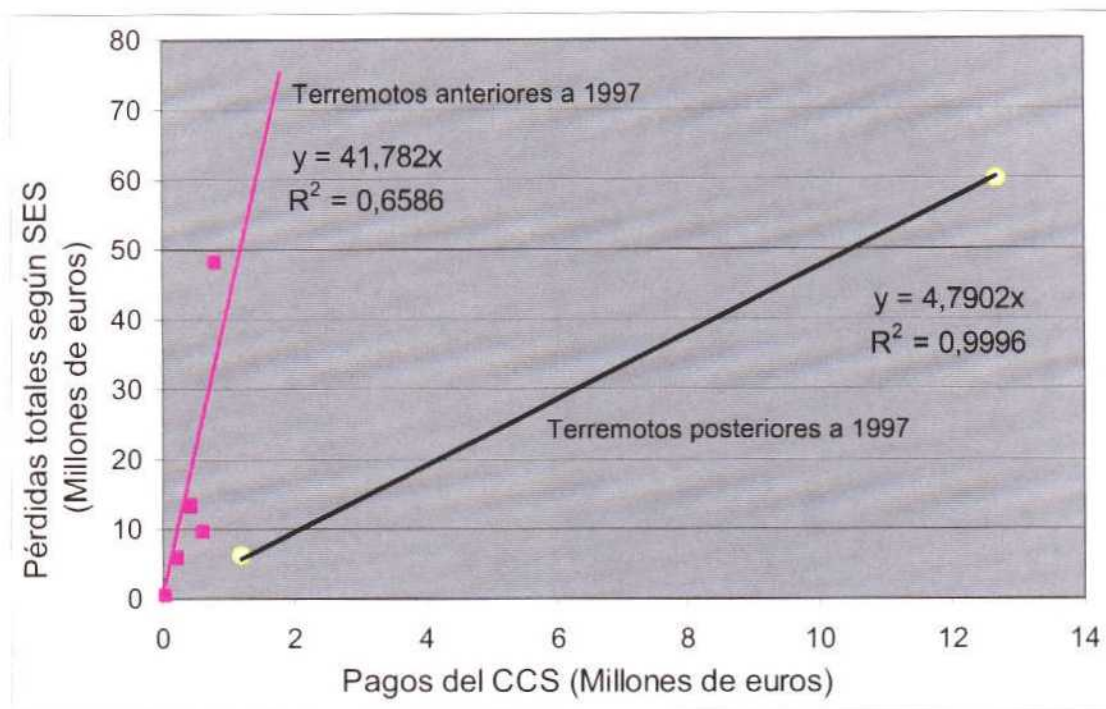


Figura 2.11

Relación entre los pagos efectuados por el Consorcio de Compensación de Seguros y las pérdidas totales estimadas para los terremotos del análisis según el programa SES-2002

A partir de los datos del Cuadro 2.9 y la Figura 2.11 se puede deducir que las cuantías globales pagadas por el CCS han sido en torno al 2,5% de las pérdidas totales hasta el año 1996, y de un 20% a partir de 1997. Sobre la base de estos resultados y porcentajes se ha efectuado la estimación de pérdidas ocasionadas por terremotos en España durante el periodo 1987-2001, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.10.

Las pérdidas obtenidas son de **203.480.480 euros** (actualizada a 2002). Esta cantidad es del mismo orden que la estimada mediante correlaciones entre la magnitud de terremotos y pérdidas totales (202.007.240 euros), (Cuadro 2.5).

La diferencia en el porcentaje de pérdidas cubiertas por el Consorcio a partir del año 1996 puede tener su explicación en el incremento del número de pólizas y valor de los bienes asegurados por el CCS a partir de los años 1996-1997, como se muestra en las estadísticas de los gráficos de la Figura 2.12. Este incremento se reflejaría en un aumento de las reclamaciones y de las indemnizaciones en caso de ocurrencia de eventos sísmicos. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las reclamaciones aumentan si se repiten eventos en un corto espacio de tiempo en una misma área, como en el caso de la serie sísmica de Lugo, donde ocurrieron terremotos con daños declarados entre 1995 y 1998.

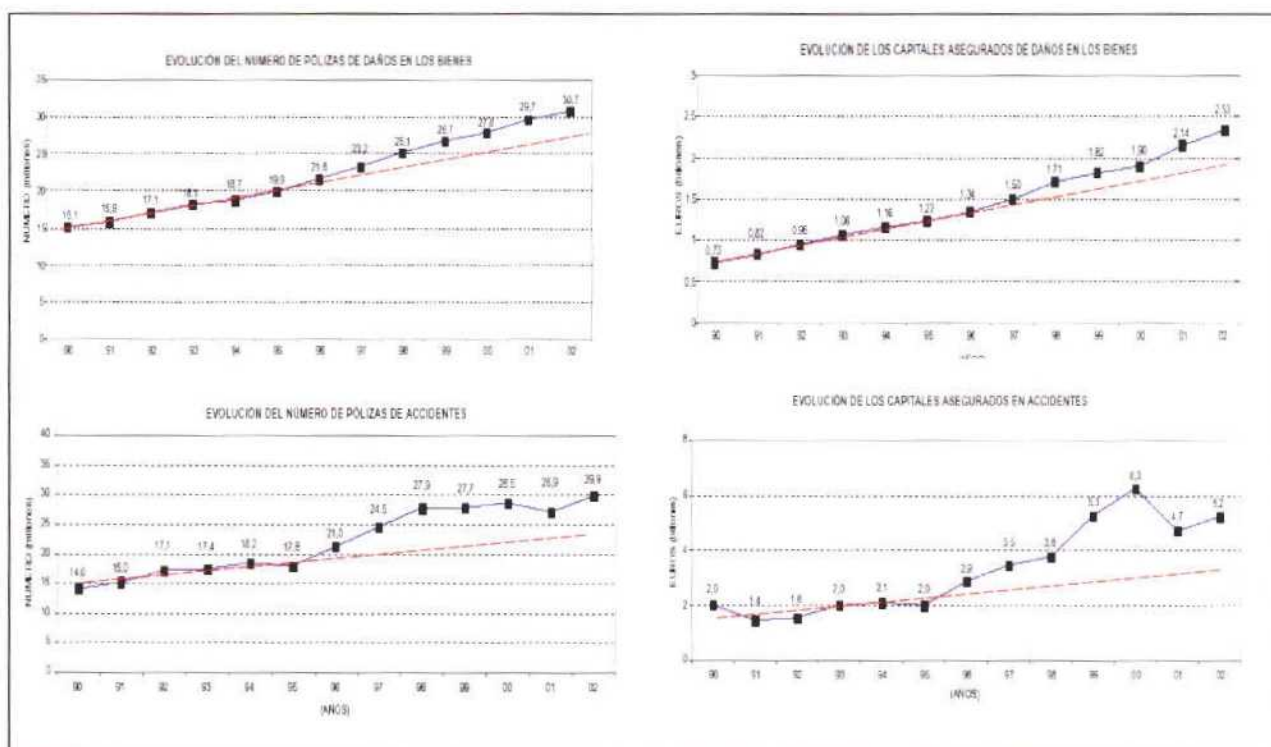


Figura 2.12

Evolución del número de pólizas y del capital asegurado de daños en los bienes y de accidentes por el CCS. En las gráficas se observa la tendencia general de aumento a lo largo del periodo considerado, y una clara inflexión positiva a partir de los años 1996-97 (Estadística. Riesgos Extraordinarios. Serie 1971-2002. CCS)

Cuadro 2.10

Pérdidas ocasionadas por terremotos en España entre 1987 y 2001 estimadas a partir de la relación entre las indemnizaciones pagadas por el CCS y las pérdidas totales calculadas por el programa SES-2002

Año	Pagos del CCS		Pérdidas estimadas (€)
	Total anual (€)	Actualización a 2002 (€)	
1987	36.547	69.878	2.920.895
1988	1.923	3.521	147.178
1989	261.734	450.182	18.817.628
1990	29.426	47.464	1.984.001
1991	154.226	233.035	9.740.883
1992	51.044	72.789	3.042.569
1993	261.628	356.337	14.894.901
1994	659.605	855.508	35.760.221
1995	650.769	808.906	33.812.265
1996	287.503	343.854	14.373.080
1997	1.120.101	1.302.677	6.252.852
1998	118.184	134.848	647.270
1999	11.311.350	12.702.646	60.972.701
2000	5.102	5.571	26.743
2001	17.189	18.186	87.293
TOTAL	14.966.331	17.405.402	203.480.480

En el Cuadro 2.11 se muestran las pérdidas por terremotos entre 1987 y 2001 por comunidades autónomas y por provincias. Estos resultados se han representado gráficamente en el **Mapa de pérdidas por terremotos en el periodo 1987-2001** (Tomo 2).

Las pérdidas correspondientes a ciertas provincias que según los datos disponibles no han sido afectadas por terremotos, se explican al constar que el Consorcio de

Compensación de Seguros ha realizado pagos por daños de terremotos. Tal es el caso de la provincia de Madrid, donde el CCS cubrió indemnizaciones en los años 1995, 1996 y 2000 por valor total de 12.508 euros, correspondiendo, según los cálculos aplicados, unas pérdidas totales actualizadas a 2002 de 595.617 euros (ver Anexo 7 del Tomo 3).

Cuadro 2.11 (1/2)

Pérdidas económicas por terremotos en el periodo 1987-2001 por comunidades autónomas y provincias, estimadas según la relación entre los resultados del programa SES-2002 y los datos de indemnizaciones del CCS

Pérdidas por Comunidad autónoma (€)		Pérdidas por provincia (€ de 2002)	
Andalucía	68.408.586	Almería	47.124.743
		Huelva	16.825.208
		Granada	1.602.494
		Sevilla	1.412.162
		Córdoba	797.861
		Málaga	330.777
		Jaén	251.968
		Cádiz	63.917
Murcia	61.510.683	Murcia	61.510.683
Galicia	35.772.962	Lugo	30.979.037
		Orense	1.994.101
		Coruña (La)	1.812.994
		Pontevedra	986.830
Comunidad Valenciana	11.301.715	Alicante	6.009.894
		Valencia	5.278.379
		Castellón	13.441
Cataluña	9.059.768	Barcelona	7.684.724
		Gerona	1.135.378
		Tarragona	152.549
		Lérida	87.117
Castilla - La Mancha	8.124.573	Albacete	8.057.915
		Ciudad Real	59.616
		Cuenca	7.042
		Guadalajara	0
		Toledo	0
Castilla y León	2.498.926	León	2.398.793
		Zamora	48.626
		Soria	24.594
		Valladolid	24.192
		Burgos	2.722
		Ávila	0
		Palencia	0
		Salamanca	0
		Segovia	0

Cuadro 2.11 (2/2)

Pérdidas económicas por terremotos en el periodo 1987-2001 por comunidades autónomas y provincias, estimadas según la relación entre los resultados del programa SES-2002 y los datos de indemnizaciones del CCS

Pérdidas por Comunidad autónoma (€)		Pérdidas por provincia (€ de 2002)	
País Vasco	1.943.932	Guipúzcoa	1.890.269
		Álava	27.718
		Vizcaya	25.946
Navarra	1.802.229	Navarra	1.802.229
Asturias	1.088.472	Oviedo	1.088.472
Canarias	1.081.575	S. C. de Tenerife	1.042.185
		Palmas (Las)	39.389
Madrid	595.617	Madrid	595.617
Baleares	237.380	Baleares	237.380
Aragón	43.970	Teruel	36.742
		Huesca	7.227
		Zaragoza	0
Cantabria	7.688	Santander	7.688
Extremadura	2.404	Badajoz	2.404
		Cáceres	0
La Rioja	0	Logroño	0
Ceuta	0	Ceuta	0
Melilla	0	Melilla	0
TOTAL TERRITORIO NACIONAL			203.480.480

2.3. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR TERREMOTOS EN EL PERIODO 2004-2033

La estimación de las pérdidas por terremotos en España para el periodo 2004-2033 se ha realizado aplicando la siguiente metodología:

1. Se han considerado los terremotos del período 1900 - 2001 como serie histórica representativa a los efectos de este análisis.
2. Se ha elegido el municipio como unidad territorial. Se ha calculado el número de terremotos de cada intensidad que ha afectado a cada municipio en el periodo considerado (1900 - 2001).
3. Se han calculado las pérdidas correspondientes a cada grado de intensidad a partir de los métodos descritos para el cálculo de pérdidas del período 1987 - 2001.
4. Se ha calculado el número de terremotos que afectarán a cada municipio en el periodo 2004-2033, en función de su intensidad y en la hipótesis de que la sismicidad registrada en el período 1900 - 2001 se mantendrá uniforme a lo largo de los próximos años, obteniendo así la correspondiente a los próximos 30 años (2004 - 2033).
5. Se han calculado las pérdidas por municipio para los próximos 30 años, considerando población y datos económicos.
6. Finalmente se han estimado las pérdidas potenciales en España para el periodo 2004-2033, de acuerdo con la metodología considerada.

2.3.1. SELECCIÓN DE LA SERIE HISTÓRICA SÍSMICA REPRESENTATIVA

Se ha seleccionado el periodo 1900-2001 dado que el registro de terremotos en este intervalo presenta una mayor completitud y homogeneidad que en años anteriores. De todos los terremotos ocurridos entre 1900 y 2001 se han analizado aquellos con capacidad de producir daños, esto es, con intensidad \geq VI y/o magnitud \geq 4.0. La relación de terremotos se ha obtenido a partir del Catálogo Sísmico del Instituto Geográfico Nacional. En total se han estudiado 359 terremotos cuyos datos se recogen en el Anexo 2. En el Tomo 2 se incluyen los mapas de los epicentros de los terremotos seleccionados, así como el mapa de máximas intensidades sentidas en cada municipio:

- **Mapa de epicentros de terremotos con intensidad $I \geq$ VI y/o magnitud $M \geq$ 4.0 en el periodo 1900-2001 (359 terremotos).**
- **Mapa de epicentros de terremotos con intensidad $I \geq$ VI en el periodo 1900-2001 (177 terremotos con intensidad asignada por el IGN).**
- **Mapa de intensidades máximas de terremotos con intensidad $I \geq$ VI en el periodo 1900-2001 (177 terremotos con intensidad asignada por el IGN).**

En el Cuadro 2.12 se muestra la distribución por intensidades de los terremotos del periodo 1900-2001. Algunos de los 177 sismos con intensidad \geq VI asignada por el IGN han tenido su epicentro fuera de España, aspecto que se ha considerado a la hora de asignar la intensidad máxima sentida en territorio español.

Cuadro 2.12
Número de terremotos considerados en el análisis (1900-2001)

Intensidad	Número de terremotos		
	I ≥ VI (1)	I ≥ VI (2)	I ≥ VI y/o mb ≥ 4.0 (3)
VI	113	114	265
VII	41	42	71
VIII	21	19	21
IX	2	0	2
Número de terremotos	177	175	359

(1) Intensidad máxima epicentral

(2) Intensidad máxima sentida en territorio español

(3) Incluyendo también los terremotos de magnitud ≥ 4.0 sin intensidad asignada en el Catálogo Sísmico, para los que se ha estimado un valor de intensidad a partir de la magnitud

Los dos terremotos de intensidad máxima IX con epicentros fuera de España (Cuadro 2.12), llegaron a afectar a municipios españoles con intensidades de VI ó VII, valores estos últimos que han sido considerados en el análisis; ningún municipio ha sido afectado en el periodo 1900-2001 por intensidades superiores a VIII.

En el Cuadro 2.12 se han incluido también los terremotos con magnitud igual o mayor que 4.0 y con intensidad $< VI$ o sin intensidad asignada en el Catálogo Sísmico; para estos terremotos (182 en total) se ha estimado su intensidad según las expresiones de correlación entre magnitud e intensidad.

Entre los terremotos de $I \geq V$ y/o $mb \geq 4.0$ hay 2 terremotos más de intensidad IX y dos más de intensidad VIII que en la columna correspondiente a $I \geq VI$ del Cuadro 2.12. En el Cuadro 2.13 se indican estos terremotos. En el caso del terremoto de Dúrcal, de 1954, la baja intensidad registrada a pesar de su elevada magnitud fue debida a su gran profundidad. Por el hecho de que la ley de correlación magnitud-intensidad es aplicable a terremotos poco profundos, se puede justificar que la

intensidad sea muy superior a la real.

Cuadro 2.13

Terremoto	Magnitud (Catálogo Sísmico IGN)	Intensidad (Catálogo Sísmico IGN)	Intensidad calculada a partir de la magnitud
Dúrcal (1954)	7,0	V	IX
W Peñón Alhucemas, Marruecos (1994)	5,7	V	IX
Cártama (1976)	5,4	IV	VIII
Entre Tenerife y Gran Canaria (1989)	5,2	V	VIII

2.3.2. DISTRIBUCIÓN DE LA SISMICIDAD

Una vez representadas sobre el mapa de España las áreas afectadas por diferentes intensidades para cada terremoto, a partir del tratamiento de la información mediante el Sistema de Información Geográfica *Arcview* se ha obtenido la relación de municipios afectados por los terremotos a lo largo del periodo 1900-2001.

El proceso de análisis ha permitido calcular:

- Los municipios afectados por terremotos del periodo 1900-2001
- La intensidad sentida en cada municipio en función de cada terremoto
- El número de veces que un municipio ha sido afectado por terremotos de distinta intensidad
- El número de terremotos que han afectado a cada municipio y su distribución por intensidades (ver Apartado 2.1.2).

Este análisis se ha realizado para las siguientes hipótesis:

Hipótesis A: Considerando únicamente los terremotos de intensidad \geq VI (177 terremotos; ver Cuadro 2.12)

Hipótesis B: Considerando también los terremotos de magnitud \geq 4,0, y con intensidad $<$ VI o sin intensidad asignada (359 terremotos; ver Cuadro 2.12).

Para el primer caso, el número total de municipios afectados por terremotos es de 3.802, lo que supone casi la mitad de los municipios españoles (46,9%). En el Cuadro 2.14 se muestra un ejemplo de los resultados del análisis para los municipios de la provincia de Granada. En el Anexo 8 (Tomo 3) se presentan los resultados completos para todos los municipios.

Cuadro 2.14
Municipios de la provincia de Granada afectados por terremotos
en el periodo 1900-2001

Municipio	Código	Número de terremotos de diferente intensidad			
		IX	VIII	VII	VI
Alhendín	18014	-	3	8	22
Chimeneas	18061	-	3	8	19
Santa Fe	18175	-	3	9	19
Otura	18149	-	3	7	21
La Malaha	18126	-	3	8	20
Las Gabias	18905	-	3	8	19
Chauchina	18059	-	3	8	20
Padul	18150	-	2	8	23
Ventas de Huelma	18185	-	2	7	21
Alhama de Granada (El Romeral)	18013	-	2	6	18
Escuzar	18072	-	2	7	20
Albunuelas	18007	-	2	8	20
Dilar	18068	-	2	8	21
Agrón	18001	-	2	6	19
Atarfe	18022	-	2	9	19
Gojar	18084	-	2	8	19
La Zubia	18193	-	2	8	19
Arenas del Rey	18020	-	2	5	17
Granada	18087	-	2	8	19

2.3.3. CÁLCULO DEL NÚMERO DE TERREMOTOS EN LOS PRÓXIMOS 30 AÑOS

Se ha partido de la hipótesis de que el número de terremotos en los próximos 30 años será proporcional al registrado a lo largo del periodo seleccionado de 102 años (1900-2001). Por tanto, en los próximos 30 años es previsible la ocurrencia del

29,41% de los terremotos registrados en el citado periodo. Al no haberse producido en España ningún terremoto de intensidad superior a VIII a partir de 1900, esta hipótesis implicaría que los terremotos de intensidad igual o superior a IX no van a producirse en los próximos 30 años, lo que equivale a excluir los terremotos cuyo período de retorno sea superior a los 500 años, de acuerdo con los mapas de peligrosidad del IGN.

En el Cuadro 2.15 se incluye el número de terremotos de distinta intensidad que es previsible para los próximos 30 años. También se recoge en el citado Cuadro el número de terremotos previsible considerándose, además, los sismos con $I < VI$, ó no asignada y con magnitud ≥ 4.0 (en cuyo caso la intensidad ha sido estimada a partir de la magnitud).

Cuadro 2.15
Número de terremotos de distinta intensidad
previsibles en España para el periodo 2004-2033

Intensidad	Número de terremotos	
	Hipótesis A: Considerando los terremotos con intensidad $\geq VI$ asignada por el IGN	Hipótesis B: Considerando también los terremotos con $M \geq 4.0$ (con $I < VI$ o sin Intensidad asignada)
VI	34	78
VII	12	21
VIII	5	5
IX	0	0

2.3.4. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR TERREMOTOS PARA EL PERIODO 2004-2033

Las pérdidas que podrían ocasionar los terremotos de diferente intensidad se han calculado a partir de las correlaciones entre magnitud y pérdidas obtenidas en el Apartado 2.2.3. En el Cuadro 2.16 se presentan los resultados obtenidos en función de la intensidad de los terremotos. Así, conociendo el número de terremotos previsible de cada intensidad (Cuadro 2.15), se han calculado las pérdidas que éstos podrían ocasionar en los próximos 30 años.

Cuadro 2.16

Estimación de pérdidas para terremotos de diferente intensidad

Concepto	Pérdidas y daños según el grado de Intensidad		
	VI	VII	VIII
Área afectada (km ²)	425,96	766,92	1.511,55
Población afectada (nº de habitantes)	12.553	29.797	80.790
Pérdidas totales (millones €)	12,433	47,332	221,140
Pérdidas por unidad de superficie (€/km ²)	18.031	49.508	141.279
Pérdidas por habitante (€/hab)	785	1.465	2.803
Edificios destruidos (nº)	-	1	22
Edificios dañados (nº)	1.323	3.225	9.018

En el Cuadro 2.17 se muestran las pérdidas económicas totales estimadas para los próximos 30 años en España, en función de las pérdidas por terremoto de cada intensidad y del número de terremotos previsible.

Cuadro 2.17

Pérdidas totales estimadas por terremotos en España para el periodo 2004-2033

Intensidad	Pérdidas por terremoto (mill. euros)	Hipótesis A		Hipótesis B	
		Nº terremotos previsibles	Pérdidas totales (mill. euros)	Nº terremotos previsibles	Pérdidas totales (mill. euros)
VI	12,433	34	422,72	78	969,77
VII	47,332	12	567,98	21	993,97
VIII	221,140	5	1.105,70	5	1.105,70
TOTAL		51	2.096,40	104	3.069,44

En función de los anteriores resultados se llega a las siguientes conclusiones:

- Las pérdidas económicas totales estimadas por terremotos para los próximos 30 años superan los 2.000 millones de euros (**2.096,40 millones de euros**, valor correspondiente a euros de 2002), según el análisis realizado considerando la sismicidad sentida en el territorio español con intensidad \geq VI durante el periodo 1900-2001 (hipótesis A).
- Si además se tienen en cuenta los terremotos del periodo 1900-2001 con magnitud \geq 4.0 (hipótesis B) se obtienen unas pérdidas totales superiores a los 3.000 millones de euros (3.069,44 millones de euros), repartidas entre 4.962 municipios afectados.

2.3.5. DISTRIBUCIÓN DE LAS PÉRDIDAS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS, PROVINCIAS Y MUNICIPIOS

Los datos de pérdidas estimados para los próximos 30 años pueden distribuirse según municipios, provincias y comunidades autónomas en función del número de

terremotos de diferente intensidad previsible en cada uno de ellos para el periodo 2004-2033. Este análisis se ha realizado para la hipótesis A (Cuadro 2.17). El método aplicado ha consistido en:

- Cálculo del **número de terremotos** de diferente intensidad que podrían afectar a cada municipio en el periodo 2004-2033, en función del número de terremotos previsible en España para los próximos 30 años y de los datos disponibles sobre la sismicidad registrada por los distintos municipios en los últimos 102 años (número de terremotos ocurridos en cada municipio en el periodo 1900-2001; ver ejemplo del Cuadro 2.14). En el Cuadro 2.18 se muestra el número de terremotos previsible de distinta intensidad para los próximos 30 años en los 19 municipios con mayor actividad sísmica en la provincia de Granada.
- Cálculo de las **pérdidas estimadas en cada municipio**. El proceso seguido se describe a continuación:

Se calculan las pérdidas potenciales por municipio que resultarían de la actividad sísmica estimada para esta unidad territorial, considerando el número de veces que puede ser afectado por terremotos de diferente intensidad (ejemplo del Cuadro 2.18) y las pérdidas totales calculadas para terremotos de diferente intensidad (Cuadro 2.16). Así, las pérdidas son proporcionales al número de terremotos previsible en cada municipio, sin tener en cuenta, en principio, su número de habitantes ni sus índices económicos.

A continuación se lleva a cabo una corrección de las pérdidas por municipio en función de su número de habitantes, referido a la media nacional (el número de habitantes puede considerarse un indicador tanto del tamaño del municipio como del número de viviendas que existen, así como una primera aproximación a la actividad económica, industrial, etc., del mismo). Para ello se han multiplicado las pérdidas calculadas para cada municipio por su número de

habitantes, y el resultado se ha dividido por la media de habitantes calculada para los 3.802 municipios afectados por terremotos.

Las pérdidas generadas dependerán también de la actividad y nivel económico de los municipios. Para considerar este aspecto, se han tomado los índices económicos disponibles para los municipios de más de 1.000 habitantes publicados en los anuarios de La Caixa (2002). El índice, variable entre 1 y 10, es función del conjunto de la actividad económica del municipio, teniendo además una correlación directa con su renta per cápita. Se ha aplicado dicho índice para ajustar las pérdidas que puede sufrir un municipio por terremotos. Para ello se han multiplicado las pérdidas (una vez ajustadas por población) por el índice económico, y el resultado se ha dividido por el valor medio del índice. A los municipios de menos de 1.000 habitantes se les ha asignado un índice análogo al de los municipios vecinos de más de 1.000 habitantes.

Una vez llevados a cabo los cálculos expuestos se han obtenido las pérdidas potenciales para los próximos 30 años para cada uno de los municipios afectados por terremotos, ajustadas según la población del municipio y el nivel económico del mismo. La integración de estos resultados permite llevar a cabo la estimación de pérdidas por provincias y comunidades autónomas.

En el Cuadro 2.18 se presentan las pérdidas potenciales para algunos municipios de la provincia de Granada para los próximos 30 años, incluyendo también el número de terremotos previsible. El Cuadro 2.19 incluye los municipios españoles con pérdidas estimadas superiores a los 10 millones de euros, de acuerdo con la hipótesis A (ver Cuadro 2.15).

En el Tomo 2 del presente trabajo se presenta el mapa de pérdidas estimadas para el periodo 2004-2033 por municipios, según la población y nivel económico de los mismos, y el mapa de pérdidas estimadas por habitante:

- **Mapa de pérdidas estimadas por terremotos para el periodo 2004-2033**
- **Mapa de pérdidas estimadas por terremotos por habitante para el periodo 2004-2033.**
- **Mapa de pérdidas estimadas por terremotos por provincias en el periodo 2004-2033 (por provincias).**

En el Cuadro 2.20 se muestran las pérdidas estimadas para los próximos 30 años agrupadas por provincias y comunidades autónomas.

Cuadro 2.18
Número de terremotos y pérdidas estimadas en municipios de la provincia de Granada para los próximos 30 años⁽¹⁾

Municipio	Código del municipio	Número de terremotos			Pérdidas (millones de euros)
		VIII	VII	VI	
Alhendin	18014	0,88	2,35	6,47	4,39
Chimeneas	18061	0,88	2,35	5,59	1,24
Santa Fe	18175	0,88	2,65	5,59	12,50
Otura	18149	0,88	2,06	6,18	4,91
La Malaha	18126	0,88	2,35	5,88	1,57
Las Gabias	18905	0,88	2,35	5,59	10,06
Chauchina	18059	0,88	2,35	5,88	4,11
Padul	18150	0,59	2,35	6,76	5,41
Ventas de Huelma	18185	0,59	2,06	6,18	0,47
Alhama de Granada	18013	0,59	1,76	5,29	4,06
Escuzar	18072	0,59	2,06	5,88	0,60
Albunuelas	18007	0,59	2,35	5,88	0,76
Dilar	18068	0,59	2,35	6,18	1,17
Agron	18001	0,59	1,76	5,59	0,25
Atarfe	18022	0,59	0,59	2,65	8,55
Gojar	18084	0,59	2,35	5,59	3,26
La Zubia	18193	0,59	2,35	5,59	11,45
Arenas del Rey	18020	0,59	1,47	5,00	1,28
Granada	18087	0,59	2,35	5,59	211,59

(1) Las pérdidas se refieren a la Hipótesis A (Cuadro 2.15)

Cuadro 2.19

Relación de municipios con pérdidas estimadas superiores a los 10 millones de euros para los próximos 30 años⁽¹⁾

Código	Municipio	Pérdidas (euros)
30030	Murcia	402.879.130
18087	Granada	211.591.760
14021	Córdoba	88.028.508
3065	Elche	64.889.870
23050	Jaén	38.211.538
30027	Molina de Segura	36.458.494
29067	Málaga	27.597.628
3099	Orihuela	26.451.617
30005	Alcantarilla	24.500.418
8019	Barcelona	23.938.917
18140	Motril	21.019.298
11020	Jerez de la Frontera	19.331.969
3014	Alicante	17.886.282
3133	Torrevecija	17.869.875
29094	Velez-Málaga	15.703.747
23055	Linares	15.552.167
35016	Las Palmas de Gran Canaria	14.265.097
18158	Pinos-Puente	13.208.369
18175	Santa Fe	12.498.003
18127	Maracena	12.185.858
30038	Las Torres de Cotillas	11.920.626
18003	Albolote	11.668.398
18193	La Zubia	11.453.111
18021	Armillá	11.291.510
30009	Archena	11.085.398
30901	Santomera	10.613.752
18102	Illora	10.196.761
18905	Las Gabias	10.061.692
23005	Andujar	10.036.696

(1) Las pérdidas se refieren a la Hipótesis A (Cuadro 2.15)

Cuadro 2.20 (1/2)

Pérdidas estimadas por terremotos por provincias y comunidades autónomas para los próximos 30 años⁽¹⁾

Pérdidas por Comunidad Autónoma (€)		Pérdidas por provincia (€)	
Andalucía	1.003.538.955	Granada	522.977.064
		Córdoba	162.326.345
		Jaén	130.404.418
		Málaga	78.880.862
		Almería	49.374.702
		Cádiz	40.263.953
		Sevilla	15.066.558
		Huelva	4.245.054
Murcia	601.313.168	Murcia	601.313.168
Comunidad Valenciana	213.506.670	Alicante	206.687.525
		Valencia	6.819.146
		Castellón	0
Cataluña	69.784.322	Barcelona	61.468.596
		Lérida	5.739.675
		Gerona	2.576.051
		Tarragona	0
Galicia	49.469.614	Coruña	25.247.364
		Pontevedra	17.062.222
		Lugo	6.628.495
		Orense	531.533
Canarias	45.620.939	Palmas de G. C.	30.105.939
		S. C. de Tenerife	15.515.000
Aragón	30.404.614	Huesca	16.085.122
		Zaragoza	14.250.038
		Teruel	69.455
Cantabria	18.405.304	Santander	18.405.304
Navarra	13.634.630	Navarra	13.634.630
Extremadura	12.949.389	Badajoz	9.982.389
		Cáceres	2.967.000
La Rioja	10.744.502	Logroño	10.744.502

(1) Las pérdidas se refieren a la Hipótesis A (Cuadro 2.15)

Cuadro 2.20 (2/2)
Pérdidas estimadas por terremotos por provincias y comunidades autónomas
para los próximos 30 años⁽¹⁾

Pérdidas por Comunidad Autónoma (€)		Pérdidas por provincia (€)	
Castilla y León	10.122.643	Soria	6.128.276
		Salamanca	1.826.689
		Burgos	818.305
		Zamora	716.089
		León	275.980
		Ávila	250.588
		Palencia	75.487
		Segovia	31.228
		Valladolid	0
País vasco	7.430.839	Vizcaya	7.143.812
		Álava	287.027
		Guipúzcoa	0
Castilla – La Mancha	3.880.150	Albacete	1.555.881
		Ciudad real	1.382.246
		Toledo	675.902
		Cuenca	236.649
		Guadalajara	29.472
Ceuta	2.874.421	Ceuta	2.874.421
Asturias	2.146.563	Oviedo	2.146.563
Melilla	376.096	Melilla	376.096
Islas Baleares	197.180	Islas Baleares	197.180
Madrid	0	Madrid	0
TOTAL TERRITORIO NACIONAL			2.096.400.000

(1) Las pérdidas se refieren a la Hipótesis A (Cuadro 2.15)

Con la finalidad de relacionar las pérdidas totales estimadas para cada municipio con su nivel de desarrollo económico, se han obtenido **los índices de pérdidas relativas**. Partiendo de los índices de nivel económico de cada municipio (La Caixa, 2002), a los cuales se asocian valores de renta per cápita, y teniendo en cuenta el

número de habitantes de cada uno de ellos, se ha obtenido la renta correspondiente a cada municipio. Esta renta municipal se ha comparado con las pérdidas por terremotos previstas para el periodo 2004-2033, obteniendo así un índice de pérdidas relativas o porcentaje de la renta de cada municipio que supondrían las pérdidas por terremotos en el periodo de estudio. En esta comparación no se ha tenido en cuenta la variación de precios al consumo, ni de las rentas ni de las pérdidas para los próximos 30 años, de manera que ambos parámetros sean comparables.

En el Cuadro 2.21 se incluye un listado, a modo de ejemplo, con las pérdidas totales (ajustadas por población y nivel económico del municipio) y el valor porcentual de pérdidas relativas de los municipios de la provincia de Álava para los próximos 30 años. Los datos completos para todos los municipios se presentan en el Anexo 9.

Cuadro 2.21

Pérdidas estimadas por terremotos en los municipios de la provincia de Álava para los próximos 30 años

Nombre	Nº Ident.	Nº Hab.	Nivel económico	Renta media por habitante (€)	Renta Municipio (€)	Pérdidas Totales calculadas (€)	% Pérdidas relativas por municipio
Amurrio	1002	9.460	7	11.075	104.769.500	64.143	0,0612
Artziniega	1004	1.336	7	11.075	14.796.200	18.117	0,1224
Ayala	1010	2.117	7	11.075	23.445.775	28.709	0,1224
Laguardia (Laserna)	1031	1.401	9	13.000	18.213.000	11.151	0,0612
Lanciego	1032	631	7	11.075	6.988.325	4.278	0,0612
Llodio	1036	18.931	7	11.075	209.660.825	128.361	0,0612
Moreda de Álava	1039	261	7	11.075	2.890.575	1.770	0,0612
Okondo	1042	876	7	11.075	9.701.700	5.940	0,0612
Oion	1043	2.464	8	12.000	29.568.000	18.103	0,0612
Valdegovia	1055	952	7	11.075	10.543.400	6.455	0,0612



3. RIESGOS POR INUNDACIONES

3.1. ESTUDIO DE LAS INUNDACIONES

El estudio de las inundaciones ha partido de la recopilación de una gran cantidad de información sobre las inundaciones ocurridas en España a lo largo de la historia, que ha constituido la documentación básica para la evaluación de las pérdidas producidas en los últimos años y para la estimación de las pérdidas potenciales para las tres próximas décadas.

3.1.1. RECOPIACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información se ha obtenido a partir de las siguientes fuentes:

- Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos del IGME, realizado en 1988. Dicho catálogo recopila en fichas descriptivas las inundaciones, además de terremotos y movimientos de ladera, ocurridas en España desde la antigüedad hasta el año 1987. En total, hay registradas 206 inundaciones, que corresponden en su mayoría al periodo comprendido entre 1950 y 1986.
- Dirección General de Protección Civil (Ministerio del Interior):
 - Publicaciones sobre avenidas ocurridas en las distintas cuencas hidrográficas españolas. Cabe destacar el Mapa de Riesgo Potencial por Inundaciones Históricas (CEDEX, 1988), en el que se sectorizan los ríos y ramblas de la península en función de su riesgo potencial por inundación. En la memoria de este mapa aparece recopilado un amplio registro de inundaciones históricas.
 - Informes sobre las pérdidas ocasionadas por inundaciones amparadas por Reales Decretos. Estos informes son remitidos a Protección Civil por las

Delegaciones Provinciales, recogiendo las pérdidas declaradas por las inundaciones que serán amparadas por Reales Decretos. Los ayuntamientos afectados remiten a la Delegación Provincial los daños declarados en sus municipios correspondientes. La Delegación Provincial los revisa y prepara un nuevo informe que remite a Protección Civil. A partir de estos informes, Protección Civil da las recomendaciones necesarias para la elaboración de un Real Decreto con el que paliar los daños producidos.

- Noticias de prensa de los últimos años. Mediante un contrato con la Agencia EFE, se han recopilado todos los teletipos de esta agencia referidos a inundaciones ocurridas entre 1987 y 2002.
- Consorcio de Compensación de Seguros. Se han recopilado los datos sobre las cuantías pagadas por inundación.

3.1.2. BASE DE DATOS

Se ha creado una base de datos tipo Access en la cual se recoge toda la información recopilada, tales como fecha de ocurrencia de las inundaciones, municipios afectados, duración, río/rambla, cuenca hidrográfica, causas, frecuencia, superficie afectada, caudal, precipitación, etc. Dicha base de datos se compone de una serie de tablas, en las que se almacena la información. Las tablas utilizadas son:

- Tabla de eventos. Se recoge el tipo de evento (inundación, terremoto o movimiento de ladera) y la fecha en que ocurrió (en caso de durar varios días, la fecha de inicio).
- Tabla de Inundación. Incluye una serie de campos relacionados con las características de las inundaciones registradas. Los aspectos que recogen son:

- Duración de la inundación
 - Frecuencia
 - Causas
 - Cuenca hidrográfica en la que se produjo
 - Ríos, ramblas y/o barrancos afectados
 - Altura máxima del nivel de agua (m) y lugar de medición
 - Caudal máximo (m^3/s) y lugar de medición
 - Precipitación máxima (l/m^2) y lugar de medición
 - Caudal específico ($l/s/km^2$) y lugar de medición
 - Superficie afectada (km^2)
 - Observaciones que no pueden ser incluidas en los anteriores campos.
-
- Tablas de municipios afectados. Se registran los municipios afectados y la provincia y comunidad autónoma a la que pertenecen.
 - Tablas de daños. Se describen los daños ocasionados por la inundación: a personas, animales, en edificios, en infraestructuras, vehículos, referidos a los usos del suelo y daños indirectos.
 - Tablas de pérdidas económicas. Se recoge la valoración de pérdidas económicas producidas por la inundación, y la fuente de procedencia de los datos.
 - Tabla de fuentes documentales. En esta tabla se recopilan las fuentes de procedencia de la información para cada inundación registrada.

En total se han registrado 2.534 inundaciones en la base de datos, de las cuales 217 corresponden al periodo 1987-2002. Del resto de registros, 504 corresponden al periodo 1950-1986, 478 al periodo 1900-1949 y 532 corresponden al siglo XIX (1800-1899). Para las inundaciones restantes, correspondientes a fechas anteriores,

no ha sido posible completar la información básica, dada la falta de datos. Debe considerarse que el registro histórico de las inundaciones antiguas es incompleto.

La base de datos realizada constituye un elemento básico y necesario para la evaluación y estimación de las pérdidas por inundaciones en España, resultando indispensable a la hora de tratar dicha información con sistemas de información geográfica (SIG), que permiten su representación espacial. En el Cuadro 3.1 se presenta un ejemplo de consulta que puede realizarse en la base de datos.

Cuadro 3.1
Municipios afectados por inundaciones en la Región de Murcia y
número de inundaciones ocurridas en el periodo 1987-2002

Municipios	Número de Inundaciones
Murcia	5
Lorca	4
Cartagena	4
Águilas	4
Los Alcázares	3
Mazarrón	3
Cehegín	2
Jumilla	2
Molina de Segura	2
Mula	2
Fuente Álamo de Murcia	2
Torre-Pacheco	1
Puerto Lumbreras	1
San Javier	1
Caravaca de la Cruz	1
Calasparra	1
Bullas	1
Beniel	1
San Pedro del Pinatar	1

3.2. PÉRDIDAS POR INUNDACIONES EN EL PERIODO 1987-2002

En este apartado se expone la metodología seguida para la evaluación de las pérdidas que han ocasionado las inundaciones en España en el periodo 1987-2002.

3.2.1. DATOS DISPONIBLES

Los datos sobre **pérdidas económicas** por inundaciones que se han utilizado se han obtenido principalmente de las siguientes fuentes:

- Noticias de prensa sobre inundaciones (Agencia EFE y otros): definición temporal de los eventos correspondientes al periodo 1987-2002, descripción de cada uno de ellos y, en algunos casos, datos sobre las pérdidas declaradas.
- Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos (IGME, 1988): descripción de eventos para el periodo 1950-1986 y, en algunos casos, las pérdidas declaradas.
- Consorcio de Compensación de Seguros: cuantías pagadas por daños causados por inundación. Para el periodo 1995-2002, los pagos están referidos a inundaciones concretas, distribuidos por provincias y municipios. Así, se pueden consultar las cantidades globales pagadas por evento y la distribución de las cuantías por provincias y municipios. Para el periodo 1987-1994 los pagos aparecen distribuidas por año y por provincias, sin referencia a los eventos concretos ocurridos en el año. La distribución de estas cuantías se realiza en función de los siguientes sectores, denominados por el CCS como clases de riesgo:

1. Viviendas y comunidades de propietarios
 2. Oficinas
 3. Comercios, almacenes y resto de riesgos
 4. Industriales
 5. Vehículos automóviles
 6. Obras Civiles.
- Reales Decretos e Informes asociados a los mismos sobre los daños declarados por inundaciones a escala provincial. Para la elaboración de los Reales Decretos en los que el Estado informa de las ayudas que aportará para reducir los daños por inundaciones, se tienen en cuenta las valoraciones económicas que cada Delegación Provincial remite a la Dirección General de Protección Civil. A partir de estos informes, se han podido definir las pérdidas económicas asociadas a gran número de eventos, sobre todo para el periodo 1994-2002.

Los daños que se declaran en estos informes se recogen en los siguientes sectores:

1. Infraestructuras y edificios de titularidad municipal, como vías y calles, alumbrado público, mobiliario urbano, edificios municipales, etc.
2. Infraestructuras y edificios de titularidad provincial o de las comunidades autónomas. Es el caso, por ejemplo, de carreteras o vías férreas que no están a cargo del Ministerio de Fomento.
3. Propiedades privadas a nombre de particulares, generalmente viviendas, vehículos y enseres.
4. Propiedades privadas a nombre de empresas no referentes a la actividad agrícola y/o ganadera, como comercios, oficinas e industrias.
5. Sector agrícola y ganadero. Es el caso, por ejemplo de las cosechas o de las infraestructuras relacionadas.

6. Infraestructuras a cargo del Ministerio de Medio Ambiente, como vías y caminos forestales.
7. Infraestructuras a cargo de las Confederaciones Hidrográficas.
8. Infraestructuras a cargo del Ministerio de Fomento. En este sector se recogen gran parte de las autovías y carreteras del territorio nacional, aeropuertos, así como las infraestructuras a cargo de RENFE.
9. Infraestructuras y edificios a cargo del Ministerio de Sanidad, como son los hospitales y centros de salud.
10. Infraestructuras y edificios a cargo del Ministerio de Educación y Cultura, como Universidades, Institutos, Colegios, así como el patrimonio histórico y artístico.
11. Infraestructuras y edificios a cargo del Ministerio del interior, como los cuarteles de la Guardia Civil o de los puestos y barreras fronterizas.

Con respecto a los **datos socioeconómicos** necesarios para evaluar la incidencia de las inundaciones en el territorio nacional se han considerado:

- Datos socioeconómicos correspondientes a los municipios españoles, obtenidos del Anuario Económico de España (La Caixa, 2002).
- Variaciones del IPC durante los años considerados en el estudio (Instituto Nacional de Estadística).

Para la representación espacial de los datos y la realización de los mapas correspondientes se han empleado:

- Mapas SIG básicos: mapa de provincias, municipios, ríos, etc.

- Mapa de Riesgo Potencial por Inundaciones Históricas (CEDEX, 1988). Este mapa se ha actualizado para este estudio a partir de la información propia recopilada para el periodo 1987-2002.

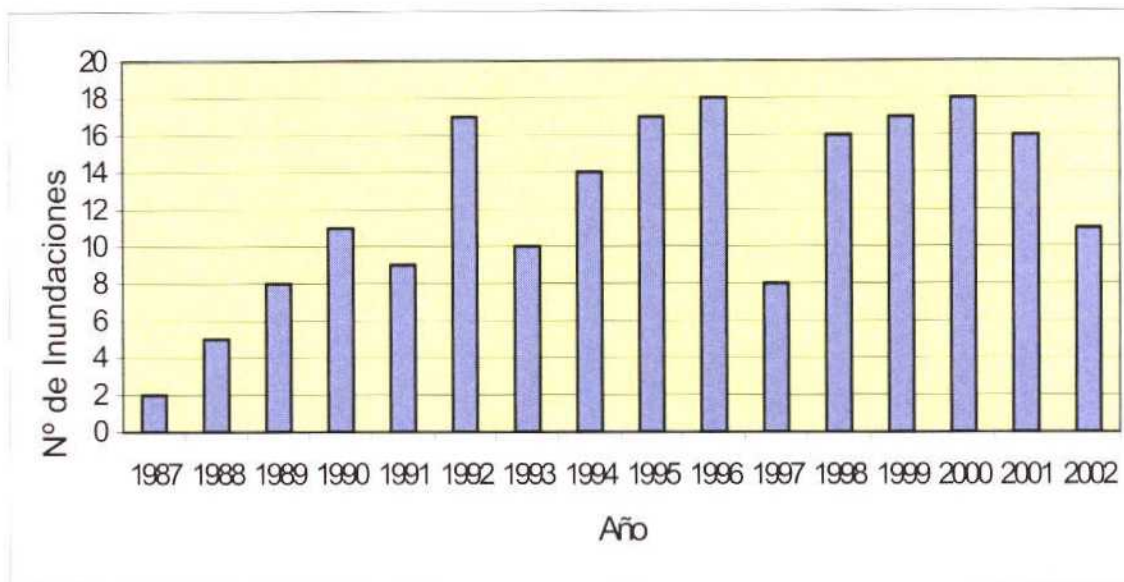
Toda la información cartográfica y los mapas resultantes han sido elaborados mediante Sistemas de Información Geográfica.

3.2.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INUNDACIONES PARA EL PERIODO 1987-2002

En primer lugar se ha definido el número de inundaciones (eventos) ocurridas en este periodo y las características temporales y espaciales de cada una de ellas. También ha sido necesario recopilar la información, para cada evento, sobre las características físicas de la inundación y los daños provocados. De esta forma, se ha contado con información detallada sobre 217 inundaciones para el periodo de estudio, de las que 48 cuentan con información específica sobre pérdidas económicas. En la Figura 3.1 se muestra el número de inundaciones por año.

La información disponible se ha representado en un mapa que muestra los municipios afectados por inundaciones y el número de inundaciones que ha sufrido cada uno de ellos: **Mapa de municipios afectados por inundaciones (periodo 1987-2002)** (Tomo 2).

Figura 3.1
Número de inundaciones seleccionadas para el periodo 1987-2002



La mayor parte de la información disponible referida a pérdidas económicas por inundaciones se ha obtenido de la consulta de los Reales Decretos y de los informes asociados a los mismos, realizados por la Dirección General de Protección Civil, que incluyen datos de pérdidas distribuidos por provincias para un periodo de tiempo determinado (los Reales Decretos se refieren a una única inundación o a varias ocurridas en el periodo de tiempo determinado). Las pérdidas corresponden siempre a daños materiales; no se tienen en cuenta en las valoraciones los daños sociales (a personas) ni los daños indirectos.

Para aquellas inundaciones ocurridas en el periodo 1987 - 2002 no reflejadas en Reales Decretos, se han empleado otros criterios para la asignación de pérdidas económicas, partiendo de las indemnizaciones pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros. En el Cuadro 3.2 se presentan los criterios empleados, cuya descripción se incluye a continuación.

Cuadro 3.2. Criterios seguidos en la estimación de pérdidas por provincias por inundaciones para el periodo 1987-2002

	Datos disponibles		Asignación de pérdidas	Método
Inundaciones incluidas en Reales Decretos	Pérdidas declaradas por provincias para un periodo de tiempo determinado (1995-2002)	El R. D. hace referencia a una única inundación (I)	Asignación directa de pérdidas por provincias	
		El R. D. engloba a más de una inundación (II)	Reparto de las pérdidas globales entre las provincias afectadas y para las distintas inundaciones ocurridas	Correlación entre las pérdidas por provincia declaradas en los R. D. y las cuantías pagadas por el CCS para cada evento y para cada provincia
		El R. D. no incluye alguna provincia en las que el CCS sí ha pagado indemnizaciones en el periodo de tiempo considerado en el R. D. (III)	Estimación de pérdidas por provincia a partir de la descripción de los efectos y daños causados por cada inundación	Elaboración de una "matriz de incidencia" en función de los efectos, daños e importancia de cada inundación
Inundaciones no incluidas en Reales Decretos	Cuantías pagadas por el CCS por evento, por provincias y años (1995-2002) (IV)		Estimación indirecta de pérdidas	Correlaciones generales entre cuantías pagadas por el CCS para cada inundación y los datos de pérdidas declaradas en los Reales Decretos
	Cuantías pagadas por el CCS por provincias y por años (sin considerar los eventos) (1987-1994) (V)		Distribución de las cuantías entre las diferentes inundaciones registradas, en función de la descripción de los daños ocasionados por cada una de ellas	

3.2.2.1. Inundaciones incluidas en Reales Decretos

- I. Cuando el Real Decreto hace referencia a una única inundación, la asignación de pérdidas por provincias es directa.

- II. Cuando el Real Decreto engloba a más de una inundación, se han repartido las pérdidas globales por provincia entre las distintas inundaciones ocurridas. Para ello se han establecido correlaciones entre las pérdidas por provincia declaradas en cada uno de los Reales Decretos y las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para cada evento y para cada provincia (para el periodo de tiempo considerado en el Real Decreto). Las pérdidas se han repartido proporcionalmente a las cuantías, obteniéndose de esta forma las pérdidas por evento. Esta correlación ha podido realizarse para el periodo 1995-2002 (para fechas anteriores no se dispone de los pagos del CCS referidos a eventos concretos).

En el Cuadro 3.3 se presenta un ejemplo de distribución de las pérdidas por provincia declaradas en un Real Decreto (correspondiente a un determinado periodo de tiempo) entre los distintos eventos ocurridos en el periodo de tiempo considerado. Por un lado, se tienen las pérdidas por provincias declaradas en los informes que acompañan al Real Decreto (columna 1), y por otro las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros en esas provincias para los eventos de inundación que entran dentro del periodo de actuación del Real Decreto (columna 3). La distribución de pérdidas por evento se realiza proporcionalmente en función de la relación (porcentaje) entre lo pagado en cada provincia por el CCS para dichos eventos y las pérdidas declaradas en los R.D.

Así, mediante la información disponible en los informes asociados a los Reales Decretos, se han asignado pérdidas a un gran número de inundaciones de las que no existía este tipo de información.

Cuadro 3.3 (1/3)

Distribución por provincias de las pérdidas económicas declaradas en los informes del Real Decreto 06/01 entre los diferentes eventos que se incluyen en él

Provincia	(1) Pérdidas declaradas en los R.D. (Euros)	Eventos incluidos en el Real Decreto (*)	Cuantías pagadas por el CCS (Euros)		% (**)	Distribución de pérdidas (Euros)
			(2) Total	(3) Por evento		
Avila	795.156	Ev:100390	19.488	14.406	74	587.799
		Ev:100394		4.992	26	203.685
		Ev:100391		90	0	3.672
Burgos	3.542.518	Ev:100390	34.002	1.104	3	115.021
		Ev:100394		22.887	67	2.384.495
		Ev:100395		10.011	29	1.043.002
La Coruña	75.098.226	Ev:100344	7.111.126	1.492.454	21	15.761.308
		Ev:100390		3.631.378	51	38.349.770
		Ev:100393		114.818	2	1.212.555
		Ev:100394		1.860.279	26	19.645.785
		Ev:100395		3.779	0	39.909
León	546.962	Ev:100391	546.241	8.418	0	88.900
		Ev:100344		7.015	1	7.024
		Ev:100390		323.951	59	324.379
		Ev:100393		2.322	0	2.325
		Ev:100394		201.258	37	201.524
		Ev:100395		2.062	0	2.065
		Ev:100391		9.633	2	9.646

- (1) Pérdidas económicas para cada provincia declaradas en los informes del Real Decreto 06/01, que engloba las inundaciones ocurridas entre noviembre de 2000 y enero de 2001.
- (2) Cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para el periodo de tiempo considerado en el R.D. 06/01.
- (3) Cuantías pagadas por el Consorcio para cada uno de los evento de inundación englobados en el Real Decreto.
- (*) Este código corresponde al número de evento (inundación) en la base de datos realizada para este estudio.
- (**) Aunque por redondeo aparece el valor 0 en los casos en que el porcentaje de las cuantías pagadas por el CCS para un evento supone <1% del total declarado en el R.D. para la provincia, se han calculado las pérdidas correspondientes a ese pequeño porcentaje.

Cuadro 3.3 (2/3)

Distribución por provincias de las pérdidas económicas declaradas en los informes del Real Decreto 06/01 entre los diferentes eventos que se incluyen en él

Provincia	(1) Pérdidas declaradas en los R.D. (Euros)	Eventos incluidos en el Real Decreto (*)	Cuantías pagadas por el CCS (Euros)		% (**)	Distribución de pérdidas (Euros)
			(2) Total	(3) Por evento		
Lugo	48.659.206		2.490.087			
		Ev:100344		47.198	2	922.304
		Ev:100390		2.361.261	95	46.141.796
		Ev:100393		2.750	0	53.738
		Ev:100394		74.080	3	1.447.610
		Ev:100395		1.863	0	36.405
		Ev:100391	2.935	0	57.353	
Orense	28.261.690		2.457.543			
		Ev:100390		1.701.869	69	19.571.456
		Ev:100393		12.249	0	140.863
		Ev:100394		731.201	30	8.408.795
		Ev:100395		4.550	0	52.325
		Ev:100391	7.674	0	88.251	
Pontevedra	53.974.002		9.086.124			
		Ev:100344		152.613	2	906.562
		Ev:100390		6.568.037	72	39.015.893
		Ev:100393		40.461	0	240.349
		Ev:100394		2.229.965	25	13.246.587
		Ev:100395		22.790	0	135.379
		Ev:100391	72.258	1	429.232	
Salamanca	1.875.759		555.080			
		Ev:100390		514.475	93	1.738.544
		Ev:100393		1.630	0	5.508
		Ev:100394		35.127	6	118.703
		Ev:100391	3.848	1	13.003	

- (1) Pérdidas económicas para cada provincia declaradas en los informes del Real Decreto 06/01, que engloba las inundaciones ocurridas entre noviembre de 2000 y enero de 2001.
- (2) Cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para el periodo de tiempo considerado en el R.D. 06/01.
- (3) Cuantías pagadas por el Consorcio para cada uno de los eventos de inundación englobados en el Real Decreto.
- (*) Este código corresponde al número de evento (inundación) en la base de datos realizada para este estudio.
- (**) Aunque por redondeo aparece el valor 0 en los casos en que el porcentaje de las cuantías pagadas por el CCS para un evento supone <1% del total declarado en el R.D. para la provincia, se han calculado las pérdidas correspondientes a ese pequeño porcentaje.

Cuadro 3.3 (3/3)

Distribución por provincias de las pérdidas económicas declaradas en los informes del Real Decreto 06/01 entre los diferentes eventos que se incluyen en él

Provincia	(1) Pérdidas declaradas en los R.D. (Euros)	Eventos incluidos en el Real Decreto (*)	Cuantías pagadas por el CCS (Euros)		% (**)	Distribución de pérdidas (Euros)		
			(2) Total	(3) Por evento				
Segovia	161.071		2.041		100	161.071		
		Ev:100393		2.041				
Valladolid	44.846		22.326					
		Ev:100390		4.484			20	9.007
		Ev:100394		11.867			53	23.837
		Ev:100395		1.290			6	2.591
		Ev:100391	4.685	21	9.411			
Zamora	16.676.379		194.466					
		Ev:100390		155.017			80	13.293.441
		Ev:100394		3.697			2	317.035
		Ev:100395		7.182			4	615.890
		Ev:100391	28.570	15	2.450.013			

- (1) Pérdidas económicas para cada provincia declaradas en los informes del Real Decreto 06/01, que engloba las inundaciones ocurridas entre noviembre de 2000 y enero de 2001.
- (2) Cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para el periodo de tiempo considerado en el R.D. 06/01.
- (3) Cuantías pagadas por el Consorcio para cada uno de los eventos de inundación englobados en el Real Decreto.
- (*) Este código corresponde al número de evento (inundación) en la base de datos realizada para este estudio.
- (**) Aunque por redondeo aparece el valor 0 en los casos en que el porcentaje de las cuantías pagadas por el CCS para un evento supone <1% del total declarado en el R.D. para la provincia, se han calculado las pérdidas correspondientes a ese pequeño porcentaje.

III. En ocasiones, en los Reales Decretos no aparecen recogidas determinadas provincias para las que sí se han pagado indemnizaciones por parte del Consorcio de Compensación de Seguros para inundaciones ocurridas en el periodo de tiempo considerado en el Real Decreto. En estos casos, la asignación de pérdidas a estas provincias se ha realizado a partir de la descripción de los efectos y daños causados por la inundación. Para ello se ha elaborado una “matriz de incidencia” en función de la importancia dada a inundación en noticias de prensa y en función de los daños producidos (escasos, medios o graves). Se han definido 4 niveles con el fin de establecer unos factores que permitan estimar las pérdidas correspondientes a los daños:

FACTOR DE INCIDENCIA DE PÉRDIDAS POR INUNDACIONES		Daños ocasionados en la provincia		
		Escasos	Moderados	Graves
Noticias de prensa	Ninguna o escasas	1	2	3
	Sí	1	3	4

Los valores 1 al 4 se han asignado comparando las cuantías del Consorcio de Compensación de Seguros para las provincias no incluidas en el Real Decreto con las de otras provincias sí incluidas:

- Para el factor de incidencia 1, las pérdidas asignadas equivalen a las cuantías pagadas por el CCS.
- Para el factor de incidencia 2, las pérdidas son el 50% superiores (las cuantías pagadas por el CCS se multiplican por 1,5).
- Para el factor de incidencia 3, las pérdidas son el triple.
- Para el factor de incidencia 4, las cuantías del CCS se han multiplicado por 15 para asignar las pérdidas.

Así, se han multiplicado las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para cada provincia y cada inundación por el factor asignado a la inundación. En el Anexo 10 del Tomo 3 se incluyen los resultados de los cálculos realizados.

3.2.2.2. Inundaciones no incluidas en Reales Decretos

IV. Para las inundaciones ocurridas entre 1995 y 2002 no contempladas en Reales Decretos (ver Cuadro 3.2), no ha sido posible asignar las pérdidas a partir de los criterios descritos en los puntos anteriores.

En estos casos, se han analizado las correlaciones generales entre las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros para cada inundación y los respectivos datos de pérdidas disponibles en los Reales Decretos consultados para el desarrollo de los apartados anteriores, con el fin de encontrar parámetros de correlación aplicables de forma general.

Para ello, se ha representado gráficamente la relación entre ambas cantidades: pérdidas económicas declaradas en los informes de los Reales Decretos y cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros (Figura 3.2), pudiéndose estimarla proporción de pérdidas declaradas cubiertas por el CCS. En la Figura 3.2 se observan tres líneas de tendencia. Al analizar las descripciones de los eventos, cada una de estas líneas corresponde a un conjunto de inundaciones con características comunes:

1. **Inundaciones en zonas urbanas.** Aquellas inundaciones donde los daños se localizan fundamentalmente en cascos urbanos y para las que el Consorcio de Compensación de Seguros cubre una parte importante de las pérdidas totales. Corresponden a la línea de tendencia con menor pendiente ($y = 4,10x$, siendo $y =$ Pérdidas Totales y $x =$ Cuantías pagadas por el CCS).

2. **Inundaciones en zonas extra-urbanas.** Aquellas inundaciones donde los daños se han producido fundamentalmente en el sector agrícola y en infraestructuras comarcales, cubriendo el Consorcio de Compensación de Seguros una pequeña parte de las pérdidas ocasionadas. Corresponden a la línea de tendencia con mayor pendiente ($y = 36,57x$; $y = \text{Pérdidas Totales}$; $x = \text{Cuantías pagadas por el CCS}$).
3. **Inundaciones de tipo mixto.** Aquellas inundaciones donde se han dado daños tanto en medio urbano como extra-urbano. Corresponden a la línea de tendencia con pendiente media ($y = 11,77x$; $y = \text{Pérdidas Totales}$; $x = \text{Cuantías pagadas por el CCS}$).
4. Además de estos tres tipos, se ha tenido en cuenta un cuarto grupo que incluye las inundaciones en las que, debido a su poca importancia, las pérdidas totales han sido prácticamente cubiertas por el Consorcio de Compensación de Seguros ($y = x$; $y = \text{Pérdidas Totales}$, $x = \text{Cuantías pagadas por el CCS}$).

Mediante la aplicación de estas correlaciones, se han estimado las pérdidas para aquellas inundaciones no incluidas en Reales Decretos. En función del tipo de inundación, se ha multiplicado por un factor u otro la cuantía pagada por el CCS:

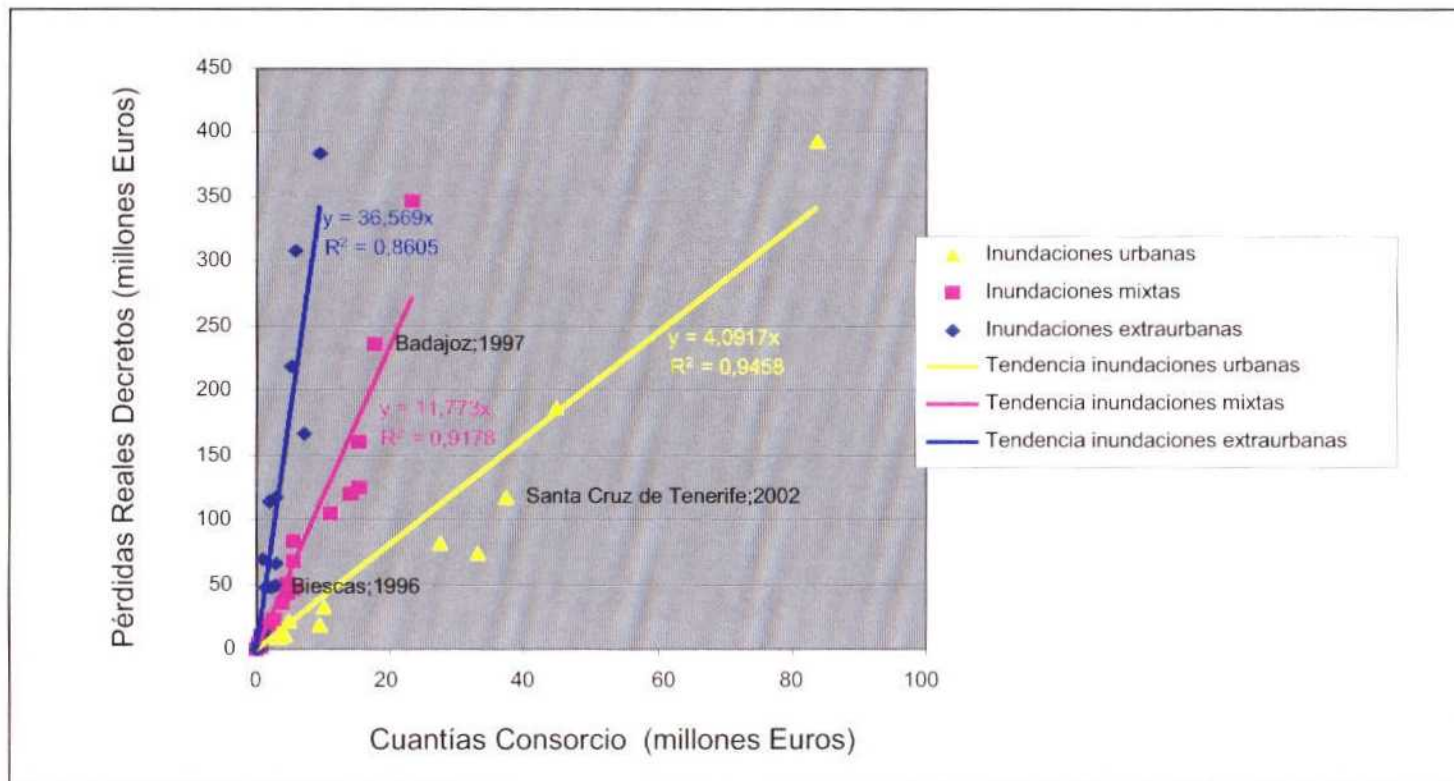
- Inundaciones de tipo 1: $\text{Pérdidas Totales} = 4,10 \times \text{Cuantías CCS}$
- Inundaciones de tipo 2: $\text{Pérdidas Totales} = 36,57 \times \text{Cuantías CCS}$
- Inundaciones de tipo 3: $\text{Pérdidas Totales} = 11,77 \times \text{Cuantías CCS}$
- Inundaciones de tipo 4: $\text{Pérdidas Totales} = \text{Cuantías CCS}$.

En el Cuadro 3.4 se refleja este procedimiento para la estimación de las pérdidas de varios eventos en función del tipo de inundación y de las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros. Al conocerse el tipo de inundación

correspondiente a cada evento (inundaciones en zonas urbanas, en zonas urbanas-extraurbanas, en zonas extraurbanas o inundaciones “poco importantes”) se han calculado las pérdidas totales y por provincias. Los resultados completos se presentan en el Anexo 10 (Tomo 3).

Figura 3.2

Comparación entre las pérdidas económicas por inundaciones declaradas en los Reales Decretos y las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros (periodo 1995-2002)



Cuadro 3.4 (1/3)

Estimación de las pérdidas económicas en función del tipo de inundación y de las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros

Nº de evento	Fecha	Tipo de inundación (*)	Provincias afectadas	Cuantías CCS (Euros)	Pérdidas estimadas (Euros)
100295	23/08/1995	1	TOTAL	3.013.046	12.353.489
			Barcelona	1.725.425	7.074.243
			Córdoba	919.046	3.768.089
			Jaén	74.746	306.459
			Albacete	69.488	284.901
			Cuenca	40.836	167.428
			Baleares	38.039	155.960
			Tarragona	32.879	134.804
			Sevilla	28.898	118.482
			Toledo	16.155	66.236
			Granada	11.728	48.085
			Almería	9.448	38.737
			Valencia	9.443	38.716
			Madrid	7.900	32.390
			Ciudad Real	7.249	29.721
			Huelva	5.658	23.198
			Alicante	5.186	21.263
			Zaragoza	4.283	17.560
			Lleida	2.032	8.331
Vizcaya	1.762	7.224			
Cádiz	1.663	6.818			
100347	12/03/1996	4	TOTAL	29.683	29.683
			Málaga	22.221	22.221
			Huelva	4.664	4.664
			S. C. Tenerife	1.550	1.550
			Barcelona	665	665
			Cádiz	583	583
100334	31/12/1998	2	TOTAL	42.026	1.533.949
			Málaga	14.750	538.375
			Valencia	6.768	247.026
			Cádiz	5.473	199.755
			Sevilla	4.294	156.720
			Castellón	3.253	118.724
			Pontevedra	2.796	102.042
			Huelva	1.499	54.706
			Badajoz	1.269	46.311
			Tarragona	1.050	38.318
Alicante	873	31.858			

(*) 1: Inundaciones en zonas urbanas. 2: Inundaciones en zonas extra-urbanas.

3: Inundaciones en zonas urbanas y extraurbanas. 4: Inundaciones "poco importantes".

Cuadro 3.4 (2/3)

Estimación de las pérdidas económicas en función del tipo de inundación y de las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros

Nº de evento	Fecha	Tipo de inundación (*)	Provincias afectadas	Cuantías CCS (Euros)	Pérdidas estimadas (Euros)
100336	18/07/1999	3	TOTAL	669.041	7.874.613
			Teruel	399.660	4.703.998
			Zaragoza	217.410	2.558.916
			Navarra	33.672	396.319
			Alicante	10.191	119.948
			Madrid	3.586	42.207
			Murcia	2.369	27.883
			Lérida	1.677	19.738
			Huesca	475	5.591
100369	8/10/1999	1	TOTAL	2.038.054	8.356.021
			Cádiz	1.031.232	4.228.051
			Sevilla	429.871	1.762.471
			Valencia	427.392	1.752.307
			Madrid	57.223	234.614
			Castellón	42.853	175.697
			Barcelona	13.273	54.419
			Córdoba	12.985	53.239
			Alicante	11.111	45.555
			Santa Cruz de Tenerife	8.282	33.956
			Málaga	2.745	11.255
			Ciudad Real	722	2.960
			Granada	365	1.497
100381	10/04/2000	3	TOTAL	75.651	890.412
			Asturias	48.313	568.644
			Huesca	21.327	251.019
			Málaga	2.705	31.838
			Barcelona	2.299	27.059
			Huelva	804	9.463
			Cantabria	204	2.401
100342	04/08/2000	4	TOTAL	945.259	945.259
			Barcelona	891.285	891.285
			Tarragona	48.170	48.170
			Gerona	5.804	5.804

(*) 1: Inundaciones en zonas urbanas. 2: Inundaciones en zonas extra-urbanas.

3: Inundaciones en zonas urbanas y extraurbanas. 4: Inundaciones "poco importantes".

Cuadro 3.4 (3/3)

Estimación de las pérdidas económicas en función del tipo de inundación y de las cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros

Nº de evento	Fecha	Tipo de inundación (*)	Provincias afectadas	Cuantías CCS (Euros)	Pérdidas estimadas (Euros)
100419	01/07/2002	2	TOTAL	1.099.269	12.938.396
			Valencia	658.740	7.753.370
			Albacete	282.488	3.324.884
			Almería	37.337	439.456
			Granada	33.160	390.293
			Cuenca	32.856	386.715
			Murcia	29.172	343.354
			Madrid	10.062	118.430
			Barcelona	6.024	70.902
			Alicante	4.835	56.908
			Málaga	2.012	23.681
			Zaragoza	1.378	16.219
			Teruel	1.204	14.171

(*) 1: Inundaciones en zonas urbanas. 2: Inundaciones en zonas extra-urbanas.

3: Inundaciones en zonas urbanas y extraurbanas. 4: Inundaciones "poco importantes".

V. Para las inundaciones ocurridas en el periodo 1987-1994, al disponerse únicamente de datos de cuantías pagadas por el CCS a escala provincial y por años (sin estar las cantidades referidas a los diferentes eventos ocurridos cada año; ver Cuadro 3.2), antes de aplicar el anterior procedimiento, se distribuyeron estas cuantías entre los diferentes eventos registrados, en función de la descripción de los daños ocasionados por cada uno de ellos.

En el Anexo 11 (Tomo 3) se incluye la relación de las cuantías pagadas por el CCS por año y por provincia y las pérdidas calculadas a partir de ellas aplicando las correlaciones de la Figura 3.2; en el Cuadro 3.5 se muestra un ejemplo para algunas provincias y años.

En el Anexo 12 (Tomo 3) se presenta la distribución de las pérdidas provinciales incluidas en el Anexo 11 entre las diferentes inundaciones (eventos) ocurridas entre 1987 y 1994 recogidas en la base de datos.

Cuadro 3.5

Cuantías pagadas por el Consorcio de Compensación de Seguros por inundaciones y estimación de las pérdidas económicas correspondientes por provincias (1987-1989)

Provincias	1.987		1.988		1.989	
	C (euros)	I (euros)	C (euros)	I (euros)	C (euros)	I (euros)
Alava	142.856	142.856	3.111.218	25.246.114	15.105	15.105
Albacete	78.034	78.034	136	136	98.512	98.512
Alicante	18.269.536	215.032.434	465.955	465.955	5.048.270	10.096.539
Almería	8.225	8.225	35.359	35.359	4.439.484	29.244.582
Avila	4.479	4.479	0	0	92.571	92.571
Badajoz	1.672	1.672	2.864	2.864	198.487	198.487
Islas Baleares	48.200	48.200	423.133	423.133	3.869.700	141.244.044
Barcelona	8.402.809	34.451.517	7.109.206	29.147.744	1.411.226	5.786.028
Burgos	14.872	14.872	23.114	23.114	50.677	50.677
Cáceres	13.696	13.696	3.958	3.958	11.686	11.686
Cádiz	249.177	249.177	116.893	116.893	578.017	2.262.158
Castellón	3.521	3.521	28.274	28.274	837.827	3.351.309
Ciudad Real	0	0	182.675	748.967	39.913	39.913
Córdoba	298.501	298.501	0	0	229.085	1.004.740
Coruña (La)	1.090.799	4.472.275	109.112	109.112	1.514.731	6.210.397
Cuenca	87	87	1.087	1.087	41.642	41.642
Gerona	3.404.508	13.958.483	57.653	236.378	247.127	247.127
Granada	1.457	1.457	58.894	58.894	755.166	20.094.148

C = Cuantías pagadas por el CCS.

I = Pérdidas estimadas.

Los valores se expresan en euros a fecha de ocurrencia del evento.

3.2.2.3. Distribución de pérdidas por comunidades autónomas y provincias

Las pérdidas económicas se han evaluado por provincias, tal como se ha descrito en los apartados anteriores. En el Cuadro 3.6 se presentan los resultados obtenidos por provincias y por comunidades autónomas (las pérdidas se han actualizado a 2002).

En base a las estimaciones realizadas, las pérdidas económicas directas que se han producido entre 1987 y 2002 por inundaciones en todo el territorio nacional ascienden a unos 12.000 millones de euros (**11.921.035.348 euros**).

Estos resultados se han representado en el **Mapa de pérdidas por inundaciones en el periodo 1987-2002** (Tomo 2).

Como información complementaria, en el **Mapa de municipios afectados por inundaciones (Periodo 1987-2002)** (Tomo 2) se pueden ver los municipios afectados por un mayor número de inundaciones.

Cuadro 3.6 (1/2)
Pérdidas económicas ocasionadas por inundaciones por provincias y comunidades autónomas en el periodo 1987-2002

Pérdidas por Comunidad Autónoma (Euros)		Pérdidas por provincia (Euros)	
Valencia	3.353.227.646	Valencia	2.601.365.711
		Alicante	606.378.561
		Castellón	145.483.374
Andalucía	3.310.785.402	Málaga	1.333.414.033
		Huelva	539.832.312
		Cádiz	382.991.274
		Sevilla	367.331.209
		Granada	233.505.984
		Córdoba	187.794.978
		Jaén	163.683.273
		Almería	102.232.339
Cataluña	1.325.720.511	Barcelona	979.131.709
		Tarragona	258.992.207
		Gerona	62.782.627
		Lérida	24.813.968
País vasco	1.100.086.293	Guipuzcoa	920.423.386
		Vizcaya	124.341.192
		Alava	55.321.715
Galicia	385.422.214	Coruña	140.101.189
		Pontevedra	103.645.936
		Orense	80.154.714
		Lugo	61.520.375
Madrid	369.605.719	Madrid	369.605.719
Murcia	341.674.308	Murcia	341.674.308
Castilla y León	333.573.020	Valladolid	69.739.246
		Ávila	68.595.740
		Zamora	59.627.824
		Palencia	56.405.349
		Burgos	40.317.513
		León	18.786.181
		Salamanca	12.647.145
		Segovia	4.143.810
Soria	3.310.212		

Cuadro 3.6 (2/2)

Pérdidas económicas ocasionadas por inundaciones en el periodo 1987-2002

Pérdidas por Comunidad Autónoma (€)		Pérdidas por provincia (€)	
Baleares	311.290.712	Baleares	311.290.712
Extremadura	275.509.377	Badajoz	227.391.756
		Cáceres	48.117.621
Aragón	236.865.298	Zaragoza	115.423.819
		Huesca	75.083.984
		Teruel	46.357.495
Castilla - La Mancha	184.891.414	Ciudad Real	83.428.351
		Albacete	57.441.186
		Guadalajara	22.639.910
		Toledo	17.559.358
		Cuenca	3.822.609
Canarias	183.625.773	S.C. de Tenerife	111.774.736
		Palmas de G. C.	71.851.037
Navarra	99.169.581	Navarra	99.169.581
Cantabria	54.134.569	Santander	54.134.569
Asturias	39.400.584	Oviedo	39.400.584
La Rioja	11.055.190	Logroño	11.055.190
Melilla	3.483.047	Melilla	3.483.047
Ceuta	1.514.690	Ceuta	1.514.690
TOTAL TERRITORIO NACIONAL			11.921.035.348

3.3. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR INUNDACIONES PARA EL PERIODO 2004-2033

La estimación de las pérdidas que pueden ocasionar las inundaciones en España en los próximos 30 años (2004-2033), se ha realizado fundamentalmente a partir de los datos sobre las inundaciones ocurridas en el territorio nacional desde 1950, ya que para este periodo seleccionado de 53 años (1950-2002) la información disponible sobre inundaciones y los daños que han ocasionado puede considerarse continua y completa. El resto del registro histórico, al contar con información general y sesgada, se ha desestimado en su mayoría a la hora de realizar los cálculos necesarios para la estimación de las pérdidas potenciales.

3.3.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS DEL PERIODO 1950-2002 Y CLASIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

En primer lugar, se ha realizado una clasificación de las inundaciones ocurridas en el periodo 1987-2002 en función de las pérdidas económicas ocasionadas, es decir, en función del riesgo. Se ha diferenciado este periodo por la disponibilidad de datos detallados de pérdidas.

Se han realizado dos clasificaciones en función de las pérdidas por provincias y por evento, con 6 grados de riesgo relativo cada una de ellas. Cada grado de riesgo relativo corresponde a un intervalo de pérdidas económicas. En el Cuadro 3.7 se presentan estas clasificaciones y las pérdidas correspondientes asignadas. A una misma inundación puede corresponder diferente grado de riesgo si éste se determina para el evento en conjunto o para alguna de las provincias afectadas por la misma. Por ejemplo, una inundación que presenta un grado de riesgo "E" como

evento, tendrá el correspondiente grado de riesgo "V" si afectó a una única provincia, mientras que si ha afectado a varias, para cada una de ellas presentará un grado de riesgo distinto en función de las pérdidas ocasionadas en cada provincia.

Cuadro 3.7
Clasificación de inundaciones en función de las pérdidas ocasionadas
por evento y por provincia

Grado de riesgo	Pérdidas por evento (millones de Euros)	Grado de riesgo	Pérdidas por provincia (millones de Euros)
A	0 – 1	I	0 – 0.5
B	1 – 5	II	0.5 – 4
C	5 – 50	III	4 – 30
D	50 – 150	IV	30 – 70
E	150 – 300	V	70 – 120
F	> 300	VI	> 120

Así, se ha obtenido el número de inundaciones de cada grado de riesgo en cada provincia ocurridas en el periodo 1987-2002, y las pérdidas que produce una inundación de grado de riesgo "x" en cada provincia. Por ejemplo, Barcelona ha sufrido 85 inundaciones en los últimos 16 años, de las cuales 2 presentan grado de riesgo VI, 2 grado de riesgo V, 4 de riesgo IV, 11 de riesgo III, 11 de riesgo II y el resto de riesgo I. Para esta provincia, las pérdidas por inundaciones de grado VI tienen un valor medio de pérdidas de 214.016.806 euros, y las de riesgo V de 98.940.007 euros; así pueden calcularse sucesivamente las pérdidas asociadas a cada grado de riesgo.

El grado de riesgo relativo por provincias ha sido empleado para la estimación de pérdidas potenciales y para conocer su distribución espacial por provincias. En el caso de provincias en las cuales no se han producido inundaciones de un determinado grado de riesgo entre 1987 y 2002, se les ha asignado el valor medio nacional. De esta forma, se pueden conocer las pérdidas que puede provocar en cada provincia una inundación de determinado grado de riesgo.

Una vez realizadas clasificadas las inundaciones del periodo 1987-2002, se han extendido los criterios para las inundaciones ocurridas en cada provincia para el periodo 1950-1986, asignando los grados de riesgo relativo bien por la existencia de datos de pérdidas o bien por las descripciones de los daños de las inundaciones. En este caso, no se han considerado las inundaciones con grado de riesgo A y B, ya que al ser inundaciones locales de poca importancia no quedan reflejadas en los registros de forma completa, y podrían falsear los cálculos que se realizan a la hora de estimar las pérdidas.

En el Anexo 13 se recogen los datos sobre el número de inundaciones y su grado de riesgo relativo para cada provincia, para los dos periodos de tiempo considerados. En el Cuadro 3.8 se presentan las pérdidas económicas medias por provincias correspondientes a inundaciones con diferente grado de riesgo, ocurridas entre 1950 y 2002.

Los datos anteriores han permitido calcular el número de inundaciones de diferente grado de riesgo sufrido por cada provincia por año, tanto para el periodo 1987-2002 como para el periodo 1950-1986.

Cuadro 3.8 (1/2)

Pérdidas económicas medias por provincias correspondientes a inundaciones con diferente grado de riesgo (para el periodo 1950-2002)

Provincia	Pérdidas económicas por inundación (euros 2002)					
	Grado VI	Grado V	Grado IV	Grado III	Grado II	Grado I
Álava	-	-	45.922.681	6.118.900	831.891	89.797
Albacete	-	-	31.229.182	17.233.106	2.306.966	85.750
Alicante	405.981.236	-	62.255.647	12.872.384	2.081.235	64.711
Almería	-	-	43.161.817	18.657.303	530.869	84.870
Ávila	-	-	62.977.855	-	649.517	177.442
Badajoz	183.132.289	-	-	8.259.937	2.067.533	84.274
Baleares	240.821.095	-	-	9.810.469	1.597.601	77.317
Barcelona	214.016.806	98.940.007	59.419.339	8.485.315	1.496.932	104.291
Burgos	-	-	-	9.955.762	2.189.538	65.080
Cáceres	-	-	35.839.960	4.014.080	2.166.115	56.943
Cádiz	138.323.142	103.071.211	-	14.072.242	2.014.966	108.265
Castellón	-	114.437.193	-	7.011.751	1.310.795	41.272
Ciudad Real	-	70.723.840	-	7.842.708	902.802	79.755
Córdoba	-	-	-	15.688.462	1.527.480	116.142
Coruña, La	-	-	42.376.496	14.339.943	1.059.585	71.626
Cuenca	-	-	-	-	1.948.867	93.687
Gerona	-	-	-	23.006.919	1.364.757	65.025
Granada	-	75.680.561	40.289.413	10.252.453	2.038.530	63.572
Guadalajara	-	97.682.946	-	15.204.444	1.412.816	66.082
Guipúzcoa	371.239.496	115.263.000	-	16.693.347	1.383.020	85.400
Huelva	-	97.845.892	42.174.924	14.412.988	1.059.203	34.031
Huesca	-	-	57.697.162	15.908.397	-	73.921
Jaén	-	-	41.365.687	12.190.424	2.601.210	129.192
León	-	-	-	4.321.725	1.368.188	71.615
Lérida	-	-	-	6.916.448	1.624.572	40.774
Rioja, La	-	-	-	4.607.759	1.301.909	77.487
Lugo	-	-	50.986.684	-	1.368.728	45.362
Madrid	-	109.851.342	46.192.597	11.490.410	1.813.776	93.020

Nota: Los datos corresponden a la media de las pérdidas totales evaluadas cada año en cada provincia para el número de inundaciones ocurridas de distinto grado de riesgo (ver Cuadro 4.5). Por ejemplo, en Guipúzcoa hay documentadas 2 inundaciones a las que corresponde un grado de riesgo VI en el periodo 1950-2002: una con pérdidas evaluadas de 612.223.526 euros (en 1988) y otra con pérdidas de 130.245.466 euros (en 1997).

Cuadro 3.8 (2/2)

Pérdidas económicas medias por provincias correspondientes a inundaciones con diferente grado de riesgo (para el periodo 1950-2002)

Provincia	Pérdidas económicas por inundación (euros 2002)					
	Grado VI	Grado V	Grado IV	Grado III	Grado II	Grado I
Málaga	339.206.273	87.312.000	47.911.803	12.287.106	1.697.794	125.312
Murcia	-	83.654.915	62.906.630	10.411.989	851.913	77.697
Navarra	-	-	49.915.869	8.674.071	824.067	129.354
Orense	-	-	38.432.859	5.486.836	1.028.179	96.224
Asturias	-	-	-	9.393.143	1.440.021	92.180
Palencia	-	-	-	23.826.309	1.619.135	23.466
Palmas, Las	-	-	30.411.436	17.665.769	1.401.823	100.136
Pontevedra	-	-	43.112.562	9.977.247	1.486.622	103.678
Salamanca	-	-	-	7.482.499	1.204.408	51.714
S.C. Tenerife	-	94.753.669	-	15.941.778	-	44.970
Cantabria	-	-	36.511.783	5.026.970	745.944	43.660
Segovia	-	-	-	-	1.705.409	45.812
Sevilla	-	98.474.922	41.585.143	11.471.634	1.703.087	125.938
Soria	-	-	-	-	890.255	50.651
Tarragona	-	115.305.351	39.606.861	11.243.740	1.859.695	140.426
Teruel	-	-	37.259.382	3.238.751	906.142	73.324
Toledo	-	-	-	5.560.841	1.335.406	69.755
Valencia	2.176.891.293	102.247.346	38.799.627	12.376.682	1.364.793	48.300
Valladolid	-	-	44.812.506	8.661.978	1.129.372	127.717
Vizcaya	-	-	46.420.461	7.157.481	1.262.401	90.867
Zamora	-	-	-	12.186.391	1.663.190	47.532
Zaragoza	-	-	44.868.313	7.817.373	1.314.921	68.488
Ceuta	-	-	-	-	1.123.790	390.900
Melilla	-	-	-	-	931.445	229.570

Nota: Los datos corresponden a la media de las pérdidas totales evaluadas cada año en cada provincia para el número de inundaciones ocurridas de distinto grado de riesgo (ver Cuadro 4.5). Por ejemplo, en Guipúzcoa hay documentadas 2 inundaciones a las que corresponde un grado de riesgo VI en el periodo 1950-2002: una con pérdidas evaluadas de 612.223.526 euros (en 1988) y otra con pérdidas de 130.245.466 euros (en 1997).

3.3.2. ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y PROVINCIAS

La estimación de pérdidas por inundaciones en cada provincia se ha realizado a partir del cálculo del número de inundaciones de diferente grado de riesgo que se estima puedan afectar a la provincia por año, y de las pérdidas asociadas a cada grado de riesgo (Cuadro 3.8).

El número de inundaciones al año por provincia que previsiblemente pueden ocurrir en el periodo 2004-2033 se ha estimado considerando las inundaciones ocurridas entre 1950 y 2002, según las siguientes hipótesis:

- Si el número de inundaciones por año correspondiente a un grado de riesgo determinado (Cuadro 3.7) es mayor para el periodo 1987-2002 que para el periodo 1950-1986, se toma el valor correspondiente al primero (el más alto).
- Si el número de inundaciones por año correspondiente a un grado de riesgo determinado es menor para el periodo 1987-2002 que para el periodo 1950-1986, se toma el valor medio resultante de ambos.

Para la estimación de las pérdidas totales por provincia se ha aplicado la siguiente expresión:

$$P_{30} = 30 [(N^I \times P^I) + (N^{II} \times P^{II}) + (N^{III} \times P^{III}) + (N^{IV} \times P^{IV}) + (N^V \times P^V) + (N^{VI} \times P^{VI})]$$

Siendo:

P_{30} = pérdidas totales estimadas para los próximos 30 años.

N^x = Número de inundaciones al año de grado de riesgo "x" que se estima puedan afectar a la provincia.

P^x = Pérdidas económicas que produce una inundación de riesgo “x” en la provincia (para aquellas provincias en las que no ha habido inundaciones de grado de riesgo “x” en el periodo 1987-2002, pero sí en el periodo 1950-1986, se emplea el valor medio nacional de las pérdidas para dicho grado).

En base al procedimiento descrito, las pérdidas económicas estimadas por inundaciones para el periodo 2004-2033 en todo el territorio nacional ascienden a unos 26.000 millones de euros (**25.722.548.540 euros**). La distribución de pérdidas por comunidades autónomas y por provincias se muestra en el Cuadro 3.9.

Los resultados de la estimación se han representado en el **Mapa de pérdidas estimadas por inundaciones para el periodo 2004-2033** (Tomo 2).

Cuadro 3.9 (1/2)

Pérdidas por inundaciones por comunidades autónomas y provincias estimadas para el periodo 2004-2033

Pérdidas por Comunidad Autónoma (€)		Pérdidas por provincia (€)	
Comunidad Valenciana	6.490.118.026	Valencia	5.034.901.376
		Alicante	1.173.635.925
		Castellón	281.580.725
Andalucía	6.449.856.584	Málaga	2.580.801.355
		Huelva	1.044.836.734
		Cádiz	741.063.888
		Sevilla	710.963.630
		Granada	451.947.066
		Córdoba	416.086.274
		Jaén	316.806.334
		Almería	187.351.303
Cataluña	3.605.089.592	Barcelona	1.895.093.631
		Tarragona	797.606.183
		Gerona	541.725.737
		Lérida	370.664.041
País vasco	2.745.662.211	Guipuzcoa	1.781.464.618
		Vizcaya	536.991.316
		Álava	427.206.277
Aragón	1.358.894.101	Zaragoza	519.731.883
		Huesca	457.199.475
		Teruel	381.962.743
Castilla y León	737.053.767	Zamora	141.714.753
		Palencia	135.477.704
		Valladolid	134.979.186
		Ávila	132.765.949
		Burgos	78.220.976
		León	63.559.721
		Salamanca	24.478.345
		Segovia	14.431.362
Soria	11.425.771		

Cuadro 3.9 (2/2)

Pérdidas por inundaciones por comunidades autónomas y provincias estimadas para el periodo 2004-2033

Pérdidas por Comunidad Autónoma (€)		Pérdidas por provincia (€)	
Madrid	715.365.908	Madrid	715.365.908
Castilla - La Mancha	695.148.570	Toledo	330.316.798
		Ciudad Real	187.780.289
		Albacete	107.938.197
		Cuenca	45.865.104
		Guadalajara	23.248.182
Murcia	661.305.112	Murcia	661.305.112
Galicia	649.137.204	Coruña	271.163.592
		Pontevedra	142.275.483
		Lugo	119.071.693
		Orense	116.626.436
Cantabria	401.272.369	Santander	401.272.369
Canarias	314.259.277	Sta. Cruz de Tenerife	216.338.198
		Palmas de G. C.	97.921.079
Extremadura	311.779.429	Badajoz	218.648.550
		Cáceres	93.130.879
Islas Baleares	278.465.216	Islas Baleares	278.465.216
Navarra	191.941.124	Navarra	191.941.124
Asturias	76.259.194	Oviedo	76.259.194
La Rioja	31.267.819	Logroño	31.267.819
Melilla	6.741.380	Melilla	6.741.380
Ceuta	2.931.659	Ceuta	2.931.659
TOTAL TERRITORIO NACIONAL			25.722.548.542

3.3.3. DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS POR MUNICIPIOS

Las pérdidas calculadas por provincias para el periodo 2004-2033 se han distribuido por municipios en función del grado de riesgo de cada uno de ellos. El riesgo por inundaciones que presenta cada municipio se ha estimado como el producto de la peligrosidad y de la vulnerabilidad, por lo que han debido evaluarse ambos factores. A continuación se describe el procedimiento aplicado.

- **Evaluación de la peligrosidad**

Para definir un índice de peligrosidad para los municipios se ha empleado la información contenida en el Mapa de Riesgo Potencial por Inundaciones Históricas (MOPU, 1988). En este mapa se representa el grado de riesgo potencial correspondiente a diferentes tramos de los ríos, ramblas, arroyos y barrancos del ámbito peninsular, calculado a partir de matrices que relacionan el número de inundaciones sufridas a lo largo de la historia en diferentes tramos de ríos y la intensidad de estas inundaciones (medida con relación a los daños producidos). Por este motivo, se ha considerado el grado de riesgo potencial indicado en este mapa como un índice de peligrosidad.

A partir de esta información se ha realizado un nuevo mapa que representa el riesgo potencial por municipios en lugar de por tramos de cauces. Para ello, se han digitalizado los cauces y se ha asignado a cada tramo el grado de riesgo potencial. Posteriormente se asignó a cada municipio un grado de riesgo potencial en función del riesgo que presentan los tramos de ríos contenidos en el dominio municipal.

Para completar los datos del citado mapa (realizado en 1987) se ha actualizado la información a 2002 con los datos de este estudio sobre las inundaciones ocurridas entre 1987 y 2002. En base a estos datos recientes, se ha modificado el riesgo potencial de determinados municipios con respecto a lo indicado en el mapa de

1987. También se ha calculado el riesgo potencial por inundaciones para los municipios de las Islas Baleares y de las Islas Canarias, así como para las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, territorios no incluidos en el mapa de 1987. En estos casos, se ha utilizado la información disponible de todo el registro histórico para asignar a estos municipios un grado de riesgo potencial.

Los grados de riesgo potencial asignados a los municipios son los siguientes:

0. Riesgo potencial nulo o muy bajo
1. Riesgo potencial bajo
2. Riesgo potencial moderado
3. Riesgo potencial alto

La definición de estos grados de riesgo potencial ha permitido distribuir las pérdidas por municipio. La distribución de pérdidas se ha realizado para aquellos municipios que presentan grado de riesgo 1, 2 ó 3; aquellos con mayor grado de riesgo son los que previsiblemente tendrán mayores pérdidas en un futuro.

El nuevo mapa actualizado que representa el riesgo por municipios se incluye en el Tomo 2: **Mapa de riesgo potencial por inundaciones.**

- **Evaluación de la vulnerabilidad**

Para la evaluación de la vulnerabilidad a nivel municipal se han considerado los datos (Instituto Nacional de Estadística y Anuario Económico de La Caixa, 2002):

- Número de habitantes por municipio
- Índice de nivel económico del municipio (renta familiar disponible por habitante; dicho índice comprende valores de 1 a 10; los valores de los índices económicos de los municipios y la renta correspondiente aparecen en el Cuadro 1.5).

Estos dos factores aportan información sobre la vulnerabilidad que presentan los municipios. Las pérdidas económicas estimadas por inundaciones serán mayores en aquellos municipios más poblados y de mayor nivel económico.

Así, las pérdidas estimadas para cada provincia se han repartido entre sus municipios teniendo en cuenta el grado de peligrosidad (en base al grado de riesgo potencial estimado) y la vulnerabilidad social y económica (población y nivel económico).

En el Anexo 14 del Tomo 3 se incluye un listado de los municipios con su grado de riesgo potencial, el número de habitantes, el nivel económico y las pérdidas estimadas para el periodo 2004-2033. En el Cuadro 3.10 se presenta un ejemplo de distribución de pérdidas estimadas para los municipios de la provincia de Álava; no aparecen los municipios con riesgo nulo.

Los resultados se han reflejado en el **Mapa de pérdidas estimadas por inundaciones en municipios para el periodo 2004-2033** (Tomo 2).

La distribución de las pérdidas por habitante en cada municipio se refleja en el mapa de **Mapa de pérdidas estimadas por inundaciones por habitante para el periodo 2004-2033** (Tomo 2).

Cuadro 3.10

Distribución por municipios de las pérdidas estimadas por inundaciones para la provincia de Alava en función del riesgo potencial, número de habitantes y renta familiar disponible por habitante

Municipios	Grado de Riesgo potencial	Número de habitantes	Renta familiar disponible por habitante (euros)	Pérdidas económicas estimadas (euros)
Alegria-Dulantzi	1	1533	12000	10.680.601
Amurrio	3	9460	12000	46.432.926
Arrazua-Ubarrundia	1	721	6000	5.312.766
Ayala/Aiara	3	2117	12000	33.102.029
Baños de Ebro/Mañueta	1	336	6000	5.079.782
Berantevilla	1	459	6000	5.154.216
Zigoitia	1	1284	13000	11.342.660
Elburgo/Burgelu	1	418	6000	5.129.405
Elciego	1	930	6000	5.439.243
Labastida	1	1269	11075	9.769.054
Llodio	3	18931	11075	61.371.757
Okondo	3	876	6000	16.219.694
Peñacerrada-Urizaharra	1	240	6000	5.021.688
Ribera Baja/Erribera Beitia	1	698	6000	5.298.847
Salvatierra o Agurain	1	4006	11075	11.425.356
San Millán/Donemiliaga	1	709	6000	5.305.504
Valdegovia	1	952	6000	5.452.556
Legutiano	1	1359	14000	12.200.788
Vitoria-Gasteiz	1	216852	14000	142.606.847
Zambrana	1	364	6000	5.096.727
Iruña Oka/Iruña de Oca	1	1953	11075	10.182.978
Lantarón	1	958	11075	9.580.852
Total Provincia				427.206.277

4. CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha realizado el análisis y la evaluación de los riesgos por terremotos e inundaciones en España, estimándose las pérdidas económicas para los siguientes periodos:

- Pérdidas causadas por terremotos en el periodo 1987-2001.
- Pérdidas causadas por inundaciones en el periodo 1987-2002.
- Estimación de pérdidas por terremotos e inundaciones en los próximos 30 años (2004-2033).

El estudio comprende todo el territorio nacional, con resultados por comunidad autónoma, provincia y municipio.

Los resultados obtenidos en este estudio permiten llegar a las siguientes conclusiones generales:

Pérdidas evaluadas para el periodo 1987-2001

- Los riesgos por inundaciones y terremotos ocurridos en España en el periodo 1987-2001 han supuesto unas pérdidas anuales de unos 760 millones de euros (un total de 12.650 millones de pesetas), equivalente al 0,1% del PIB (euros y PIB referidos al año 2002).
- Del total de pérdidas para el periodo 1987-2001, el 98% corresponden a inundaciones y el 2% a terremotos. Debe tenerse en cuenta que en este periodo la actividad sísmica del territorio español ha sido muy baja, al igual que viene ocurriendo desde mediados del siglo XX. Entre 1987 y 2001 han ocurrido en España 11 terremotos con intensidad igual o superior a V; de ellos uno con

intensidad VII y 2 con intensidad VI-VII.

- Las comunidades autónomas con mayores pérdidas por terremotos han sido Andalucía (68,5 millones de euros), Murcia (61,5 millones de euros) y Galicia (35,8 millones de euros). A escala provincial destacan Murcia, Almería, Lugo y Huelva.
- En el caso de las inundaciones, las comunidades autónomas con mayores pérdidas han sido la Comunidad Valenciana y Andalucía (superando los 3.300 millones de euros cada una), Cataluña (1.300 millones de euros) y el País Vasco (1.100 millones de euros). A escala provincial destacan Valencia, Málaga, Barcelona, Guipúzcoa, Alicante y Huelva.

Pérdidas estimadas para el periodo 2004-2033

- Las pérdidas económicas totales estimadas por inundaciones para los próximos 30 años son del orden de 25.700 millones de euros (valor correspondiente a euros de 2002).
- El 91% del global de pérdidas corresponde a inundaciones, y el 9% a terremotos.
- Las pérdidas totales por terremotos se han estimado entre 2.000 y 3.000 millones de euros según las hipótesis de cálculo considerada. Debe tenerse en cuenta que el cálculo de terremotos previsibles para los próximos 30 años se ha basado en la sismicidad registrada en el periodo 1900-2001, durante el que la actividad sísmica en España ha sido baja, dando lugar a escasas pérdidas.
- Las comunidades autónomas con mayores pérdidas por terremotos son Andalucía (1.000 millones de euros), Murcia (600 millones de euros) y la

Comunidad Valenciana (con más de 200 millones de euros). A escala provincial destacan Murcia, Granada y Alicante.

- Las comunidades autónomas con mayores pérdidas estimadas por inundaciones son la Comunidad Valenciana y Andalucía (superando los 6.400 millones de euros cada una), Cataluña (3.600 millones de euros) y el País Vasco (2.750 millones de euros). A escala provincial destacan Valencia, Málaga, Barcelona, Guipúzcoa, Alicante y Huelva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuntamiento de Barcelona (1995). Estudio del riesgo sísmico de la ciudad de Barcelona y su aplicación a un Plan de Emergencias Urbanas. Prospección y Geotecnia, S.L. Inédito.
- Cabañas, L., Benito, B., Cabañas, C., López, M., Gómez, P.; Jiménez, M.E. & Álvarez, S. (1999). Banco de datos de movimiento fuerte del suelo. Aplicaciones. Física de la Tierra, 11. Universidad Complutense de Madrid.
- Centro Europeo de Investigación Social de Situaciones de Emergencia, CEISE (1999). Terremoto en Mula (Murcia), 2 de febrero de 1999. Valoración de consecuencias y gestión de ayudas (avance).
www.proteccioncivil.org/ceise/ceisevirtual/ceisecv2000_p05-13.htm
- Comisión nacional de Protección Civil (1983-1988). Estudio de Inundaciones históricas: Catálogo de inundaciones históricas, Inventario nacional de zonas inundables y mapa de riesgos potenciales. Inédito
- Comisión nacional de Protección Civil (1983-1988). Estudio de las acciones para prevenir y reducir los daños ocasionados por las inundaciones. Inédito.
- Comisión nacional de Protección Civil - Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1988). Mapa de riesgo potencial por inundaciones históricas. En: Las inundaciones de la España Peninsular: Informe de Síntesis. Inédito.
- Consorcio de Compensación de Seguros - CCS (2003). Estadística. Riesgos Extraordinarios. Serie 1971-2002.
- Cornell, C.A. (1968). Engineering seismic risk analysis. Bull. Seismological Soc.of America 58, 1, 583-1.606.
- Dirección General de Protección Civil. Información sobre el terremoto de Mula (Murcia) - Fecha 02/02/1999.
www.proteccioncivil.org/informes/mulamu/mulamu.htm
- Dirección General de Protección Civil (1994-2001). Informes de costes gestionados por la DGPC en concepto de ayudas concedidas por para gastos de Emergencia y otros. Ineditos

- Dirección General de Protección Civil (1994-2002) Informes de Municipios, Diputaciones y Delegaciones del Gobierno sobre daños declarados por eventos de inundación y terremoto. Inéditos.
- Gobierno de Navarra (1992). Estudio de riesgo sísmico de Navarra. Prospección y Geotecnia, S.L. Informe inédito.
- González de Vallejo, L., Capote, R., Villamor, P., Rodríguez Fanco, J. A. (1997). Metodología de evaluación del riesgo sísmico en segmentos de falla. Publicación Técnica nº 02197. ENRESA, Madrid.
- Instituto Geográfico Nacional - IGN (2001). Catálogo Sísmico.
- Instituto Geográfico Nacional – Dirección General de Protección Civil (2002). Programa para Simulación de Escenarios Sísmicos SES 2002.
- Instituto Geológico y Minero de España - IGME (1987). Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España. Madrid.
- Instituto Geológico y Minero de España - IGME (1988). Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos. Madrid.
- Instituto Geológico y Minero de España – IGME (2000). Estudio de Riesgo Sísmico de la ciudad de Cartagena. Inédito.
- Instituto Geológico y Minero de España (1997). Estudio de Riesgo Sísmico de la ciudad de Murcia. Informe inédito.
- Instituto Nacional de Estadística (2003). Variación del Índice de Precios de Consumo desde 1961 hasta 2002. www.ine.es
- La Caixa (2002). Anuario Económico de España. Edición electrónica: www.estudios.lacaixa.es/anuarioeconomico.
- Martín Martín, A. (1983). Riesgo sísmico en la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

- Schmidt Díaz, V. (1994). Estudio preliminar de la microzonación de Barcelona, Tesis de Master. Departamento de Ing. Del Terreno y Cartográfica. ETS ECCPB. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Trímboli, M. (2002). Pérdidas económicas producidas por los terremotos de Friuli (1976), Campania (1980) y Umbria (1997). Società di Geotecnica e Geomeccanica. Savona, Italia. Inédito.

Legislación Consultada:

- **Reales Decretos-Ley:**
 - 20/1982 de 23 de Octubre
 - 5/1983 de 1 de septiembre
 - 4/1987 de 13 de noviembre
 - 5/1988 de 29 de julio
 - 6/1989 de 1 de diciembre
 - 11/1994 de 28 de octubre
 - 12/1994 de 25 de noviembre
 - 9/1995 de 8 de septiembre
 - 4/1996 de 1 de marzo
 - 13/1996 de 20 de septiembre
 - 2/1997 de 14 de febrero
 - 4/1997 de 14 de marzo
 - 11/1997 de 11 de julio
 - 18/1997 de 31 de octubre
 - 24/1997 de 12 de diciembre
 - 29/1997 de 19 de diciembre
 - 2/1998 de 17 de abril
 - 4/1998 de 1 de marzo
 - 27/98, 4/1999 de 9 de abril
 - 9/1999 de 21 de mayo
 - 3/2001 de 9 de febrero
 - 6/2001 de 6 de abril
 - 7/2001 de 6 de abril
 - 13/2001 de 5 de septiembre

1/2002 de 22 de marzo

2/2002 de 5 de abril

4/2002 de 10 de mayo

- **Leyes:**

17/83 de 8 de septiembre

18/83 de 6 de octubre

19/83 de 6 de octubre

21/83 de 6 de octubre

7/88 de 7 de noviembre

3/91 de 13 de febrero

2/96 de 10 de enero

- **Ordenes:**

Orden de 29 de Mayo de 1989

Orden 2 de diciembre de 1994

Orden 9 de diciembre de 1994

Orden de 27 de abril de 2001