

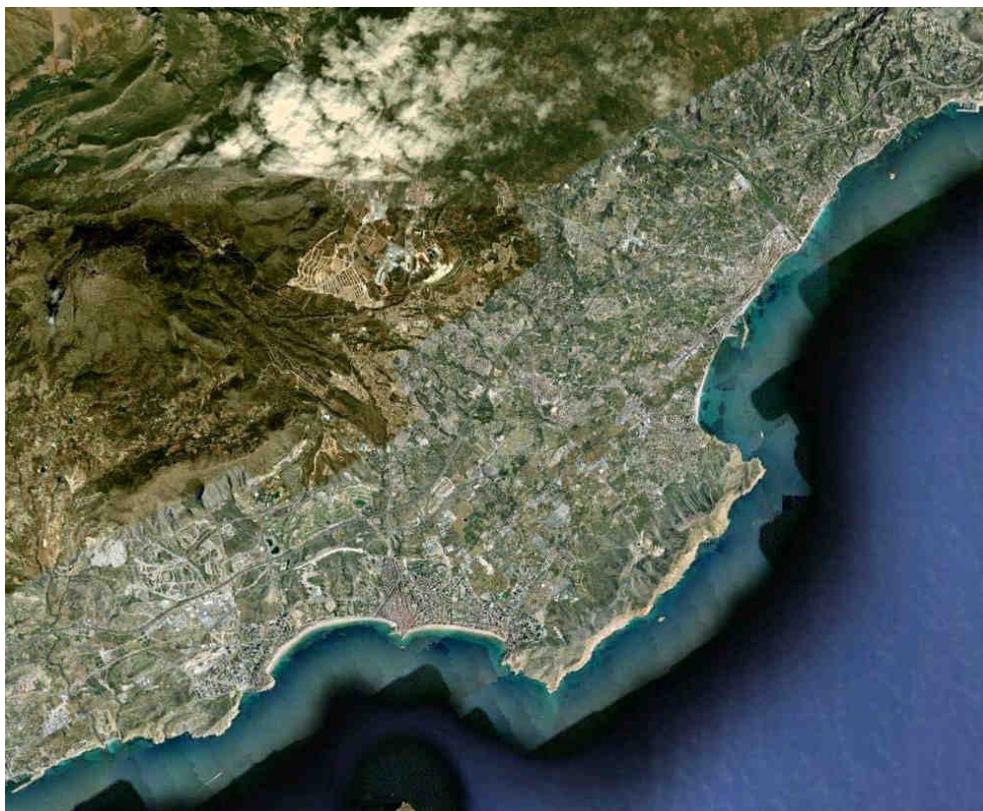


GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL  
DEL AGUA

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR



# Plan director de Defensa contra las Avenidas

Comarca de la Marina Baja. Alicante.

## Apéndice 8: Estudio de Daños y Vulnerabilidad

Empresa consultora UTE:

Junio 2013

**VIELCA** **INGIOPSA**  
INGENIEROS



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. ANTECEDENTES.....	11
1.2. REFERENCIAS Y FUENTES CONSULTADAS.....	11
2. LA IMPORTANCIA DE LAS INUNDACIONES.....	13
2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DAÑOS.....	13
2.2. FACTORES IMPLICADOS EN LAS INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.....	17
3. EL CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS.....	18
3.1. LOS DAÑOS POR INUNDACIÓN.....	19
3.2. LAS INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.....	25
3.3. DAÑOS DIRECTOS SOBRE PROPIEDADES PARTICULARES.....	29
3.3.1. INFORMACIÓN DE PARTIDA.....	30
3.3.2. DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	31
3.3.3. ANÁLISIS GENERAL DE LA BASE DE DATOS.....	34
4. LOS CONCEPTOS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO.....	42
5. ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO.....	44
5.1. TIPOS DE USOS DEL SUELO.....	44
5.2. USOS DEL SUELO DEL PROYECTO CORINE.....	46
5.3. PROCESO DE ZONIFICACIÓN.....	46
6. ESTIMACIÓN DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD.....	50
6.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD.....	51
6.2. CURVAS DE VULNERABILIDAD ELEMENTALES.....	52
6.2.1. RESIDENCIAL EN PLANTA BAJA.....	52
6.2.2. GARAJE EN SÓTANO.....	56
6.2.3. JARDÍN PRIVADO.....	57
6.2.4. LIMPIEZA DE VIALES.....	58
6.2.5. DAÑOS EN VIALES.....	58
6.2.6. VEHÍCULOS EN GARAJE.....	59
6.2.7. VEHÍCULOS EN VIALES.....	60
6.2.8. COMERCIO.....	61
6.2.9. INDUSTRIAL.....	62
6.2.10. USOS AGRÍCOLAS.....	62
6.3. MÓDULOS.....	64
6.4. CURVAS DE VULNERABILIDAD POR USOS.....	66
6.4.1. RESIDENCIAL DE BAJA DENSIDAD.....	67
6.4.2. RESIDENCIAL DE MEDIA DENSIDAD.....	70
6.4.3. RESIDENCIAL DE ALTA DENSIDAD.....	72
6.4.4. VIVIENDAS AISLADAS EN SUELO AGRÍCOLA.....	74
6.4.5. INDUSTRIAL.....	76
6.4.6. INFRAESTRUCTURAS.....	78
6.4.7. CULTIVOS.....	81
6.4.8. SIN APROVECHAMIENTO.....	84

6.5. CALIBRACIÓN DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD .....	85
6.5.1. DAÑOS EN EL EVENTO DEL RIU GIRONA SEGÚN DATOS DEL CONSORCIO .....	85
6.5.2. DAÑOS EN EL EVENTO DEL RIU GIRONA SEGÚN EL AYUNTAMIENTO DE “EL VERGER” .....	86
6.5.3. DAÑOS OBTENIDOS POR APLICACIÓN DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD .....	87
6.5.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	89
6.6. VALIDACIÓN POR COMPARACIÓN CON PATRICOVA.....	89
6.7. VALIDACIÓN POR COMPARACIÓN CON LA BASE DE DATOS DEL CONSORCIO .....	90
6.8. DAÑOS INDIRECTOS .....	92
7. EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SITUACIÓN ACTUAL .....	94
7.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS ACTUALES .....	94
7.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS PLANIFICADOS .....	97
8. EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS.....	101
8.1. ALTERNATIVA 1 .....	101
8.1.1. ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MEDIDAS NO ESTRUCTURALES .....	101
8.1.2. ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR REFORESTACIÓN .....	102
8.1.3. RESULTADOS OBTENIDOS .....	104
8.2. ALTERNATIVA 2 .....	106
8.2.1. ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MEDIDAS ESTRUCTURALES .....	106
8.2.2. RESULTADOS OBTENIDOS .....	106
8.3. COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coeficientes de Conversión del IPC a Diciembre de 2.009.....	32
Tabla 2: Criterio adoptado para la Reducción de las Clases de Riesgo .....	33
Tabla 3: Daño Material (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010.....	35
Tabla 4: Ratio del Daño Material en Euros Actuales por habitante para el periodo 1.995 – 2.010 .....	36
Tabla 5: Daño Material (en euros actuales) distribuido por el tipo de riesgo y el año de ocurrencia en el periodo 1.995 – 2.010 .....	37
Tabla 6: Daño Material de siniestros en viviendas (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010.....	38
Tabla 7: Daño Material de siniestros en Comunidades de Vecinos (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010.....	38
Tabla 8: Daño Material de siniestros en Comercios (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010.....	39
Tabla 9: Daño Material de siniestros en Vehículos (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010.....	39
Tabla 10: Daño Material (en euros actuales) distribuido por poblaciones para los grandes eventos del periodo 1.995 – 2.010 .....	40
Tabla 11: Daño Material (en euros actuales) distribuido por el Tipo de Riesgo y Población para el Evento de los días 11 y 12 de Noviembre de 2.007.....	41
Tabla 12: Zonificación del Territorio.....	45

Tabla 13: Cálculo de la Curva de Vulnerabilidad elemental para residencial en planta baja .....	55
Tabla 14: Cálculo de la Curva de Vulnerabilidad elemental para garaje en sótano .....	56
Tabla 15: Módulos adoptados para los daños máximos en diversos tipos de bienes .....	65
Tabla 16: Zonificación del Territorio .....	67
Tabla 17: Curva de Vulnerabilidad Residencial de Baja Densidad .....	69
Tabla 18: Curva de Vulnerabilidad Residencial de Media Densidad .....	71
Tabla 19: Curva de Vulnerabilidad Residencial de Alta Densidad .....	73
Tabla 20: Curva de Vulnerabilidad Viviendas Aisladas en Suelo Agrícola .....	75
Tabla 21: Curva de Vulnerabilidad Industrial .....	77
Tabla 22: Curva de Vulnerabilidad Infraestructuras .....	80
Tabla 23: Curva de Vulnerabilidad Cultivos .....	82
Tabla 24: Daño Material (en euros actuales) provocado por el desbordamiento del Riu Girona .	85
Tabla 25: Daño en euros máximo en el uso residencial de alta densidad sin considerar los daños en viales. ....	90
Tabla 26: Daños en euros por términos municipales para diversos periodos de retorno comparados con los datos del Consorcio en euros actuales para el evento del 2007. ....	91
Tabla 27: Caudal para el que se inicia el desbordamiento y Periodo de Retorno asociado.....	95
Tabla 28: Evaluación del riesgo por Daños Directos en euros al año por municipios y zonas en situación Actual .....	95

Tabla 29: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas en situación Actual.....	96
Tabla 30: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para usos planificados .....	98
Tabla 31: Incremento del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas..	98
Tabla 32: Incremento del riesgo en porcentaje por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas.....	99
Tabla 33: Modificación de los períodos de retorno en las cuencas afectadas por reforestación. ....	104
Tabla 34: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 1 .....	105
Tabla 35: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 1 .....	105
Tabla 36: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en porcentaje por municipios y zonas para la Alternativa 1 .....	105
Tabla 37: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 2 .....	106
Tabla 38: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 2 .....	107
Tabla 39: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en porcentaje por municipios y zonas para la Alternativa 2 .....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Municipios de la comarca de la Marina Baja (Fuente: Internet) .....	10
Figura 2: Daños Directos en Propiedades Privadas (Viviendas y Vehículos) (Fuente: Internet)..	14
Figura 3: Daños Directos en las Infraestructuras. Destrucción de un puente en el Riu Girona (Fuente: Internet).....	15
Figura 4: Daños Directos por limpieza de Viales en Els Poblets (Fuente: Internet) .....	15
Figura 5: Daños Indirectos por el corte de carreteras (Fuente: Internet).....	16
Figura 6: Daños Directos por pérdida de bienes e Intangibles en las Personas por impacto psicológico (Fuente: Internet).....	16
Figura 7: Distribución de la Siniestralidad por Causas en Daños en los Bienes. Serie 1971-2008 (Fuente: Consorcio).....	20
Figura 8: Número de expedientes, cuantías y costes medios por daños a las personas en el periodo de 1.987 a 2.008. (Fuente: Consorcio).....	21
Figura 9: Distribución de la Siniestralidad por Clase de Riesgo en Daños en los Bienes (Fuente: Consorcio).....	22
Figura 10: Distribución del Número de Expedientes, Cuantías Pagadas y Costes Medios por año de ocurrencia (Fuente: Consorcio).....	23
Figura 11: Distribución según el mes de ocurrencia para siniestros originados por inundación (Fuente: Consorcio).....	24
Figura 12: Distribución por Comunidades de los daños por inundación entre 1.987 y 2.002 (Fuente: Consorcio).....	25

Figura 13: Distribución Provincial de los daños por inundación entre 1.987 y 2.002 (Fuente: Consorcio).....	26
Figura 14: Grandes Inundaciones en la Comunidad Valenciana (Fuente: Consorcio).....	28
Figura 15: Evolución de los daños en función de la altura de agua alcanzada para un uso del suelo genérico.....	42
Figura 16: El Riesgo de Inundación.....	43
Figura 17. Ejemplo de zonificación de los Usos del Suelo.....	48
Figura 18. Ejemplo de zonificación de los Usos del Suelo en formato ráster .....	49
Figura 19. Proceso de Inspección y Evaluación de daños por inundaciones (Fuente: I.V.E.) .....	54
Figura 20. Curva de Vulnerabilidad elemental para residencial en planta baja .....	56
Figura 21. Curva de Vulnerabilidad elemental para garaje en sótano .....	57
Figura 22. Curva de Vulnerabilidad elemental para jardín privado .....	57
Figura 23. Curva de Vulnerabilidad elemental para limpieza de viales.....	58
Figura 24. Curva de Vulnerabilidad elemental para daños en viales .....	59
Figura 25. Curva de Vulnerabilidad elemental para vehículos en garaje.....	60
Figura 26. Curva de Vulnerabilidad elemental para vehículos en viales.....	61
Figura 27. Curva de Vulnerabilidad elemental para comercio .....	61
Figura 28. Curva de Vulnerabilidad elemental para industrial.....	62
Figura 29. Curva de Vulnerabilidad elemental para arbolado.....	63

Figura 30. Curva de Vulnerabilidad elemental para cultivos .....	64
Figura 31. Curva de Vulnerabilidad Residencial de Baja Densidad .....	70
Figura 32. Curva de Vulnerabilidad Residencial de Media Densidad.....	72
Figura 33. Curva de Vulnerabilidad Residencial de Alta Densidad .....	74
Figura 34. Curva de Vulnerabilidad Viviendas Aisladas en Suelo Agrícola.....	76
Figura 35. Curva de Vulnerabilidad Industrial .....	78
Figura 36. Curva de Vulnerabilidad Infraestructuras .....	81
Figura 37. Curva de Vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Secano .....	83
Figura 38. Curva de Vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Regadío.....	83
Figura 39. Curva de Vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Secano .....	84
Figura 40. Curva de Vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Regadío .....	84
Figura 41. Situación de los inmuebles de El Verger afectados por la inundación de Octubre de 2.007, reportados por el informe de su ayuntamiento .....	86
Figura 42. Resultados de calados máximos simulados del desbordamiento del Riu Girona en el evento del 2007.....	88
Figura 43. Recorte de los calados máximos simulados del desbordamiento del Riu Girona en El Verger en el evento del 2007. ....	88
Figura 44. Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por zonas en situación actual.....	96
Figura 45. Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios en situación actual.....	97

Figura 46. Incremento del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios.....	99
Figura 47. Incremento del riesgo por Daños Tangibles en porcentaje al año por municipios ....	100
Figura 48. Porcentaje de reducción del caudal pico en función de la precipitación y del porcentaje de actuación sobre la cuenca.....	103
Figura 49. Comparativa de los Daños Tangibles en euros para los distintos periodos de retorno en toda la Marina Baja .....	108
Figura 50. Comparativa del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por zonas.....	109
Figura 51. Comparativa del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios .....	110

## 1. INTRODUCCIÓN

La comarca de la Marina Baja se sitúa en la parte norte de la provincia de Alicante, en la Comunidad Valenciana. Se encuentra, desde el punto de vista administrativo, en la Demarcación Hidrográfica del Júcar, y su territorio está repartido entre distintas cuencas de tamaño medio a pequeño.

Se trata de una comarca con una población de 190.620 habitantes y una superficie de 578 km<sup>2</sup>, formada por 18 municipios con una densidad media de 330 habitantes por kilómetro cuadrado.

En la Marina Baja existen varios cauces con un carácter típicamente torrencial, destacando el Algar, Guadalest y Bolulla, fundamentalmente. Estos cauces han provocado históricamente importantes inundaciones en sus márgenes. Junto a estos cauces existen otros de características similares como los Ríos Amadorio y Torres, y barrancos como los de Finestrat, Derramador, Tapiada, Albir, Soler, los Arcos, etc., en los que habiéndose producido avenidas de consideración no han manifestado en esta ocasión efectos de la misma entidad que los primeros.

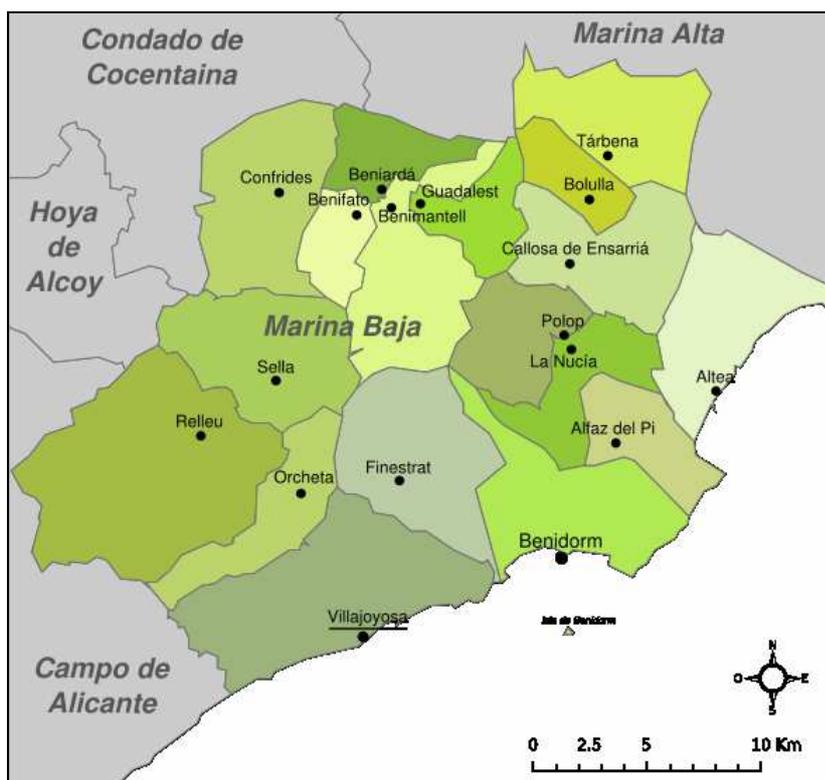


Figura 1: Municipios de la comarca de la Marina Baja (Fuente: Internet)

---

## 1.1. ANTECEDENTES

---

El presente estudio se enmarca dentro de los trabajos previstos en el Plan de Defensa contra las Avenidas en la Comarca de la Marina Baja.

---

## 1.2. REFERENCIAS Y FUENTES CONSULTADAS

---

Barroca<sup>1</sup> B. et al., 2006. "Indicators for identification of urban flooding vulnerability". Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 6, pp. 553–561.

Breton Claudine, 1999. "Une méthode d'analyse et de minimisation du risque d'inondation appliquée à la rivière Châteauguay". Université de Montréal.

Buchele<sup>1</sup> B. et al., 2006. "Flood-risk mapping: contributions towards an enhanced assessment of extreme events and associated risks". Natural Hazards Earth System Sciences, 6, pp. 485–503 .

Cayuela Prieto Angel Luis, "La introducción y significación de los componentes territoriales en el tratamiento de la problemática ligada a los riesgos de inundación". ETSI Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Valencia

Colegio de Ingenieros de CCP, 2000. "Riesgos de inundación y régimen urbanístico del suelo". Consorcio de Compensación de Seguros.

Confederación Hidrográfica del Júcar, 1997. Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Confederación Hidrográfica del Segura. Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Segura.

Conselleria de Obres Públiques, Urbanisme i Transports. Plan de Acció Territorial de caràcter Sectorial sobre prevenció del riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA). Acuerdo 2003/1034 del Consell de la Generalitat Valenciana del 28 de Enero de 2003).

Consorcio de Compensación de Seguros e Instituto Geológico y Minero de España, 2004, "Perdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años (2004-2033)". Consorcio de Compensación de Seguros.

Consorcio de Compensación de Seguros, 2008. "Estadística de Riesgos Extraordinarios. Serie 1971-2008". Consorcio de Compensación de Seguros.

Corine Land Cover. Base de Datos Geográfica sobre la Ocupación del Suelo de la Unión Europea. Tomado de la página web del ministerio de Fomento, [www.fomento.es](http://www.fomento.es).

Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (DIHMA), 1992. “Medidas Territoriales de Control de las Inundaciones y Análisis de 5 Prototipos de Trazado de Mapas de Riesgo de Inundación”. Universidad Politécnica de Valencia.

Directiva 2007/60/CE del Parlamento europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

F. Francés. “Informe y mapas delimitación del Riesgo de Inundabilidad a escala Regional en la Comunitat Valenciana”. DIHMA-UPV para la Generalitat Valenciana, 1996.

F. Francés. “Estudio de inundabilidad y análisis de las actuaciones propuestas en la Rambla del Poyo y Barranco del Pozalet (Valencia)”. DIHMA-UPV.

F. Francés. “European Flood Risk Management Research. Efficiency of non-structural flood mitigation measures: “room for the river” and “retaining water in the landscape”. Organismo: Era-net CRUE Funding Initiative, Acciones Complementarias del MEC.

Instituto Nacional de Estadística. Página web: [www.ine.es](http://www.ine.es).

Instituto Valenciano de la Edificación. “Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones”. Septiembre de 2.009.

Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction, 2004. “Living with Risk, A global review of disaster reduction initiatives”. UN.

Merzl, B. et al., 2004. “Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings”. Natural Hazards and Earth System Sciences, 4, pp. 153–163.

Messner Frank et Meyer Volker, 2005. “Flood damage, vulnerability and risk perception – challenges for flood damage research”. UFZ, Department of Economics.

Plataforma Ciudadana Riu Girona. Página web: [www.riuadagirona.blogspot.com](http://www.riuadagirona.blogspot.com).

Segura Beltrán, Francesca. “Geomorfología, Inundaciones y Alteración Antrópica del Espacio Inundable: El caso del Riu Girona (Alacant, Octubre de 2.007)”. Boletín de la A.G.E. N.º 49 - 2009, págs. 83-103.

Universidad Politécnica de Valencia, 2000, Flood risk analysis and mapping in coastal areas of Spain using indirect methods, Universidad Politécnica de Valencia.

## 2. LA IMPORTANCIA DE LAS INUNDACIONES

Los ríos mediterráneos presentan avenidas muy peligrosas, pudiendo ser provocadas por lluvias tanto de tipo ciclónico como de tipo convectivo. Las lluvias más torrenciales son de éste último tipo y se presentan principalmente durante el otoño, dando lugar a caudales varios órdenes de magnitud superiores a los caudales medios del río. Estas avenidas poco frecuentes, pero de gran magnitud, provocan daños incalculables en las poblaciones ribereñas.

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad del territorio, el objetivo es el análisis de los daños provocados por las inundaciones. Por este motivo es necesario llegar a cuantificar dichos daños, lo que implica la utilización de información de tipo económico.

---

### 2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DAÑOS

---

Los daños provocados por una inundación pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Daños Tangibles: Medibles en términos económicos
  - Daños directos
    - Los daños físicos sobre los bienes
      - Sobre Propiedades Privadas (muebles e inmuebles)
      - Sobre Infraestructuras de Titularidad Pública
    - Los costes de las medidas de emergencia adoptadas
    - Coste de limpieza de calles, casas, etc.
  - Daños Indirectos: Son de difícil determinación, debido a su gran variabilidad.
    - Pérdidas por paralización estructuras viarias, centros de producción y servicios
    - Desaparición de puestos de trabajo
    - Los sobrecostes financieros
    - La desvalorización de los terrenos inundados
- Daños Intangibles

- La pérdida de vidas humanas.
- Las heridas personales y su recuperación.
- Los daños en monumentos, obras de arte históricas, restos arqueológicos, etc.
- Daños psicológicos (trauma, estrés, ...) en la población por la evacuación, la magnitud de los daños sufridos, reconocimiento del riesgo, etc.



Figura 2: Daños Directos en Propiedades Privadas (Viviendas y Vehículos) (Fuente: Internet)



Figura 3: Daños Directos en las Infraestructuras. Destrucción de un puente en el Riu Girona (Fuente: Internet)



Figura 4: Daños Directos por limpieza de Viales en Els Poblets (Fuente: Internet)



Figura 5: Daños Indirectos por el corte de carreteras (Fuente: Internet)



Figura 6: Daños Directos por pérdida de bienes e Intangibles en las Personas por impacto psicológico (Fuente: Internet)

Según datos del Consorcio de Compensación de Seguros, que serán analizados en detalle en el siguiente apartado, el riesgo que más daños produce en España, con gran diferencia sobre el resto, es el de inundación.

## 2.2. FACTORES IMPLICADOS EN LAS INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

---

No es objeto de este informe un análisis en profundidad de los factores implicados en las Inundaciones en la Comunidad Valenciana, ya que éste se basa en las consecuencias de éstas y no en su origen.

Las inundaciones son fenómenos complejos, fruto de la interrelación de diferentes factores. Las causas meteorológicas (precipitaciones extraordinarias), determinadas características físicas de la cuenca, junto con la topografía de la zona inundable y las condiciones de los cauces, son elementos cambiantes para cada episodio.

Las precipitaciones extraordinarias, responsables de las inundaciones, son frecuentes en el litoral mediterráneo. La intensidad y el volumen de lluvia caído, junto con las características físicas de la cuenca, se reflejan en el umbral de escorrentía y en la forma y características del hidrograma. La interrelación de todos estos factores suele producir avenidas súbitas, con volúmenes de caudal que superan la capacidad de los cauces y provocan graves inundaciones.

Los ríos mediterráneos presentan avenidas muy peligrosas, pudiendo ser provocadas por lluvias tanto de tipo ciclónico como de tipo convectivo. Las lluvias más torrenciales son de éste último tipo y se presentan principalmente durante el otoño, dando lugar a caudales varios órdenes de magnitud superiores a los caudales medios del río.

El litoral mediterráneo en general y la Comunidad Valenciana en particular, donde son frecuentes este tipo de inundaciones, se configura como un conjunto de cuencas de pequeñas dimensiones, drenadas por ramblas y barrancos, de circulación esporádica. Las cabeceras se asientan sobre los relieves litorales y prelitorales, próximos al mar, mientras que las cuencas bajas se desarrollan al pie de las sierras. La pendiente, elevada en su tramo alto, disminuye progresivamente en las llanuras costeras, formadas por abanicos aluviales depositados por cursos fluviales efímeros. Aunque se trata de espacios intensamente ocupados por el hombre desde antiguo, el fuerte crecimiento económico experimentado por estas zonas a partir de los años 60 del siglo XX, ha provocado cambios en la agricultura tradicional y, sobre todo, una fuerte presión urbanística que ha llevado a la ocupación indiscriminada de las zonas inundables.

### 3. EL CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS

El Consorcio de Compensación de Seguros es un instrumento al servicio del sector asegurador español, plenamente integrado en el mismo, y que cuenta con una dilatada experiencia en el ámbito de las actividades que desarrolla.

El Consorcio de Compensación de Seguros es una entidad pública empresarial, con personalidad jurídica propia y plena capacidad de obrar, dotada de patrimonio propio y distinto al del Estado, y que se rige por el ordenamiento jurídico privado, no ejerciendo potestades administrativas. Esto significa que dicha Entidad, en su actividad aseguradora, aparte de atenerse a lo estipulado en su propio Estatuto Legal, queda sometida, al igual que el resto de entidades de seguros privadas, a las prescripciones legales de la Ley de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados y de las normas que la desarrollan, así como a las de la Ley de Contrato de Seguro.

El objetivo del Consorcio es indemnizar, en régimen de compensación, y sobre la base de una póliza contratada en cualquier entidad privada del mercado, los siniestros producidos por acontecimientos extraordinarios (eventos catastróficos de la naturaleza o sucesos de repercusión social) acaecidos en España y que causen daños en las personas y en los bienes en ella situados. Y ello es así siempre que concurra alguna de las siguientes circunstancias:

- Que el riesgo extraordinario no esté específica y explícitamente amparado por la póliza de seguro contratada con la mencionada entidad.
- Que, estando amparados por contrato de seguro los daños derivados de eventos extraordinarios, las obligaciones de la compañía aseguradora que emitió tal póliza no puedan ser cumplidas por haber sido aquella declarada en concurso o que, hallándose en una situación de insolvencia, estuviese sujeta a un procedimiento de liquidación intervenida o ésta hubiera sido asumida por el propio Consorcio.

En resumen, la actuación del Consorcio en el sistema español de cobertura de los riesgos extraordinarios es de carácter subsidiario, ya que sólo indemnizará cuando la entidad aseguradora privada no cubra en la póliza los citados riesgos o, cubriéndolos, sea insolvente.

El Consorcio compensa los daños producidos a las personas y en los bienes por determinados fenómenos de la naturaleza y por algunos acontecimientos derivados de determinados hechos de incidencia política o social, a condición de tener suscrita una póliza en alguno o algunos de los ramos respecto de los que la legislación vigente establece la obligación de incluir en sus correspondientes coberturas la garantía de estos riesgos.

Es característica del sistema español definir los riesgos catastróficos que cubre en consideración al enorme potencial de pérdidas que son susceptibles de generar, pero sin condicionar la protección a que se produzcan eventos que afecten a un número muy elevado de asegurados o a una extensión territorial muy amplia, ni a que ocasionen daños muy cuantiosos. Es posible, por tanto, que el siniestro afecte sólo a un asegurado, teniendo pleno derecho a la indemnización. La cobertura es automática una vez ocurrido alguno de los eventos garantizados, que son los siguientes:

- Fenómenos de la naturaleza: inundaciones extraordinarias, terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, tempestad ciclónica atípica y caídas de cuerpos siderales y aerolitos.
- Los ocasionados violentamente como consecuencia de terrorismo, rebelión, sedición, motín y tumulto popular.
- Hechos o actuaciones de las Fuerzas Armadas o de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en tiempo de paz.

Condición necesaria y obligatoriedad son dos caras de la misma moneda. Por un lado, sólo se tiene derecho a indemnización cuando, ante un evento extraordinario de los incluidos en el sistema, se cuenta con una póliza de seguro, contratada con una entidad privada del mercado, en los ramos que en este mismo punto se detallan, y que ampare a personas y bienes situados en España. Esto es, el hecho de contratar una póliza de seguro de los aludidos ramos lleva aparejada la cobertura automática de los riesgos extraordinarios, cobertura que abarcará a los mismos bienes y por las mismas sumas aseguradas que se contemplen en dicha póliza. En definitiva, es una cobertura obligatoriamente unida a una póliza-base, cuya contratación en cualquier compañía de las que operan en el mercado es facultativa, aunque es condición necesaria para tener derecho a indemnización en caso de siniestro extraordinario. Además, y respecto de la citada póliza, el tomador o asegurado ha de encontrarse al corriente del pago del recibo de prima, donde se incluye el recargo del Consorcio correspondiente a la cobertura de los riesgos extraordinarios.

---

### 3.1. LOS DAÑOS POR INUNDACIÓN

---

El riesgo que más daños produce en España, con gran diferencia sobre el resto, es el de inundación. En este sentido es muy importante tener en cuenta la definición que nos ofrece el Consorcio de Compensación de Seguros a los efectos de la cobertura que ofrece este organismo:

*“Se entiende por Inundación el anegamiento del terreno producido por lluvias o deshielo, por aguas procedentes de lagos con salida natural, de rías o ríos, o de cursos naturales de agua en superficie cuando se desborden de sus cauces normales. Asimismo se incluye el embate de mar en la costa,*

“aunque no haya anegamiento. Sin embargo, no quedan comprendidos bajo este concepto de inundación la lluvia caída directamente sobre el riesgo asegurado, o la recogida por su cubierta o azotea, su red de desagüe o sus patios, como tampoco la inundación ocasionada por rotura de presas, canales, alcantarillas, colectores y otros cauces subterráneos artificiales, salvo que la rotura se haya producido como consecuencia directa de evento extraordinario cubierto por el Consorcio.”

La causa que origina más expedientes y mayor cuantía en las indemnizaciones pagadas es la inundación, con algo más del 65% del total. La segunda causa de indemnización por parte del Consorcio es la tempestad ciclónica atípica, en la que quedan incluidos, entre otros, los tornados y los vientos extraordinarios (rachas superiores a los 135 Km/h.), de acuerdo con el Reglamento del Seguro de Riesgos Extraordinarios.

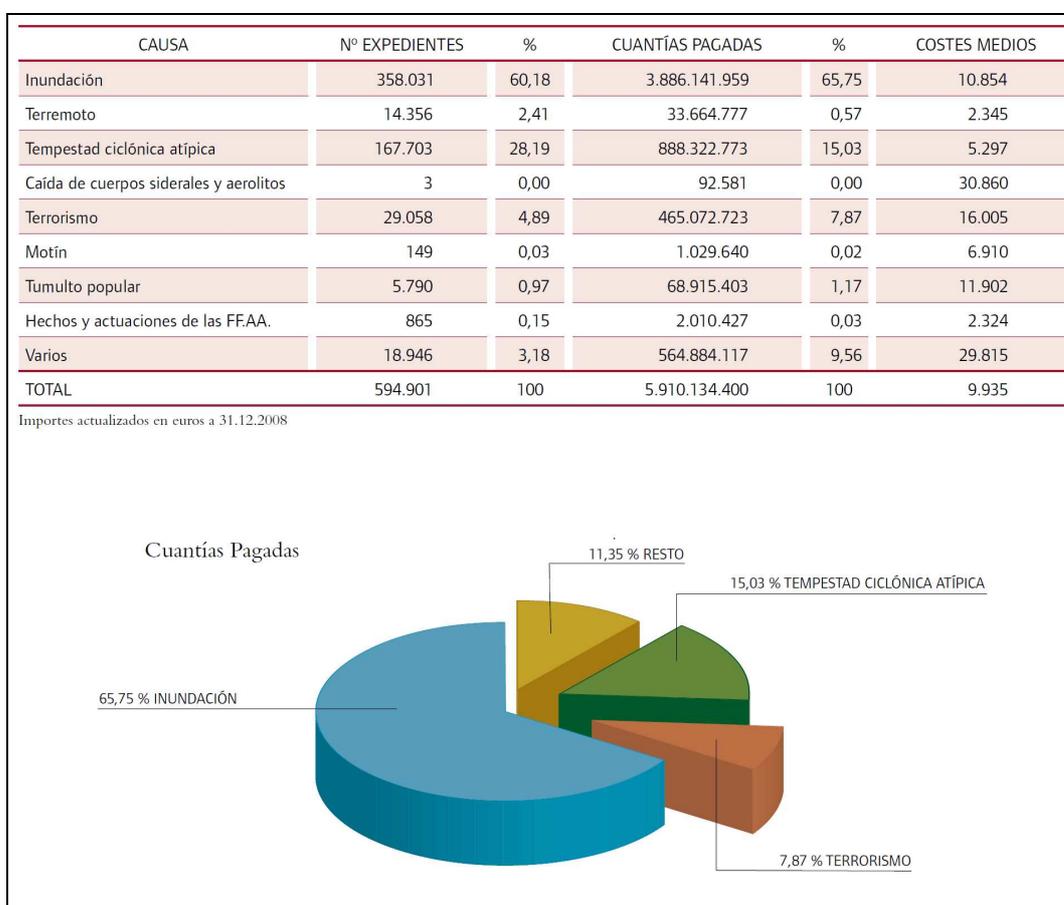


Figura 7: Distribución de la Siniestralidad por Causas en Daños en los Bienes. Serie 1971-2008 (Fuente: Consorcio)

En España, la problemática de las inundaciones destaca entre otros fenómenos naturales por la gran magnitud de las pérdidas económicas y sociales que provoca. A la vista de la Figura anterior, podemos establecer unos pagos de indemnizaciones que ascienden a 3.886 millones de Euros a lo largo del periodo comprendido entre los años 1.971 y 2.008. Por lo tanto, se estima que el valor medio anual de las

indemnizaciones a nivel nacional relacionadas con las inundaciones, es de unos 105 millones de euros al año.

Cabe recordar que estos datos incluyen únicamente las cuantías pagadas a particulares y empresas amparadas por una póliza de seguro en vigor que cubra el bien siniestrado.

Por otro lado, deberemos también considerar los daños a las personas. A partir de la información estadística del Consorcio de Compensación de Seguros, las cuantías pagadas por daños personales motivados por el riesgo de inundación son muy inferiores a las abonadas por daños en los bienes. A continuación se muestra el número de expedientes, cuantías y costes medios en el periodo de 1.987 a 2.008.

A. INUNDACIÓN			
Importes en Euros actualizados a 31.12.08			
AÑO	Nº EXPEDIENTES	CUANTÍAS PAGADAS	COSTES MEDIOS
1987	9	137.881	15.320
1988	16	307.557	19.222
1989	4	138.528	34.632
1990	4	32.178	8.045
1991	2	15.959	7.979
1992	2	50.192	25.096
1993	1	3.847	3.847
1994	2	46.043	23.021
1995	2	153.854	76.927
1996	51	1.857.528	36.422
1997	21	387.561	18.455
1998	1	8.213	8.213
1999	3	293.832	97.944
2000	4	134.779	33.695
2001	2	37.485	18.743
2002	2	94.477	47.238
2003	1	42.146	42.146
2004	1	27.787	27.787
2005	2	19.611	9.805
2006	1	31.909	31.909
2007	2	64.620	32.310
2008	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>	<b>3.885.989</b>	<b>29.218</b>

Figura 8: Número de expedientes, cuantías y costes medios por daños a las personas en el periodo de 1.987 a 2.008.

(Fuente: Consorcio)

En cuanto a la distribución de la siniestralidad por la Clase de riesgo cubierto, existe una distribución bastante equilibrada entre comercios, industrias y viviendas.

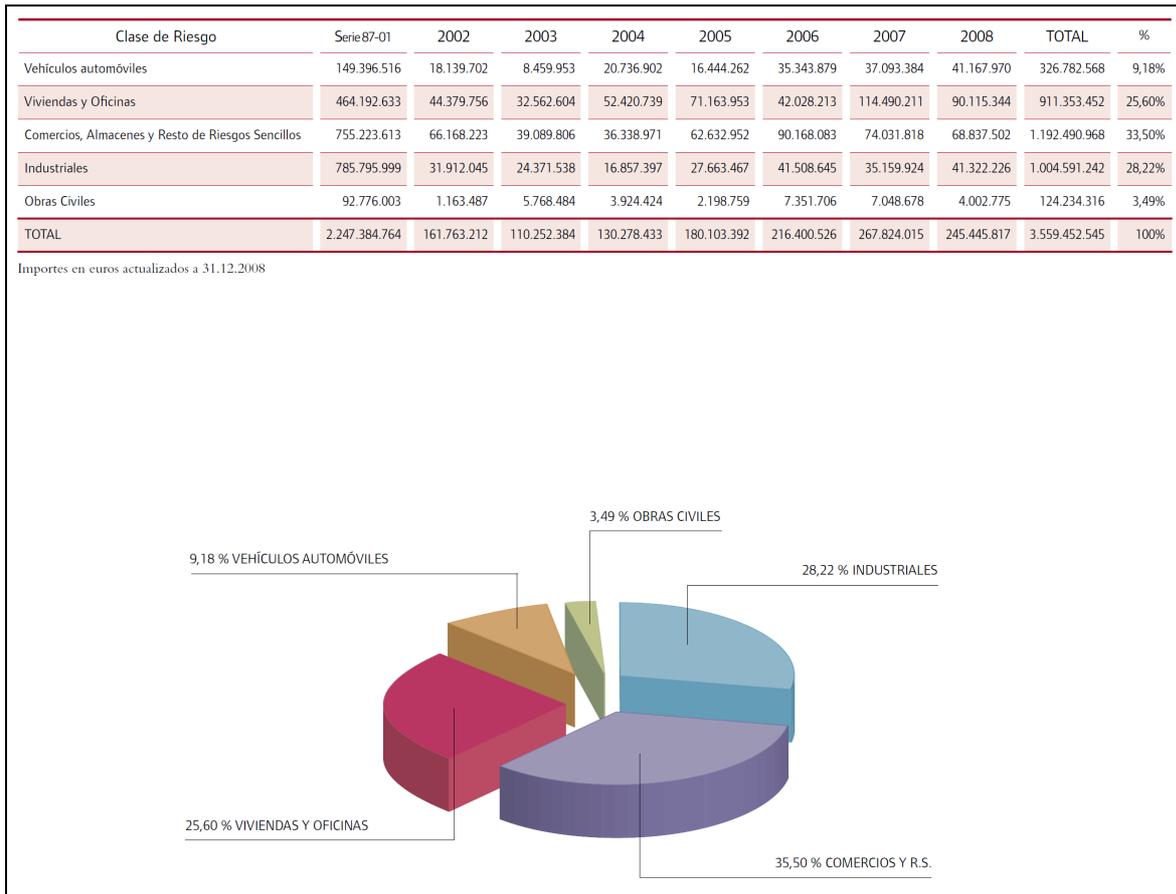


Figura 9: Distribución de la Siniestralidad por Clase de Riesgo en Daños en los Bienes (Fuente: Consorcio)

Si dentro de los daños cubiertos por el Consorcio de Compensación de Seguros, seleccionamos únicamente los originados por inundaciones, podemos analizar su distribución a lo largo de los años, tal y como se muestra en la figura.

Otro hecho que resulta relevante dentro del marco de los siniestros originados por inundaciones, es su distribución mensual. En la figura puede verse cómo existe una importante concentración en los meses de septiembre, octubre y noviembre, lo que muestra una evidente correlación entre las grandes inundaciones y el fenómeno meteorológico de la gota fría que tiene lugar en dichos meses en la costa levantina.

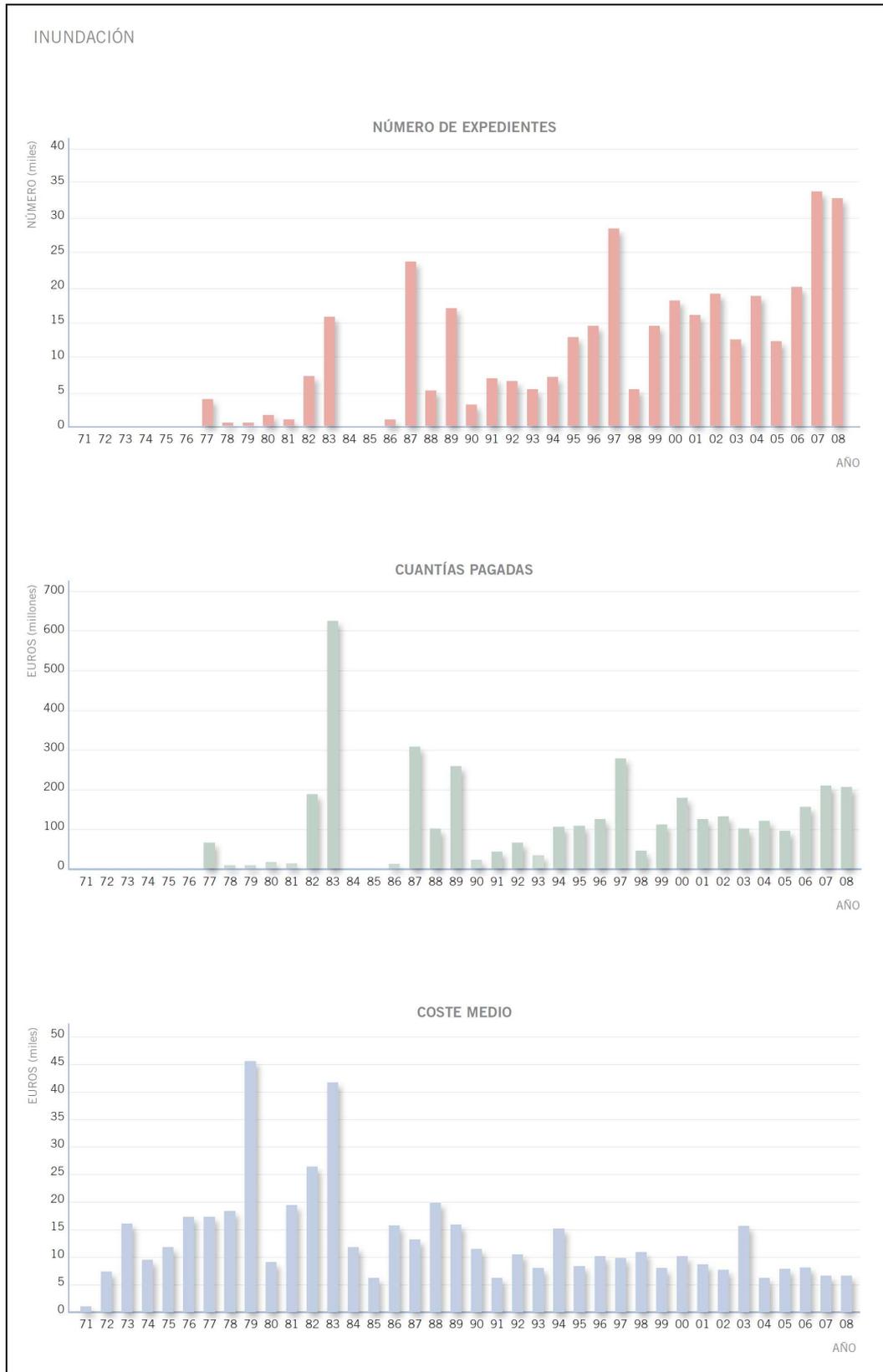


Figura 10: Distribución del Número de Expedientes, Cuantías Pagadas y Costes Medios por año de ocurrencia (Fuente: Consorcio)

CUANTÍAS PAGADAS

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

MESES	SERIE 87-01	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL	%
ENERO	71.572.710	980.093	1.396.730	2.620.320	1.496.781	3.422.649	1.902.662	408.331	<b>83.800.277</b>	2,85
FEBRERO	51.813.109	198.467	24.835.246	3.693.325	1.245.135	330.749	1.021.607	305.240	<b>83.442.879</b>	2,84
MARZO	30.704.666	38.421.444	1.114.969	22.725.076	579.358	3.285.280	3.453.310	10.487.377	<b>110.771.479</b>	3,78
ABRIL	7.445.488	5.137.022	3.025.184	4.633.240	296.119	2.302.724	8.054.110	2.261.498	<b>33.155.385</b>	1,13
MAYO	23.517.971	6.876.391	9.755.121	7.599.556	1.184.603	1.350.601	28.507.619	9.387.081	<b>88.178.943</b>	3,00
JUNIO	230.302.420	1.160.843	2.090.841	2.126.451	1.007.449	4.848.020	371.471	60.846.842	<b>302.754.336</b>	10,32
JULIO	85.053.005	6.323.211	117.905	2.695.876	331.430	12.846.373	163.998	4.111.293	<b>111.643.090</b>	3,80
AGOSTO	64.313.675	36.186.686	8.647.136	1.592.588	4.816.676	3.012.168	6.737.901	744.181	<b>126.051.010</b>	4,29
SEPTIEMBRE	336.630.275	12.658.591	8.237.904	51.936.113	17.386.421	58.882.138	53.595.417	54.104.109	<b>593.430.970</b>	20,21
OCTUBRE	335.908.163	16.891.977	11.777.405	2.679.056	55.336.886	19.487.989	91.271.672	52.451.500	<b>585.804.647</b>	19,95
NOVIEMBRE	525.731.575	2.704.773	14.681.870	1.102.217	5.015.455	41.921.465	12.412.761	3.182.086	<b>606.752.201</b>	20,67
DICIEMBRE	170.575.635	8.360.634	5.851.373	3.509.842	1.149.760	1.976.422	7.496.593	11.240.124	<b>210.160.382</b>	7,16
<b>TOTAL</b>	<b>1.933.568.690</b>	<b>135.900.132</b>	<b>91.531.684</b>	<b>106.913.657</b>	<b>89.846.074</b>	<b>153.666.579</b>	<b>214.989.121</b>	<b>209.529.661</b>	<b>2.935.945.599</b>	<b>100</b>

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL

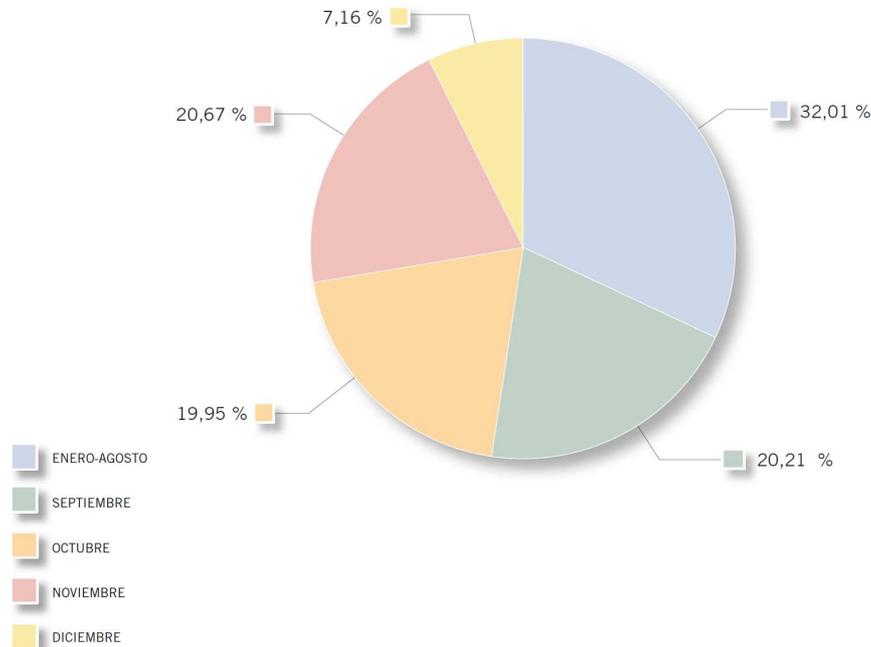


Figura 11: Distribución según el mes de ocurrencia para siniestros originados por inundación (Fuente: Consorcio)

### 3.2. LAS INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Es notorio que las inundaciones no afecta por igual a todo el territorio nacional, ya que su incidencia es muy desigual de unas Comunidades Autónomas a otras. En este sentido, la Comunidad Valenciana destaca muy por delante de las otras comunidades.

La Comunidad Valenciana junto con Andalucía, representan más de la mitad del total de los daños padecidos a nivel nacional, con un 28 % del total cada una de ellas.

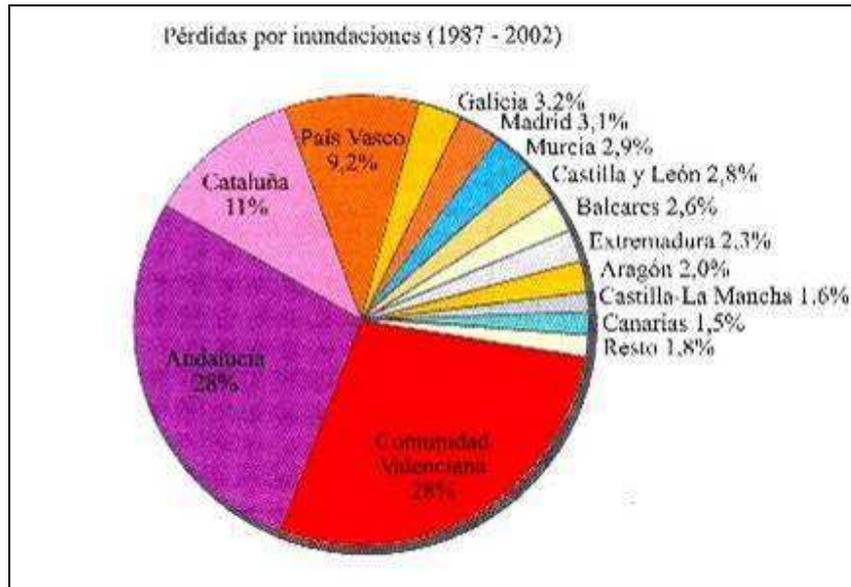


Figura 12: Distribución por Comunidades de los daños por inundación entre 1.987 y 2.002 (Fuente: Consorcio)

Si observamos estas mismas cifras a nivel de provincias, podemos notar que Valencia es la más afectada con un 21,8% del total, muy por delante de la provincia siguiente, Málaga, que solo representa un 11,2% del daño global.

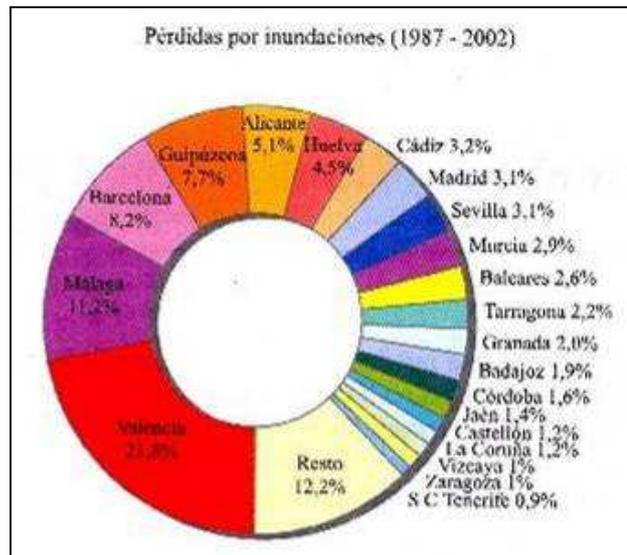


Figura 13: Distribución Provincial de los daños por inundación entre 1.987 y 2.002 (Fuente: Consorcio)

Finalmente, podemos analizar en mayor detalle los grandes eventos ocurridos en la Comunidad Valenciana.

**21º SEPTIEMBRE DE 1996 EN COMUNIDAD VALENCIANA, CATALUÑA E ISLAS BALEARES**

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

CLASE DE RIESGO	Nº EXPEDIENTES	INDEMNIZACIONES	%	COSTES MEDIOS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE VIVIENDAS	2.652	7.537.533	26,2	2.842
OFICINAS	9	32.705	0,1	3.634
COMERCIOS	685	7.949.799	27,8	11.606
INDUSTRIALES	428	9.038.259	31,6	21.117
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	1.251	3.726.366	13,0	2.979
OBRAS CIVILES	2	357.787	1,2	178.893
<b>TOTAL</b>	<b>5.027</b>	<b>28.642.450</b>	<b>100</b>	<b>5.698</b>

**24º SEPTIEMBRE DE 1997 EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

CLASE DE RIESGO	Nº EXPEDIENTES	INDEMNIZACIONES	%	COSTES MEDIOS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE VIVIENDAS	3.500	12.186.526	23,1	3.482
OFICINAS	27	512.559	1,0	18.984
COMERCIOS	1.158	18.122.497	34,5	15.650
INDUSTRIALES	328	12.953.646	24,6	39.493
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	2.475	7.630.519	14,5	3.083
OBRAS CIVILES	1	1.236.679	2,3	1.236.679
<b>TOTAL</b>	<b>7.489</b>	<b>52.642.428</b>	<b>100</b>	<b>7.029</b>

**29º OCTUBRE DE 2000 EN LA COMUNIDAD VALENCIANA Y REGIÓN DE MURCIA**

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

CLASE DE RIESGO	Nº EXPEDIENTES	INDEMNIZACIONES	%	COSTES MEDIOS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE VIVIENDAS	5.459	14.795.050	16,0	2.710
OFICINAS	45	557.876	0,6	12.397
COMERCIOS	1.227	33.871.048	36,7	27.605
INDUSTRIALES	439	35.828.244	38,8	81.613
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	1.768	4.627.413	5,0	2.617
OBRAS CIVILES	1	2.663.723	2,9	2.663.723
<b>TOTAL</b>	<b>8.939</b>	<b>92.343.355</b>	<b>100</b>	<b>10.330</b>

**30º SEPTIEMBRE DE 2001 EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

CLASE DE RIESGO	Nº EXPEDIENTES	INDEMNIZACIONES	%	COSTES MEDIOS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE VIVIENDAS	1.393	4.007.854	10,7	2.877
OFICINAS	11	62.791	0,2	5.708
COMERCIOS	614	17.766.485	47,5	28.936
INDUSTRIALES	304	11.600.156	31,0	38.158
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	1.103	3.953.318	10,6	3.584
OBRAS CIVILES	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>3.425</b>	<b>37.390.604</b>	<b>100</b>	<b>10.917</b>

**36° SEPTIEMBRE DE 2004 EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

CLASE DE RIESGO	Nº EXPEDIENTES	INDEMNIZACIONES	%	COSTES MEDIOS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE VIVIENDAS	5.446	12.988.125	36,4	2.385
OFICINAS	40	288.767	0,8	7.219
COMERCIOS	906	8.349.672	23,4	9.216
INDUSTRIALES	379	8.563.895	24,0	22.596
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	2.024	5.463.095	15,3	2.699
OBRAS CIVILES	1	45.546	0,1	45.546
<b>TOTAL</b>	<b>8.796</b>	<b>35.699.099</b>	<b>100</b>	<b>4.059</b>

**42° SEPTIEMBRE DE 2007 EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

CLASE DE RIESGO	Nº EXPEDIENTES	INDEMNIZACIONES	%	COSTES MEDIOS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE VIVIENDAS	2.548	11.476.136	37,1	4.504
OFICINAS	23	488.289	1,6	21.230
COMERCIOS	629	6.026.649	19,5	9.581
INDUSTRIALES	144	7.253.814	23,5	50.374
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	1.141	5.662.326	18,3	4.963
OBRAS CIVILES	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>4.485</b>	<b>30.907.215</b>	<b>100</b>	<b>6.891</b>

**44° OCTUBRE DE 2007 EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

Importes en Euros actualizados a 31.12.08

CLASE DE RIESGO	Nº EXPEDIENTES	INDEMNIZACIONES	%	COSTES MEDIOS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE VIVIENDAS	7.138	43.076.046	50,5	6.035
OFICINAS	22	727.744	0,9	33.079
COMERCIOS	1.230	17.777.902	20,9	14.454
INDUSTRIALES	178	12.387.944	14,5	69.595
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	2.200	11.277.123	13,2	5.126
OBRAS CIVILES	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>10.768</b>	<b>85.246.758</b>	<b>100</b>	<b>7.917</b>

Figura 14: Grandes Inundaciones en la Comunidad Valenciana (Fuente: Consorcio)

---

### 3.3. DAÑOS DIRECTOS SOBRE PROPIEDADES PARTICULARES

---

Tal y como se detallaba anteriormente, los daños que provoca una inundación, pueden clasificarse del siguiente modo:

- Daños Tangibles: Medibles en términos económicos
  - Daños directos
    - Los daños físicos sobre los bienes
      - Sobre Propiedades Privadas
      - Sobre Infraestructuras de Titularidad Pública
    - Los costes de las medidas de emergencia adoptadas
    - Coste de limpieza de calles, casas, etc.
  - Daños Indirectos: De difícil determinación y con una gran variabilidad
- Daños Intangibles

Los daños indirectos son de difícil evaluación, mientras que los intangibles no pueden ser medidos en términos económicos, por lo que nos centramos en los daños directos. Dentro de éstos, la intervención de la administración tanto en el control directo de la Avenida durante el periodo de crisis como a posteriori con la reconstrucción de infraestructuras dañadas o de otras nuevas para la prevención, va a generar una serie de desembolsos económicos que podrán ser cuantificados por las diversas administraciones intervinientes. Finalmente tendremos los daños directos sobre propiedades privadas.

Este tipo de daños va a presentar una gran variabilidad en función del bien dañado (un vehículo, una vivienda, un comercio,...) o del tipo de daños que ha recibido (en el caso de una vivienda, desde desperfectos en la pintura hasta su destrucción).

Es el Consorcio de Compensación de Seguros el encargado de asumir los costes derivados de este tipo de daños, ya que los mismos no son cubiertos por las compañías de seguros. Para que el Consorcio intervenga, es necesario tener contratada una póliza de seguro, ya que con la misma se abona un recargo que es precisamente la base económica que permite abordar este tipo de siniestros.

La cuantificación de este tipo de daños va a ser crucial para poder posteriormente calibrar las curvas de vulnerabilidad, por lo que se aborda a continuación un análisis detallado de la información contenida en las bases de datos del Consorcio de Compensación de Seguros.

### 3.3.1. INFORMACIÓN DE PARTIDA

Para la obtención de las curvas de vulnerabilidad es necesario contar con datos reales que relacionen calados con indemnizaciones. Para ello es imprescindible contar con la información existente en las bases de datos del Consorcio de Compensación de Seguros, ya que es este organismo el encargado de tramitar las indemnizaciones relacionadas con las inundaciones de gran magnitud que se registran en el territorio español. Esta información nos va a permitir además, la realización de un estudio de los daños directos globales sobre el territorio.

En este sentido, se ha solicitado información al Consorcio en lo referente a los expedientes tramitados en la comarca de la Marina Baja y cuyo origen sea la inundación. Esta información ha sido facilitada en formato Excel con una línea de información por cada expediente tramitado. Los datos son los relacionados únicamente con la existencia de inundaciones y restringidos al territorio ocupado por la comarca de la Marina Baja, o lo que es lo mismo, a los municipios relacionados a continuación:

Marina Baja (18 municipios):

03500 – Benidorm(1/5)	03501 – Benidorm(2/5)
03502 – Benidorm(3/5)	03503 – Benidorm(4/5)
03508 – Benidorm(5/5)	03570 – Vila Joiosa, la
03590 – Altea	03580 – Alfàs del Pi, l'
03510 – Callosa d'En Sarrià	03530 – Nucia, la
03520 – Polop	03509 – Finestrat
03578 – Relleu	03518 – Tàrbena
03579 – Sella	03579 – Orxeta
03516 – Benimantell	03517 – Confrides
03518 – Bolulla	03517 – Beniardá
03517 – Castell de Guadalest, el	03517 – Benifato

Como puede observarse, existen municipios que cuentan con varios códigos postales, mientras que otros municipios comparten un mismo código postal. En cualquier caso, la información facilitada por el Consorcio es la de los siniestros ocurridos en los códigos postales del listado anterior.

La tabla original en formato Excel entregada por el Consorcio cuenta con la siguiente información:

- **DOMICILIO:** En este campo se incluye tanto el tipo de vía (calle, plaza,...) como el nombre de la vía en la que se ubica el siniestro o el domicilio de la persona afectada.
- **CPOSTAL:** Código Postal en el que se ubica el siniestro.
- **FOCURRENCIA:** Fecha de ocurrencia del evento que ha provocado el siniestro. Este dato refleja en ocasiones no el evento sino la apertura del expediente, por lo que puede ser del mismo día del evento que provocó el daño o hasta siete días después, ya que este es el periodo que da el Consorcio para comunicar los siniestros.
- **POBLACION:** Municipio en el que se produce el siniestro.
- **TASACION:** Daño material en que se ha tasado la indemnización para cada uno de los expedientes. El importe tasado no tiene porqué coincidir con la indemnización realmente abonada por el Consorcio, ya que pueden existir franquicias o infraseguro en la póliza contratada. De cara al estudio que se efectúa, el valor que debe computarse es en todo caso el de tasación y no la indemnización realmente abonada. Este importe incluye tanto los bienes muebles como los inmuebles, siempre que sean objeto de cobertura de la póliza contratada.
- **CLRIESGO:** Clase de Riesgo cubierto por la póliza de seguro contratada y que ampara la intervención del Consorcio.

### 3.3.2. DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS

A partir de la base de datos suministrada por el Consorcio, se ha procedido a depurar la información con el fin de poder utilizarla con seguridad y eficiencia. Las modificaciones efectuadas abarcan dos aspectos fundamentales, la adición de nuevos campos que permitan la sistematización de la información y su manipulación con mayor facilidad y la corrección de errores detectados en los datos originales. Los nuevos campos añadidos en la base de datos son los siguientes:

- **Identificador.** Se procede a la asignación de un Identificador único y correlativo para la indización de la tabla.
- **Población:** Se han detectado numerosas erratas en la escritura del nombre de la población, así como diversas grafías para algunas poblaciones. Con el fin de estandarizar el nombre del municipio en que se sitúa el expediente, se ha añadido un nuevo campo en el que se recoge el nombre del municipio con su acepción correcta.

- Tipo Vía: A partir del campo DOMICILIO de la base de datos original, se extraen los 6 primeros caracteres en los que se refleja el tipo de vía (calle, plaza, avenida,...).
- Vía: A partir del campo DOMICILIO de la base de datos original se extraen todos los caracteres excepto los 6 primeros.
- Año: Se añade un campo nuevo con el año de ocurrencia del evento con el fin de facilitar el análisis temporal.
- Fecha Evento: A partir de la Fecha suministrada en la base de datos, se ha unificado este valor para poder identificar los eventos más significativos en la serie histórica.
- Tasación € Actuales: Los datos facilitados incluyen la tasación del daño en Euros. Sin embargo, estos valores deben ser adecuadamente actualizados para poder ser comparados de forma homogénea, haciendo desaparecer el efecto de la inflación. Para el proceso de actualización de los valores a euros actuales se ha utilizado información obtenida en la página web del Instituto Nacional de Estadística. La actualización se efectúan en base al valor del Índice de Precios de Consumo en el periodo comprendido entre diciembre del año a corregir y diciembre de 2.009. Para los meses transcurridos de 2.010 no se efectúa corrección alguna. En todas las tablas que se presentan posteriormente se utiliza siempre el valor en Euros Actuales. Los valores empelados en la conversión son los que se muestran en la tabla.

Año	Coficiente INE	%
1995	1.467	46.7%
1996	1.421	42.1%
1997	1.393	39.3%
1998	1.374	37.4%
1999	1.335	33.5%
2000	1.284	28.4%
2001	1.250	25.0%
2002	1.202	20.2%
2003	1.171	17.1%
2004	1.135	13.5%
2005	1.094	9.4%
2006	1.066	6.6%
2007	1.022	2.2%
2008	1.008	0.8%
2009	1.000	0.0%
2010	1.000	0.0%

Tabla 1: Coeficientes de Conversión del IPC a Diciembre de 2.009

- Riesgo: En la base de datos original aparece un campo que establece la Clase de Riesgo cubierta por el Consorcio. Esta clase de riesgo presenta una variabilidad excesiva, por lo que se

procede a agregar un nuevo campo que reduce el número de bienes sometidos a riesgo. En la tabla que se adjunta a continuación se puede ver la conversión realizada.

<b>CLRIESGO</b>	<b>Riesgo</b>
ALMACENES-NAVES	ALMACENES-NAVES
CICLOMOTORES	VEHÍCULOS
COMERCIOS	COMERCIO
COMERCIOS, ALMACENES Y RESTO DE RIESGOS	COMERCIO
COMUNIDADES DE PROPIETARIOS DE VIVIENDAS	COMUNIDADES
CONCESIONARIOS AUTOMÓVILES	COMERCIO
GRANDES SUPERFICIES	GRANDES SUPERFICIES
INDUSTRIALES	INDUSTRIA
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS	INDUSTRIA
INDUSTRIAS AUTOMÓVILES	INDUSTRIA
INDUSTRIAS CONSTRUCCIÓN	INDUSTRIA
INDUSTRIAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS	INDUSTRIA
INDUSTRIAS MADERA Y MUEBLES	INDUSTRIA
INDUSTRIAS QUÍMICAS Y PETRÓLEOS	INDUSTRIA
INDUSTRIAS TEXTILES	INDUSTRIA
INSTALACIONES DEPORTIVAS	INSTALACIONES DEPORTIVAS
INSTALACIONES HOTELERAS	HOTELES
MOTOCICLETAS	VEHÍCULOS
OFICINAS	COMERCIO
RESTO DE INDUSTRIAS	INDUSTRIA
RESTO DE RIESGOS SENCILLOS	RESTO DE RIESGOS INDEFINIDOS
TURISMOS Y VEHIC COMERCIAL. HASTA 3500KG	VEHÍCULOS
VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	VEHÍCULOS
VIVIENDAS	VIVIENDAS
VIVIENDAS Y COMUNIDADES DE PROPIETARIOS	VIVIENDAS Y COMUNIDADES

**Tabla 2: Criterio adoptado para la Reducción de las Clases de Riesgo**

También se ha procedido a una depuración de la información contenida en la tabla original facilitada por el Consorcio. Las tareas realizadas son las siguientes:

- Corrección de CP: Se ha detectado la presencia de Códigos Postales que no concuerdan con la población. Con estos registros, se ha verificado si la dirección pertenece al municipio o al código postal, corrigiendo el valor incorrecto. En caso de que como resultado de esta operación se haya detectado que el expediente pertenece a una población que no es de la comarca de la Marina Alta, se ha procedido a su eliminación.
- Registros con tasación nula o no existente: Se ha detectado la presencia de varios registros con tasación nula o no existente. Estos registros han sido eliminados de la base de datos.
- Corrección de los nombres de las calles. Se ha intentado corregir el nombre de los viales. Sin embargo, se trata de una labor muy dificultosa, puesto que el nombre de una misma calle puede

estar escrito con grafías muy diversas. La corrección se ha realizado únicamente para un número limitado de registros.

### 3.3.3. ANÁLISIS GENERAL DE LA BASE DE DATOS

A partir de la base de datos facilitada por el Consorcio, resulta interesante realizar algunas agregaciones con el fin de poder obtener conclusiones sobre las consecuencias de las inundaciones en la zona de la Marina Baja. Se presentan a continuación 9 tablas que incluyen información agregada obtenida de los registros de la base de datos del Consorcio.

No se considera oportuno incluir en el presente estudio ningún tipo de información desagregada, ya que ésta no va a aportar información adicional.

En esta tabla se detallan los importes tasados en euros actuales que han sido valorados por el Consorcio de Compensación de Seguros en el periodo de tiempo comprendido entre los años 1.995 y la actualidad. Se realiza una distribución anual de los importes y se detalla la cuantía total para cada uno de los municipios de la comarca de la Marina Baja. A la vista de la información presentada, destacan los importes obtenidos para las poblaciones de Benidorm, Altea y Alfás del Pi. Si el análisis se realiza desde el punto de vista temporal, cabe destacar el año 2.007 con gran diferencia respecto del resto, ya que del total de casi 17 millones de Euros del periodo del que se tiene información, 13 corresponden al mencionado año. Posteriormente se realizará un análisis más detallado sobre el evento ocurrido en octubre de dicho año.

Población	Total	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ALFAS DEL PI	2,479,427			77,115		51,244	13,952	56,760	101,177	20,915	6,010	38,623	16,108	2,059,932	4,273	29,145	4,173
ALTEA	3,274,278			95,569	2,578	14,078	136,974	71,675	151,606	3,939	42,604	164,115	51,169	2,430,897	44,506	64,566	
BENIDORM	6,235,896		1,538	653,851	743		112,057	10,689	246,920	13,157		15,107	253,667	4,541,372	34,558	352,239	
BENIFATO	8,533													8,533			
BENIMANTELL	19,414													16,213			3,202
BOLULLA	2,735													2,735			
CALLOSA D'EN S.	679,767													661,116		15,893	2,758
FINESTRAT	1,091,228			113,685			752	19,439	34,764			12,142	6,282	804,996	78,728	17,592	2,847
LA NUCIA	1,762,941	2,194	1,860	78,891		26,690	2,117	5,821	93,977		2,822	9,958	15,621	1,449,506	613	72,873	
LA VILA JOIOSA	651,283		325	169,397		1,734	772	12,818	19,476	166		1,817		426,131	9,847	8,799	
ORXETA	157,707			22,630				19,860	613	20,969				86,418	2,416	4,800	
POLOP	226,280								613				341	215,981	3,715	5,630	
RELLEU	134,304			847										127,107		6,350	
SELLA	47,282			3,204										26,443	17,635		
TARBENA	101,580									3,643				97,937			
TOTAL MARINA BAJA	16,873,716	2,194	3,722	1,215,190	3,321	93,746	267,209	197,062	649,146	62,790	51,436	241,762	343,188	12,955,792	196,291	577,887	12,980

Tabla 3: Daño Material (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010

Si se relacionan los importes en euros actuales en cada una de las poblaciones de la Marina Alta y la Marina Baja con el número de habitantes, se podrán identificar las poblaciones más castigadas por las inundaciones. El número de habitantes de cada municipio es el del padrón del año 2.009, la información ha sido tomada de la página web del Instituto Nacional de Estadística. A la vista de los resultados de la tabla que se adjunta, cabe destacar como municipios más afectados Orxeta y Finestrat, con un valor medio para la comarca de 89 euros por habitante. Hay que destacar que en el análisis se toma la población existente el año 2.009, sin considerar la posible evolución temporal de la misma entre los años 1.995 y 2.010 en que se efectúa el análisis. Por otro lado, en estos datos no se tiene en cuenta el efecto que produce la segunda residencia, ya que ésta sufre daños con las inundaciones pero no se refleja su existencia en los datos poblacionales, puesto que los propietarios están habitualmente empadronados en la localidad de su residencia habitual. El mismo fenómeno sucede con las plazas hoteleras o viviendas turísticas en alquiler. Este efecto es especialmente significativo en los municipios costeros.

Población	Total	Población	€ por Habitante
ALFAS DEL PI	2,479,427	21,011	118
ALTEA	3,274,278	23,780	138
BENIDORM	6,235,896	71,034	88
BENIFATO	8,533	187	46
BENIMANTELL	19,414	490	40
BOLULLA	2,735	433	6
CALLOSA D'EN SARRIÀ	679,767	8,056	84
FINESTRAT	1,091,228	6,137	178
LA NUCIA	1,762,941	17,874	99
LA VILA JOIOSA	651,283	33,797	19
ORXETA	157,707	870	181
POLOP	226,280	4,245	53
RELLEU	134,304	1,262	106
SELLA	47,282	652	73
TARBENA	101,580	792	128
TOTAL MARINA BAJA	16,873,716	190,620	89

Tabla 4: Ratio del Daño Material en Euros Actuales por habitante para el periodo 1.995 – 2.010

En esta tabla se efectúa la agregación por poblaciones, igual que en el caso anterior, pero presentando los importes acumulados por el tipo de riesgo. Como era de esperar, la mayor cuantía aparece en las viviendas, seguido de comercios y vehículos.

Población	Total	VIVIENDAS	COMUNIDADES	VIVIENDAS Y COMUNIDADES	COMERCIO	VEHICULOS	ALMACENES-NAVES	GRANDES SUPERFICIES	HOTELES	INDUSTRIA	INSTALACIONES DEPORTIVAS	RESTO DE RIESGOS INDEFINIDOS
ALFAS DEL PI	2,479,427	1,966,772	67,465		268,902	130,744	2,012		22,073	11,899		9,560
ALTEA	3,274,278	2,455,204	200,220		332,298	204,068	3,550	185	3,682	8,419	21,532	45,120
BENIDORM	6,235,896	1,562,742	379,786		2,994,944	437,005	1,333	6,107	72,252	332,695	53,446	395,585
BENIFATO	8,533	8,533										
BENIMANTELL	19,414	13,976										5,438
BOLULLA	2,735	2,002				733						
CALLOSA D'EN SARRIÁ	679,767	228,205	3,524		16,168	59,267			137,810			234,792
FINESTRAT	1,091,228	538,654	29,430		91,813	34,094	1,023	13,430	56,232	326,553		
LA NUCIA	1,762,941	1,536,571	17,715	2,194	50,122	30,005	4,812	3,680		940	102,227	14,675
LA VILA JOIOSA	651,283	569,468	24,050	325	33,359	17,925				3,515		2,641
ORXETA	157,707	155,176				2,530						
POLOP	226,280	220,012				6,268						
RELLEU	134,304	91,950			20,402	21,952						
SELLA	47,282	30,713	1,302		15,267							
TARBENA	101,580	51,392	48,163		2,026							
TOTAL M. BAJA	16,873,716	9,432,431	771,654	2,518	3,825,302	944,592	12,729	23,403	292,049	684,020	177,206	707,812

Tabla 5: Daño Material (en euros actuales) distribuido por el tipo de riesgo y el año de ocurrencia en el periodo 1.995 – 2.010

Si se toma únicamente el daño material tasado en viviendas, por ser este el tipo de riesgo con mayor repercusión, obtenemos la tabla que se adjunta.

Población	Total	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ALFAS DEL PI	1,966,772			41,313		38,790	9,939	40,654	64,603	20,915	6,010	29,889	12,579	1,688,510	3,694	9,876	
ALTEA	2,455,204			62,104	2,578	14,078	126,651	53,442	122,937	1,358	42,604	56,876	35,462	1,912,362	12,476	12,276	
BENIDORM	1,562,742			66,175			18,781	4,569	20,002	4,503		6,751	28,666	1,289,689	7,272	116,335	
BENIFATO	8,533													8,533			
BENIMANTELL	13,976													10,775			3,202
BOLULLA	2,002													2,002			
CALLOSA D'EN SARRIÁ	228,205													218,924		6,523	2,758
FINESTRAT	538,654			58,270				19,439	17,525			1,302	6,282	416,390	2,117	17,330	
LA NUCIA	1,536,571		1,110	75,741		26,690	2,117	5,821	93,507		2,822	9,958	14,875	1,273,696		30,234	
LA VILA JOIOSA	569,468			138,240			772	10,822	19,476			733		388,521	2,105	8,799	
ORXETA	155,176			21,670				19,860	613	20,969				84,848	2,416	4,800	
POLOP	220,012								613				341	209,713	3,715	5,630	
RELLEU	91,950			847										84,753		6,350	
SELLA	30,713			3,204										9,874	17,635		
TARBENA	51,392									3,643				47,748			
TOTAL MARINA BAJA	9,432,431	0	1,110	467,563	2,578	79,558	158,845	154,607	339,277	51,388	51,436	105,509	98,205	7,646,814	51,430	218,152	5,960

Tabla 6: Daño Material de siniestros en viviendas (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010

En la siguiente tabla únicamente se han tenido en cuenta los siniestros en comunidades de vecinos.

Población	Total	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ALFAS DEL PI	67,465			9,464			1,391	1,968	9,793			284		39,590		800	4,173
ALTEA	200,220			23,167			3,589	1,856	23,680			17,313		127,312	2,997	306	
BENIDORM	379,786			38,848	743				3,066			6,883	5,351	279,662	2,188	43,044	
CALLOSA D'EN SARRIÁ	3,524													3,524			
FINESTRAT	29,430			4,358					1,194					23,616		262	
LA NUCIA	17,715		750	586									746	15,633			
LA VILA JOIOSA	24,050			14,243								439		9,367			
SELLA	1,302													1,302			
TARBENA	48,163													48,163			
TOTAL MARINA BAJA	771,654	0	750	90,667	743	0	4,980	3,825	37,732	0	0	24,919	6,098	548,169	5,185	44,412	4,173

Tabla 7: Daño Material de siniestros en Comunidades de Vecinos (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010

Al igual que en los casos anteriores, se adjunta una tabla individualizada para los siniestros en Comercios.

Población	Total	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ALFAS DEL PI	268,902			4,582				26,780			8,450	3,528	224,019		1,543	
ALTEA	332,298			5,808		1,226	8,805	4,370			12,294		255,986	28,067	15,741	
BENIDORM	2,994,944		1,538	421,310		83,977		155,367				4,776	2,169,194	14,476	144,307	
CALLOSA D'EN SARRIÁ	16,168												16,168			
FINESTRAT	91,813			19,038				12,066			6,637		32,083	19,142		2,847
LA NUCIA	50,122			745				470					19,254		29,653	
LA VILA JOIOSA	33,359			8,301					166				22,987	1,905		
RELLEU	20,402												20,402			
SELLA	15,267												15,267			
TARBENA	2,026												2,026			
TOTAL MARINA BAJA	3,825,302	0	1,538	459,784	0	85,203	8,805	199,053	166	0	27,381	8,304	2,777,386	63,590	191,244	2,847

Tabla 8: Daño Material de siniestros en Comercios (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010

Para los vehículos de todo tipo, el resumen de siniestralidad es el de la tabla que se muestra a continuación. Al igual que en los casos anteriores, destacan los importes obtenidos para el año 2.007, que es con diferencia el que presenta una mayor siniestralidad debido al evento ocurrido en octubre de dicho año.

Población	Total	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ALFAS DEL PI	130,744			4,467			1,510						107,261	579	16,927
ALTEA	204,068			4,489		1,958	2,712				66,646	15,708	111,588	966	
BENIDORM	437,005			27,234		7,965	6,120	22,379			1,473	2,066	320,554	10,622	38,592
BOLLULLA	733												733		
CALLOSA D'EN SARRIÁ	59,267												59,267		
FINESTRAT	34,094			5,304		752		3,981			3,180		20,877		
LA NUCIA	30,005			1,819									26,300	613	1,274
LA VILA JOIOSA	17,925			8,613	1,734								1,741	5,838	
ORXETA	2,530			961									1,569		
POLOP	6,268												6,268		
RELLEU	21,952												21,952		
TOTAL MARINA BAJA	944,592	0	0	52,887	1,734	10,675	10,343	26,359	0	0	71,299	17,773	678,111	18,617	56,793

Tabla 9: Daño Material de siniestros en Vehículos (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010

A la vista de la información, es posible individualizar los grandes eventos de precipitación ocurridos en el periodo del que se tiene información. En la tabla se muestran los datos por poblaciones para los eventos más dañinos ocurridos entre 1.995 y la actualidad. Cabe destacar nuevamente el evento ocurrido los días 11 y 12 de octubre de 2.007, con más de 11 millones de euros en indemnizaciones.

Población	Total	09/12/1995	10/09/1996	30/09/1997	11/11/1999	23/10/2000	02/04/2002	06/05/2002	21/09/2007	11/10/2007	27/09/2009	14/12/2009
ALFAS DEL PI	2,174,145			72,510		8,731		48,813	3,626	2,018,380	20,085	2,000
ALTEA	2,566,487			43,314		123,905		138,308	124,582	2,093,139	40,800	2,439
BENIDORM	5,204,272			653,851		112,057		23,960	541,246	3,735,749	137,410	
BENIFATO	8,533									8,533		
BENIMANTELL	16,213									16,213		
BOLULLA	2,735									2,735		
CALLOSA D'EN SARRIÁ	673,639									661,116	12,523	
FINESTRAT	921,307			111,013				11,443	50,861	730,397	16,512	1,080
LA NUCIA	1,607,887	2,194		66,488		378		81,861	93,121	1,291,242	72,604	
LA VILA JOIOSA	583,343			167,517		772		17,661	40,652	349,148	7,594	
ORXETA	113,848			22,630						86,418	4,800	
POLOP	222,224							613		215,981	5,630	
RELLEU	134,304			847					24,215	102,891	6,350	
SELLA	29,647			3,204						26,443		
TARBENA	81,863									81,863		
TOTAL MARINA BAJA	14,341,507	2,194	0	1,141,375	0	246,428	0	322,660	878,303	11,420,722	324,307	5,519

Tabla 10: Daño Material (en euros actuales) distribuido por poblaciones para los grandes eventos del periodo 1.995 – 2.010

Dada la importancia del evento de octubre de 2.007 en el conjunto de datos analizado, se muestra a continuación una última tabla en la que se refleja únicamente dicho evento. Los importes reflejan el daño material tasado en euros actuales para cada una de las poblaciones de la Marina Baja y con discretización por el tipo de riesgo. Por tipo de riesgo destacan las viviendas por encima del resto, seguido por comercios y vehículos, mientras que por poblaciones cabe destacar, Benidorm, Altea y Alfás del Pi.

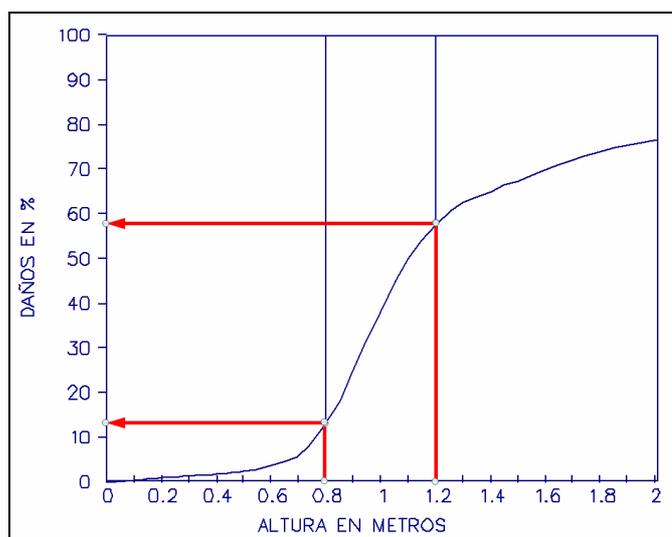
Población	Total	VIVIENDAS	COMUNIDADES	COMERCIO	VEHICULOS	ALMACENES-NAVES	GRANDES SUPERFICIES	HOTELES	INDUSTRIA	INSTALACIONES DEPORTIVAS	RESTO DE RIESGOS INDEFINIDOS
ALFAS DEL PI	2,018,380	1,662,488	35,536	212,543	107,261						552
ALTEA	2,093,139	1,655,107	74,355	255,986	103,055						4,636
BENIDORM	3,735,749	1,145,762	261,755	1,838,537	172,573		6,107	2,351	243,568	17,653	47,443
BENIFATO	8,533	8,533									
BENIMANTELL	16,213	10,775									5,438
BOLULLA	2,735	2,002			733						
CALLOSA D'EN SARRIÁ	661,116	218,924	3,524	16,168	59,267			137,810			225,423
FINESTRAT	730,397	398,141	20,351	5,666	4,256				301,983		
LA NUCIA	1,291,242	1,134,515	9,951	19,254	17,710		3,680		940	102,227	2,964
LA VILA JOIOSA	349,148	320,718	9,210	15,705					3,515		
ORXETA	86,418	84,848			1,569						
POLOP	215,981	209,713			6,268						
RELLEU	102,891	82,489		20,402							
SELLA	26,443	9,874	1,302	15,267							
TARBENA	81,863	31,674	48,163	2,026							
TOTAL MARINA BAJA	11,420,722	6,976,039	464,146	2,401,554	472,693	0	9,788	140,161	550,005	119,880	286,456

Tabla 11: Daño Material (en euros actuales) distribuido por el Tipo de Riesgo y Población para el Evento de los días 11 y 12 de Noviembre de 2.007

#### 4. LOS CONCEPTOS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

Se define como vulnerabilidad, a los daños que potencialmente se pueden producir en un punto del territorio y en una determinada época del año. En este sentido, la vulnerabilidad depende del uso del suelo (bien actual o bien planificado) y varía con la magnitud de la inundación.

La variable de magnitud más importante en la determinación de la vulnerabilidad frente a una inundación es el nivel (o calado) máximo alcanzado por las aguas, de tal forma que para cualquier uso del suelo se puede determinar una curva de porcentaje de daño sobre el valor total en función de ese calado del tipo representado en la siguiente figura. A pesar de la importancia del calado, no hay que olvidar que existen otros factores que influyen en los daños producidos, aunque en menor medida, como son la velocidad del agua, la duración de la inundación, la cantidad de sedimentos arrastrados, etc. Estos factores, además de tener menor importancia son más difícilmente evaluables.



**Figura 15: Evolución de los daños en función de la altura de agua alcanzada para un uso del suelo genérico**

Una inundación es un fenómeno natural no permanente, durante el cual una parte del territorio es ocupada temporalmente por las aguas. El riesgo que provocan las inundaciones en una zona concreta del territorio se obtiene por la combinación en el espacio de la peligrosidad y la vulnerabilidad, tal y como se esquematiza en la figura. El riesgo es, por tanto, el daño medio que potencialmente pueden producir las inundaciones, y será mayor en la medida en que la vulnerabilidad y la peligrosidad también lo sean.

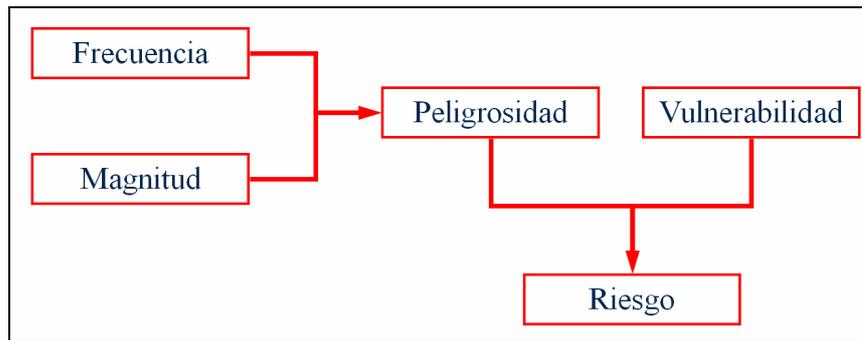


Figura 16: El Riesgo de Inundación

La peligrosidad vendrá dada a su vez, por la combinación de la frecuencia y magnitud de la inundación.

La definición más habitual de frecuencia de una determinada inundación es la probabilidad de que en un año cualquiera el caudal que la produce se vea superado al menos una vez. Sin embargo, la mayor parte de las veces se habla de período de retorno en años, que es el inverso de esta probabilidad de excedencia. Los límites de frecuencias que se manejan en este trabajo para la evaluación del impacto son las de 25, 100 y 500 años.

Por otra parte, la magnitud de la inundación depende de la cantidad de precipitación, de las características de la cuenca vertiente al punto considerado (fundamentalmente su tamaño y la capacidad de infiltración del terreno), y por último de las condiciones de drenaje de ese punto concreto. De tal forma que si la capacidad de drenaje es insuficiente para la magnitud de los caudales recogidos por la cuenca vertiente, se produce una inundación.

Desde el punto de vista matemático, puede procederse al cálculo del riesgo en una zona determinada. Asumiendo que Riesgo es el daño medio en cada punto del territorio, la Densidad Espacial de Riesgo será:

$$D = \int_{F=0}^{F=1} V(h) dF_H = \int_{h=0}^{h=\infty} V(h) f_H(h) dh$$

## 5. ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO

Tal y como se ha establecido, la vulnerabilidad del territorio depende de dos factores, la tipología de uso del suelo y la magnitud de la inundación.

En este capítulo se va a proceder a la división del territorio en diferentes usos tipificados y homogéneos desde el punto de vista de la evaluación de la vulnerabilidad. Sin embargo, en realidad siempre existen particularidades que hacen los daños muy distintos dentro de un mismo uso del suelo.

---

### 5.1. TIPOS DE USOS DEL SUELO

---

En un principio, puede efectuarse una primera gran división del territorio en dos usos principales:

- Usos urbanizados. Con diferencia, éstos son los usos con mayor vulnerabilidad. Residencial, Industrial, equipamientos servicios e infraestructuras, terciario, mixto, otros sin definir.
- Usos agrícolas. En principio van a presentar una menor vulnerabilidad, pero en términos de superficie suelen ser los más afectados.

A partir de esta división, es necesario efectuar un análisis con mayor detalle con el fin de poder ajustar en mayor medida las curvas de vulnerabilidad a cada uno de los usos del territorio. En este sentido, se ha adoptado la siguiente zonificación:

- Urbanizado
  - Residencial
    - RBD: Residencial de Baja Densidad
    - RMD: Residencial de Media Densidad
    - RAD: Residencial de Alta Densidad
    - AIS: Viviendas Aisladas en suelo agrícola
  - IND: Industrial

- INF: Infraestructuras
- Agrícola
  - Arbolado
    - ARS: Cultivos Arbolados en Secano
    - ARR: Cultivos Arbolados en Regadío
  - No arbolado
    - CUS: Cultivos no arbolados en Secano
    - CUR: Cultivos no arbolados en Regadío
- SIN: Sin Aprovechamiento

A partir de lo anterior, podemos ver que se establece una división del territorio en 11 tipologías:

Nº Tipología	Código Tipología	Definición
1	RBD	Residencial de Baja Densidad
2	RMD	Residencial de Media Densidad
3	RAD	Residencial de Alta Densidad
4	AIS	Viviendas Aisladas en suelo agrícola
5	IND	Industrial
6	INF	Infraestructuras
7	ARS	Cultivos Arbolados en Secano
8	ARR	Cultivos Arbolados en Regadío
9	CUS	Cultivos no arbolados en Secano
10	CUR	Cultivos no arbolados en Regadío
11	SIN	Sin Aprovechamiento

**Tabla 12: Zonificación del Territorio**

---

## 5.2. USOS DEL SUELO DEL PROYECTO CORINE

---

Para lograr la división del territorio establecida en el punto anterior se ha utilizado como base de partida la información contenida en el proyecto Corine Land Cover. Se trata de una Base de Datos Geográfica sobre la Ocupación del Suelo de la Unión Europea.

El proyecto Corine Land Cover (CLC), tiene como objetivo fundamental la captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la Cobertura y/o Uso del Territorio (Ocupación del suelo). El proyecto se engloba dentro del Programa CORINE (Coordination of Information of the Environment), el cual se inicia El 27 de junio de 1985 en virtud de una decisión del Consejo de ministros de la Unión Europea (CE/338/85). El programa Corine pasa en 1995 a ser responsabilidad de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)

Debido al seguimiento por parte de los países de la Unión Europea de una serie de directrices comunitarias (relativas especialmente a aspectos técnicos, como son la escala, resolución, nomenclatura, etc.) a la hora de realizar este proyecto, hoy se cuenta con una información perfectamente comparable entre los diferentes países, habiéndose constituido en una herramienta fundamental para la política medioambiental y estadística en el ámbito europeo.

En España, el organismo ocupado del desarrollo del proyecto Corine es el Centro Nacional de Referencia en Ocupación del Suelo, que está constituido y dirigido por el Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.) y el Centro Nacional de Información Geográfica (C.N.I.G.). Pertenece a la Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente (EIONET), de la Agencia Europea de Medio Ambiente y está especializado en el tema de ocupación.

---

## 5.3. PROCESO DE ZONIFICACIÓN

---

La información contenida en el proyecto Corine ha sido corregida y mejorada en el ámbito del estudio que se está realizando y ha sido empleada como punto de partida para la división del territorio en los distintos usos definidos.

En primer lugar se ha procedido a la mejora de los polígonos contenidos en el proyecto Corine. Para ello se ha llevado a cabo un proceso manual de corrección con el fin de ajustar en la medida de lo posible las áreas de Corine a la realidad observada en las ortofotos del terreno.

Posteriormente se ha llevado a cabo la conversión de los usos previstos en el proyecto Corine a los establecidos anteriormente para la zonificación del territorio en el estudio de vulnerabilidad. La conversión realizada se muestra a continuación, donde se facilita el uso según Corine seguido de la codificación asignada en la zonificación prevista.

Bosque de coníferas.	SIN
Campo de golf.	CUR
Carretera pavimentada.	INF
Cauce ancho en estado natural.	SIN
Cítricos.	ARR
Cauce estrecho en estado natural.	SIN
Cultivos abandonados.	SIN
Cultivos permanentes en seco.	CUS
Encauzamiento artificial.	SIN
Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa.	SIN
Estructura urbana abierta.	RBD, RMD o RAD *
Formaciones de matorral denso.	SIN
Frutales en regadío.	ARR
Frutales seco.	ARS
Instalaciones deportivas.	INF
Mar.	SIN
Marjal.	SIN
Matorral.	SIN
Matorral boscoso de coníferas.	SIN
Playas y dunas.	SIN
Salinas.	SIN
Tejido urbano continuo.	RBD, RMD O RAD *
Urbanizaciones ajardinadas.	RBD
Vegetación de ribera.	SIN
Viñedos en seco.	CUS
Zona de extracción de áridos.	SIN
Zona industrial.	IND
Zona portuaria.	IND
Zonas en construcción.	RBD, RMD O RAD *

\* seleccionado manualmente a partir de la visualización de las ortofotos de la zona

El proyecto Corine prevé otras muchas tipologías de uso del suelo, sin embargo, se incluyen en el listado únicamente las tipologías que aparecen en las zonas inundables analizadas.

Se ha detectado en la zona la presencia abundante de viviendas en zona no residencial. Se trata de edificaciones situadas junto a los terrenos de cultivo y distanciadas entre ellas. Lo numeroso de estas edificaciones hace necesario su tratamiento de una forma especial, ya que en caso contrario, los daños en éstas serían infravalorados al ser considerado como terreno de cultivo.

Para ello se ha utilizado una cobertura de edificios en formato vectorial que ha sido combinada con la información del proyecto Corine de forma que se consideran únicamente las edificaciones situadas fuera de zona residencial o industrial.

La cobertura vectorial así obtenida y que cuenta con las viviendas aisladas diferenciadas y con la zonificación en los usos previstos tiene el aspecto que se muestra en la imagen.



Figura 17. Ejemplo de zonificación de los Usos del Suelo

A partir del mapa vectorial anterior, es necesaria su conversión a formato ráster con el fin de poder proceder a su tratamiento posterior. El mapa ráster presenta celdas de 2x2 m, iguales en tamaño y posición a las procedentes de la modelación hidráulica que será empleada posteriormente en la evaluación de daños.



Figura 18. Ejemplo de zonificación de los Usos del Suelo en formato ráster

## 6. ESTIMACIÓN DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD

Tal y como ya se establecía anteriormente en este mismo informe, los daños provocados por una inundación pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Daños Tangibles: Medibles en términos económicos
  - Daños directos
    - Los daños físicos sobre los bienes
      - Sobre Propiedades Privadas
      - Sobre Infraestructuras de Titularidad Pública
    - Los costes de las medidas de emergencia adoptadas
    - Coste de limpieza de calles, casas, etc.
  - Daños Indirectos: Son de difícil determinación, debido a su gran variabilidad.
    - Pérdidas por paralización estructuras viarias, centros de producción y servicios
    - Desaparición de puestos de trabajo
    - Los sobrecostes financieros
    - La desvalorización de los terrenos inundados
- Daños Intangibles

Dentro de los daños tangibles, es decir, los que son monetarizables, se califican como directos los relacionados con el contacto directo con el agua y indirectos, los que son una consecuencia de dicho contacto. Los daños directos pueden ser estructurales, internos o externos (coches, por ejemplo). Los daños indirectos son los costes financieros, de pérdida de beneficio y de limpieza inmediata de los escombros.

El presente estudio se limita a valorar los daños tangibles causados por la inundación, dejando de lado los daños intangibles, que en ocasiones pueden alcanzar una gran importancia, pero sin embargo son difícilmente evaluables por su propia concepción.

Los daños directos van a ser obtenidos por aplicación de curvas de vulnerabilidad para los diversos tipos de usos del suelo, mientras que los indirectos serán calculados mediante un coeficiente.

---

## 6.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD

---

Históricamente, los análisis de daños tuvieron como meta, primero, contribuir a los análisis coste-beneficio desarrollados por las autoridades públicas, y segundo, evaluar los daños para la definición de las cuotas y la compensación de daños, por parte de los organismos de seguros. En los EEUU, organismos como la Federal Emergency Management Administration (FEMA) y la Federal Insurance Administration (FIA) tienen una gran experiencia en la cuestión. Organismos de investigación tales como el Flood Hazard Research Center, en el Reino Unido, son también autores de publicaciones reconocidas.

No obstante, esta experiencia es por lo general poco aplicable a unos contextos locales distintos, lo que constituye una de las principales dificultades en la elaboración de las curvas de daño. En efecto, éstas dependen mucho de las formas urbanas, de los materiales utilizados, de las tipologías de sistemas constructivos, de la existencia de eventuales medidas preventivas contra la inundación, de la cota de elevación de la planta baja, de la cota de las primeras entradas posibles de agua, etc.

En un intento de clasificación de los posibles métodos de elaboración de curvas calado-daños, Grigg et Helweg (1975) definían tres tipos de estrategia: histórica, agregada y distribuida.

En primer lugar, método histórico, el cual consiste en utilizar los datos de las compañías de seguros que han participado en la compensación de los daños causados por los episodios de inundación. Por ello, solo se puede aplicar en el caso que tales informaciones estén disponibles para la zona de estudio. Además, en este método se utilizan las herramientas de la estadística.

En segundo lugar, el método agregado, que propone considerar los elementos en riesgo en una perspectiva zonal, definiendo un modelo superficial en función de una altura de sumersión global para un área dada. Los autores subrayan su problemática aplicación dado las dificultades de definir los parámetros del modelo.

En tercer lugar, el método "distribuido-empírico" consiste en elaborar, mediante encuestas de calle, leyes de comportamiento empírico para los edificios, o de manera semi-agregada para grupos de edificios. Fue por ejemplo utilizada por la FIA, en los EEUU, para elaborar unas series de curvas relativas calado-daño, todavía utilizadas como referencia.

En cualquier caso, tras analizar los trabajos llevados a cabo hasta la fecha, destaca la diversidad de criterios aplicados y la complejidad intrínseca en la consecución de los objetivos.

## 6.2. CURVAS DE VULNERABILIDAD ELEMENTALES

Para poder obtener la curva de vulnerabilidad de cada una de las tipologías en las que se ha dividido el territorio en función del uso del suelo, es necesario disponer de una serie de curvas elementales. Estas curvas elementales van a representar los daños en porcentaje respecto de un valor máximo de daño posible para cada uno de los elementos que pueden sufrir daños. Es decir, si se inunda una zona residencial, dentro de la misma nos vamos a encontrar con viviendas, garajes en planta de sótano, comercios, vehículos, etc. Lógicamente, los daños que se produzcan en una vivienda no podrán ser evaluados de la misma forma que los producidos sobre un local comercial o una vivienda. Es necesario disponer, como punto de partida, de estas curvas elementales que van a representar la evolución de los daños en porcentaje con respecto de la lámina de agua para cada uno de los siguientes bienes afectados por la inundación.

- Residencial en Planta Baja
- Garaje en Sótano
- Jardín Privado
- Limpieza de Viales
- Daños en Viales
- Vehículos en Garaje
- Vehículos en Viales
- Comercio
- Industrial
- Arbolado de Secano
- Arbolado de Regadío
- Cultivos de Secano
- Cultivos de Regadío

Las curvas de vulnerabilidad elementales van a representar la evolución de los daños en porcentaje que van a sufrir los bienes para los distintos calados que pueden presentarse en una inundación. Al tratarse los daños en porcentaje, se considera que el 100% de los daños se corresponderá con el máximo daño que puede provocar la inundación y que posteriormente será valorado en términos monetarios.

### 6.2.1. RESIDENCIAL EN PLANTA BAJA

El primer bien a estudiar, y sin duda el más importante por su repercusión es el denominado Residencial en planta baja.

La definición dada debe ser tomada en un sentido amplio, ya que se van a englobar todos los usos de tipo residencial que pueden darse en planta baja. Es decir, el uso final del bien puede ser diverso:

- Vivienda en planta baja
- Garaje privado asociado a una vivienda unifamiliar
- Garaje comunitario
- Zaguán y zonas comunes para los edificios plurifamiliares
- Etc.

Para la obtención de la curva de vulnerabilidad elemental, se ha partido de la metodología de trabajo establecida en la “Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones”, publicada en septiembre de 2.009 por el Instituto Valenciano de la Edificación y editado por la Conselleria de Medi Ambient, Aigua Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

La Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones, tiene por finalidad analizar el estado en que se encuentra un edificio tras una catástrofe provocada por inundaciones, localizando las posibles lesiones en elementos estructurales y no estructurales, para establecer recomendaciones sobre las actuaciones posteriores a realizar, y hacer una evaluación de los daños en vías a posibles ayudas por parte de la Administración.

El ámbito de aplicación son todos los edificios con uso de vivienda, local comercial, garajes o trasteros que han sufrido daños como consecuencia de inundaciones producidas por fuertes lluvias o desbordamientos.

Los objetivos que propone la guía son:

- Definir metodologías de inspección y criterios comunes de evaluación de daños para que los técnicos apliquen de manera sistemática y homogénea el procedimiento, favoreciendo así los criterios de equidad, proporcionalidad y facilitando las tareas de gestión de ayudas por parte de la Administración derivadas de estas situaciones de emergencia.
- Generar un informe en el que queden reflejados la evaluación y extensión de daños sufridos desde el punto de vista técnico, su relación con la situación de emergencia y con la situación social y familiar del peticionario.

La Guía pretende ser un procedimiento caracterizado por la simplicidad, agilidad y ecuanimidad sin dejar de cumplir con las especificaciones y exigencias establecidas por la Administración.

El procedimiento consta de las siguientes etapas, que se resumen en la figura posterior:

- Toma de datos
  - Obtención de datos previos

- Reconocimiento visual del edificio
- **Análisis**
  - Cálculo del coeficiente de reposición inicial
  - Evaluación del daño
- **Resultados**
  - Propuesta de actuación
  - Informe- Fichas

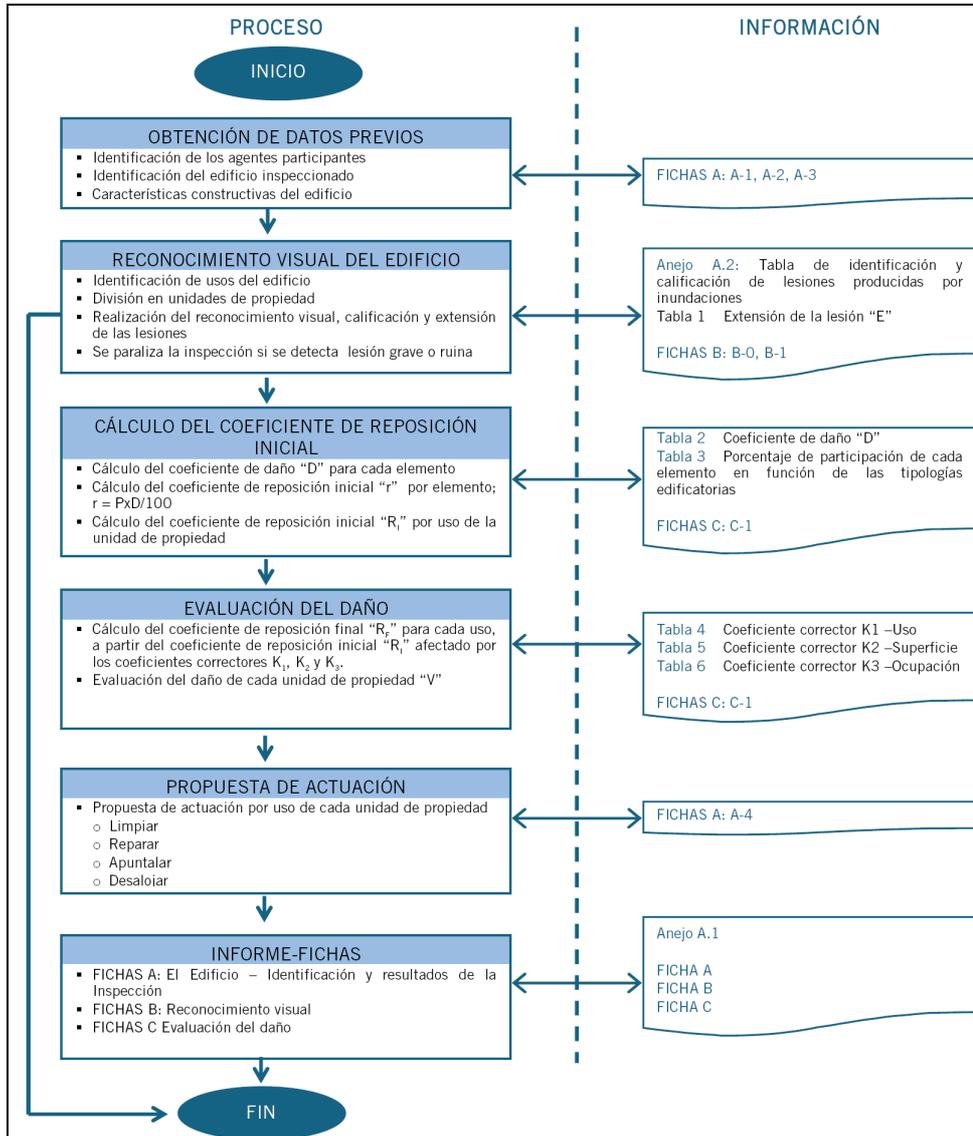


Figura 19. Proceso de Inspección y Evaluación de daños por inundaciones (Fuente: I.V.E.)

El procedimiento establecido en la guía tiene por finalidad la evaluación de daños sobre un bien que está siendo inspeccionado por un técnico con el fin de llegar a una valoración. Sin embargo, las curvas de vulnerabilidad tienen una concepción radicalmente distinta, ya que se pretende evaluar a priori los daños que pueden producirse en una vivienda representativa de todas las de la zona para los diversos calados que puede alcanzar el agua en una inundación. Por este motivo, aunque se ha utilizado en parte la

filosofía de la guía para la obtención de las curvas, ésta ha sido modificada y adaptada a los objetivos que se persiguen.

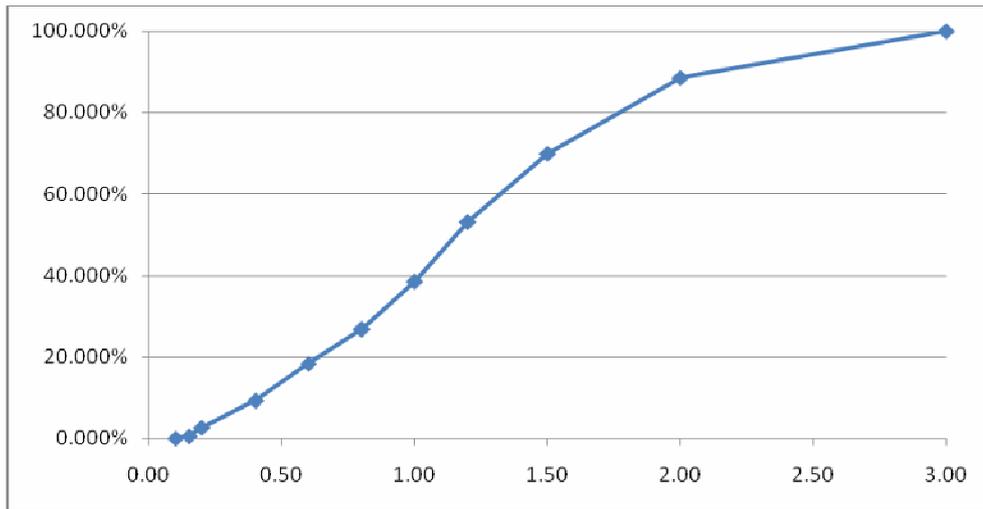
La metodología utilizada es la siguiente. En primer lugar se divide el bien en los diversos elementos e instalaciones que lo componen (estructura, fachadas, particiones, revestimientos, instalación eléctrica, mobiliario, etc.). A continuación se asigna a cada uno de estos elementos un porcentaje de participación en el valor global de los daños que se producirían con una inundación. El porcentaje de daños para cada altura de la lámina de agua vendrá dado por el producto del porcentaje de participación del elemento, por un coeficiente (entre 0 y 1) que va a medir el daño producido en el elemento para cada uno de los calados. Finalmente, el daño total será la suma de los daños parciales para cada uno de los elementos en que se ha dividido el inmueble.

Para el cálculo de la curva de vulnerabilidad, se adoptan calados entre cero (daños nulos) y tres metros. Calados superiores van a ser muy poco comunes y además, a partir de estas alturas de agua, el incremento del daño no crece tan rápido con el aumento del calado. El intervalo adoptado es variable, con mayor concentración en los calados bajos y menor en los altos. De esta forma se va a conseguir una mejor caracterización de la curva.

En la tabla que se adjunta a continuación puede verse el resultado obtenido y en la gráfica la curva de vulnerabilidad elemental para residencial en planta baja.

Planta Baja	Calado	0.10		0.15		0.20		0.40		0.60		0.80		1.00		1.20		1.50		2.00		3.00		
Elementos	Porc Máx	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	
Elementos Estructurales	9.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20	1.80%	0.40	3.60%	0.80	7.20%	1.00	9.00%		
Fachadas	13.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10	1.30%	0.15	1.95%	0.20	2.60%	0.30	3.90%	0.40	5.20%	0.50	6.50%	0.70	9.10%	1.00	13.00%				
Instalaciones Protección	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20	0.20%	0.50	0.50%	0.80	0.80%	1.00	1.00%	1.00	1.00%	1.00	1.00%	1.00	1.00%		
Particiones Interiores	12.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10	1.20%	0.20	2.40%	0.30	3.60%	0.50	6.00%	0.70	8.40%	0.90	10.80%	1.00	12.00%	1.00	12.00%	1.00	12.00%		
Revestimiento Paramentos	18.00%	0.00%	0.00%	0.05	0.90%	0.10	1.80%	0.20	3.60%	0.30	5.40%	0.40	7.20%	0.60	10.80%	0.80	14.40%	0.90	16.20%	1.00	18.00%			
Revestimiento Suelos	10.00%	0.00%	0.05	0.50%	0.10	1.00%	0.30	3.00%	0.50	5.00%	0.70	7.00%	0.90	9.00%	1.00	10.00%	1.00	10.00%	1.00	10.00%	1.00	10.00%		
Revestimiento Techos	2.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.00	2.50%			
Instalación Eléctrica	7.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20	1.40%	0.20	1.40%	0.20	1.40%	0.20	1.40%	0.70	4.90%	1.00	7.00%	1.00	7.00%	1.00	7.00%		
Instalaciones Térmicas	3.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10	0.30%	0.30	0.90%	0.50	1.50%	0.80	2.40%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%		
Fontanería y Sanitarios	5.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10	0.50%	0.30	1.50%	0.50	2.50%	0.50	2.50%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%		
Gas y Combustibles	3.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10	0.30%	0.20	0.60%	0.30	0.90%	0.50	1.50%	0.50	1.50%	0.50	1.50%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%		
Evacuación Aguas	1.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10	0.15%	0.20	0.30%	0.20	0.30%	0.40	0.60%	0.60	0.90%	0.80	1.20%	1.00	1.50%	1.00	1.50%	1.00	1.50%		
Mobiliario y Enseres	15.00%	0.00%	0.00%	0.05	0.75%	0.10	1.50%	0.15	2.25%	0.20	3.00%	0.30	4.50%	0.50	7.50%	0.70	10.50%	0.90	13.50%	1.00	15.00%			
	100.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%												

Tabla 13: Cálculo de la Curva de Vulnerabilidad elemental para residencial en planta baja



Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Planta Baja	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%

Figura 20. Curva de Vulnerabilidad elemental para residencial en planta baja

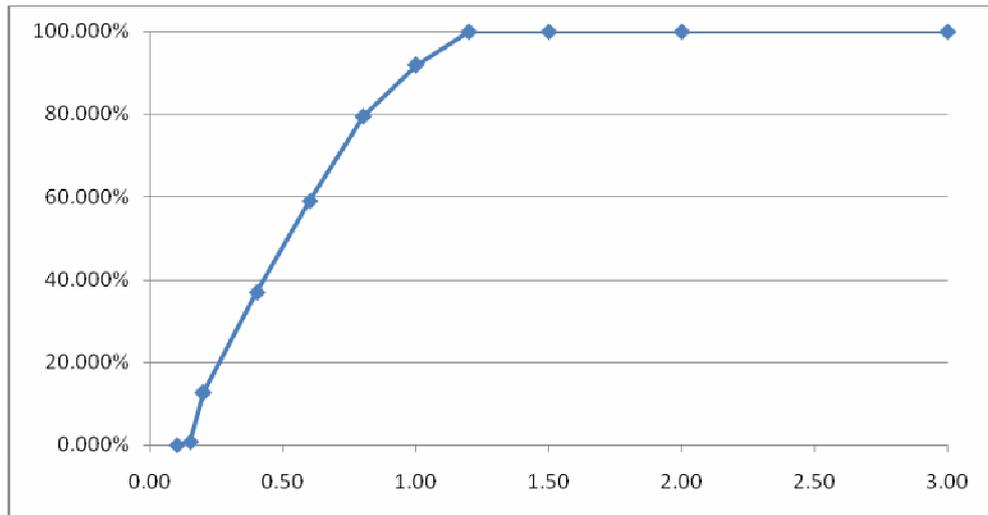
Como puede verse al observar la curva, toma valor nulo hasta un calado de 10 cm. El motivo es que se considera como origen de los calados la calzada de los viales, por lo que para valores menores de la lámina de agua, se considera que el agua no alcanzará el interior de la vivienda y por tanto no provocará daños. Es decir, se asume que la altura de los bordillos de las aceras es de 10 cm. A partir de este valor, la curva aumenta progresivamente con los calados, alcanzando una pendiente máxima con calados entre 1 y 1.5 m. A partir de 2 m de calado, los daños están muy próximos al máximo, que se considera que llega con calados de 3 m.

### 6.2.2. GARAJE EN SÓTANO

Por el mismo procedimiento que en el caso anterior, se obtiene la curva de vulnerabilidad elemental para los garajes en sótano. En este caso, tanto los porcentajes de participación de los elementos como los coeficientes aplicados son distintos con respecto a los empleados en el apartado anterior.

Garaje	Calado	0.10		0.15		0.20		0.40		0.60		0.80		1.00		1.20		1.50		2.00		3.00		
		Porc Máx	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P
Elementos Estructurales	9.00%	0.00%		0.00%		0.00%	0.10	0.90%	0.30	2.70%	0.50	4.50%	0.80	7.20%	1.00	9.00%	1.00	9.00%	1.00	9.00%	1.00	9.00%	1.00	9.00%
Fachadas	9.00%	0.00%		0.00%		0.00%	0.10	0.90%	0.30	2.70%	0.50	4.50%	0.80	7.20%	1.00	9.00%	1.00	9.00%	1.00	9.00%	1.00	9.00%	1.00	9.00%
Instalaciones Protección	8.00%	0.00%		0.00%		0.00%	0.10	0.80%	0.20	1.60%	0.50	4.00%	0.80	6.40%	1.00	8.00%	1.00	8.00%	1.00	8.00%	1.00	8.00%	1.00	8.00%
Particiones Interiores	15.00%	0.00%		0.00%	0.10	1.50%	0.20	3.00%	0.40	6.00%	0.60	9.00%	0.80	12.00%	1.00	15.00%	1.00	15.00%	1.00	15.00%	1.00	15.00%	1.00	15.00%
Revestimiento Paramentos	20.00%	0.00%		0.00%	0.20	4.00%	0.40	8.00%	0.70	14.00%	1.00	20.00%	1.00	20.00%	1.00	20.00%	1.00	20.00%	1.00	20.00%	1.00	20.00%	1.00	20.00%
Revestimiento Suelos	3.00%	0.00%	0.10	0.30%	0.50	1.50%	0.80	2.40%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%
Revestimiento Techos	5.00%	0.00%		0.00%	0.20	1.00%	0.40	2.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%
Instalación Eléctrica	12.00%	0.00%		0.00%	0.20	2.40%	0.80	9.60%	1.00	12.00%	1.00	12.00%	1.00	12.00%	1.00	12.00%	1.00	12.00%	1.00	12.00%	1.00	12.00%	1.00	12.00%
Instalaciones Térmicas	3.00%	0.00%		0.00%		0.00%	0.40	1.20%	0.40	1.20%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%
Fontanería y Sanitarios	5.00%	0.00%		0.00%	0.20	1.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%
Gas y Combustibles	3.00%	0.00%		0.00%	0.10	0.30%	0.20	0.60%	0.50	1.50%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%
Evacuación Aguas	3.00%	0.00%		0.00%		0.00%	0.10	0.30%	0.50	1.50%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%	1.00	3.00%
Mobiliario y Enseres	5.00%	0.00%	0.10	0.50%	0.20	1.00%	0.50	2.50%	0.80	4.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%	1.00	5.00%
	100.00%	0.00%		0.80%		12.70%		36.90%		59.00%		79.50%		91.80%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%

Tabla 14: Cálculo de la Curva de Vulnerabilidad elemental para garaje en sótano



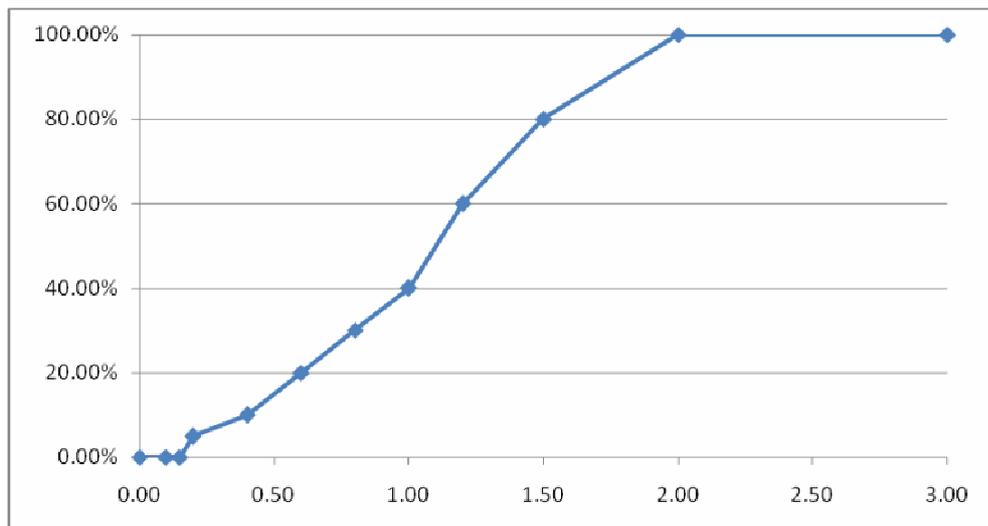
Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Garaje	0.00%	0.00%	0.80%	12.70%	36.90%	59.00%	79.50%	91.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Figura 21. Curva de Vulnerabilidad elemental para garaje en sótano

En este caso, vemos como la evolución de la curva es mucho más rápida y alcanza el valor máximo para calados de 1.2 m, puesto que para este valor de la lámina de agua se considera que la entrada de caudal al garaje es intensa y éste queda completamente inundado.

### 6.2.3. JARDÍN PRIVADO

En caso de existir jardín privado, éste también va a sufrir daños. La presencia de jardines se da básicamente en las urbanizaciones con viviendas unifamiliares, tipología muy abundante en la zona estudiada. La curva de vulnerabilidad elemental adoptada es la siguiente.

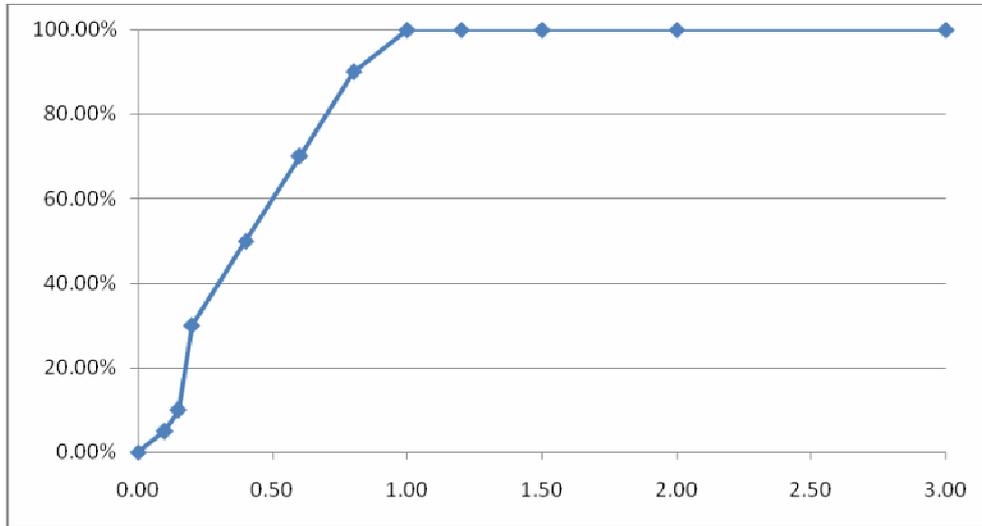


Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Jardín Privado	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	60.00%	80.00%	100.00%	100.00%

Figura 22. Curva de Vulnerabilidad elemental para jardín privado

### 6.2.4. LIMPIEZA DE VIALES

Toda inundación lleva consigo el arrastre de gran cantidad de materiales. Por este motivo, es siempre necesario acometer trabajos de limpieza de viales tras las avenidas para solucionar esta eventualidad. La curva de vulnerabilidad elemental adoptada es la siguiente.



Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Viales Limpieza	0.00 %	5.00 %	10.00 %	30.00 %	50.00 %	70.00 %	90.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %

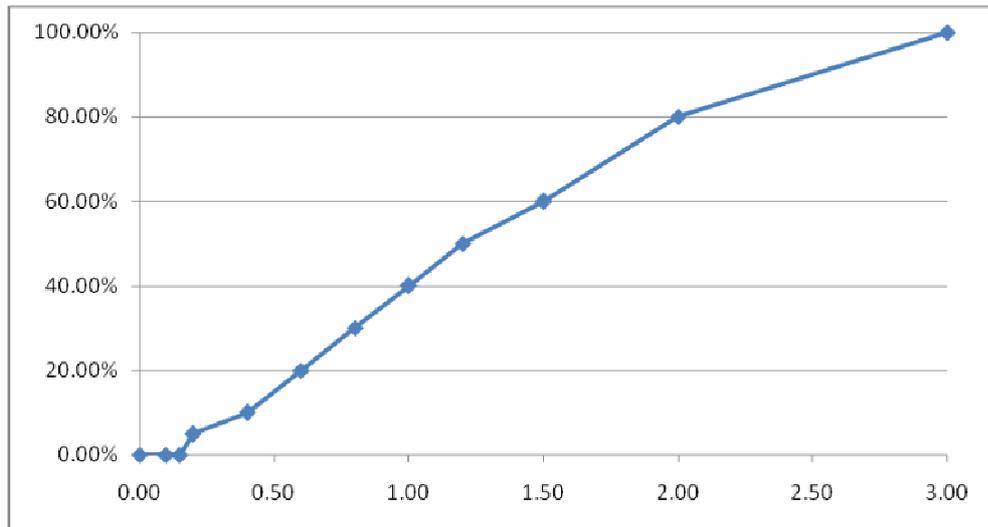
Figura 23. Curva de Vulnerabilidad elemental para limpieza de viales

Como puede verse, se adopta una curva que crece muy rápido hasta alcanzar un valor máximo para calados del orden de 1 metro.

La forma de la curva ha sido obtenida de estudios anteriores realizados tanto a nivel europeo como de la Comunidad Valenciana.

### 6.2.5. DAÑOS EN VIALES

Al igual que se ha evaluado el valor de los trabajos de limpieza, es necesario también tener en cuenta los daños que van a producirse en los viales y en las instalaciones existentes (agua potable, alumbrado, semáforos, electricidad, etc.). La curva adoptada en este caso es la siguiente.



Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Viales Daños	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	80.00%	100.00%

**Figura 24. Curva de Vulnerabilidad elemental para daños en viales**

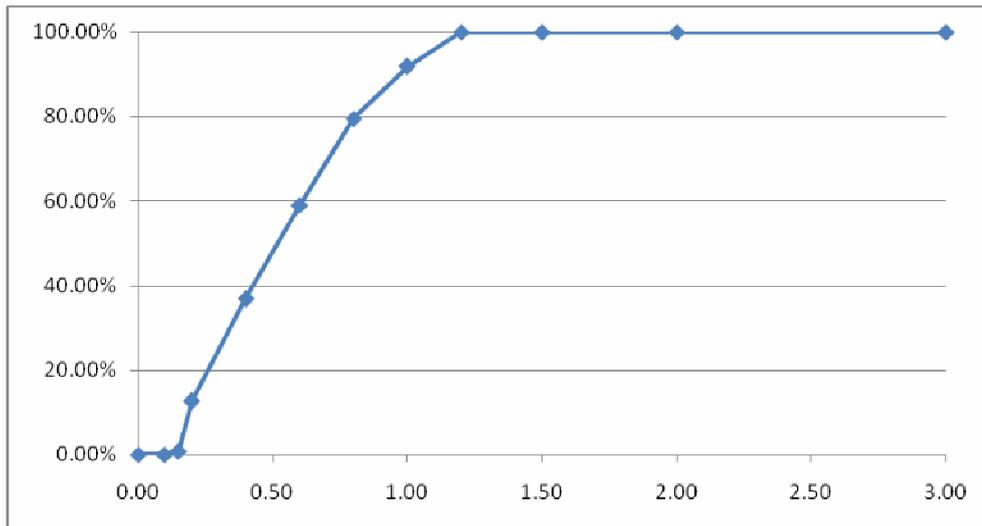
Como puede observarse, la curva toma un crecimiento lineal con el incremento de los calados. Los daños que se han tenido en cuenta para la elaboración de la curva anterior son los siguientes:

- Mobiliario Urbano: Bancos, papeleras, señales, etc.
- Alumbrado y Semáforos: Farolas y semáforos, el cableado y los cuadros eléctricos o de maniobra.
- Electricidad: Cableado y centros de transformación.
- Saneamiento: Conducciones de saneamiento y alcantarillado y elementos auxiliares como imbornales, sumideros y acometidas.
- Agua potable: Conducciones, válvulas y otros elementos singulares.
- Telefonía: Cableado y cuadros eléctricos y de maniobra.
- Viales: Pavimento de acera y calzada.
- Gas: No se considera por no existir red de gas natural en la mayoría de las poblaciones. En caso de existir, los daños serán bajos.

#### 6.2.6. VEHÍCULOS EN GARAJE

El daño a los vehículos estacionados en garaje en planta de sótano durante una inundación alcanza valores muy importantes para calados relativamente bajos. El motivo es que la entrada de agua a los

sótanos va a provocar que el nivel del agua en el interior pueda ser muy superior al existente en los viales. La forma de la curva de vulnerabilidad es la misma que para los daños a los garajes en sótano. En estos casos el factor clave es la altura de la lámina para la que se inicia la entrada de agua al garaje y no el calado máximo alcanzado en el exterior.

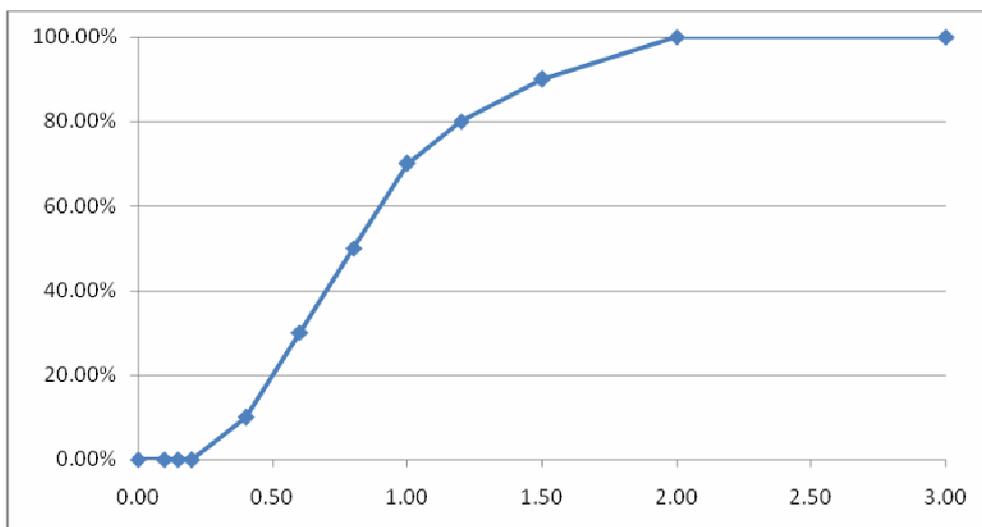


Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Vehículos	0.00	0.00	0.80	12.70	36.90	59.00	79.50	91.80	100.00	100.00	100.00	100.00
Garaje	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Figura 25. Curva de Vulnerabilidad elemental para vehículos en garaje

### 6.2.7. VEHÍCULOS EN VIALES

Los vehículos en viales no van a sufrir daños con calados inferiores a 20 cm. A partir de esta lámina de agua crecen muy rápido hasta valores próximos al máximo con calados superiores a 1,50 m. La curva de vulnerabilidad elemental es la que se muestra en el gráfico.



Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Vehículos Viales	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	80.00%	90.00%	100.00%	100.00%

Figura 26. Curva de Vulnerabilidad elemental para vehículos en viales

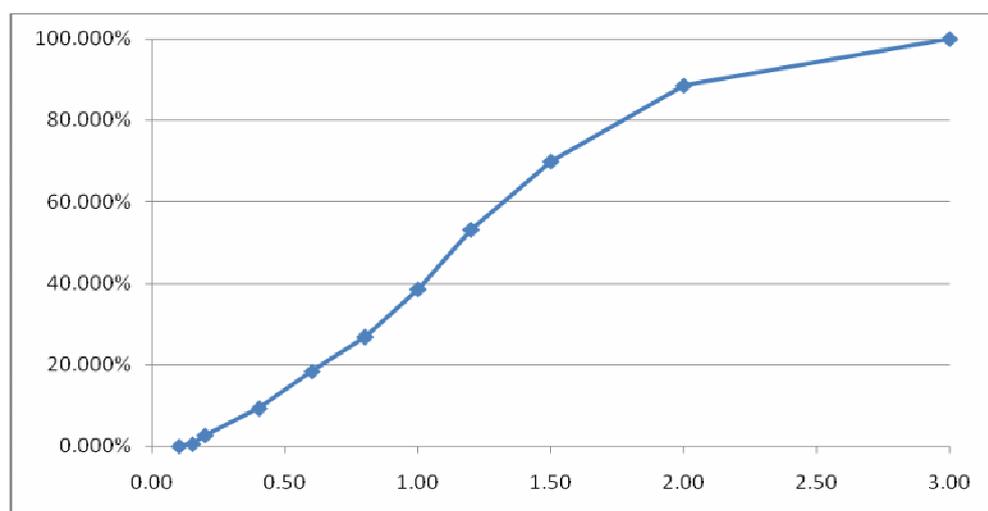
### 6.2.8. COMERCIO

Por lo que se refiere al sector terciario en sus diferentes ramas, se plantea también la dificultad de una generalización dada la heterogeneidad de actividades que integran este sector. La diferenciación que pudiera introducir el grado de sensibilidad de riesgo hace aconsejable individualizar las actividades comerciales por una parte, de los establecimientos turísticos y otros servicios. Usualmente es el subsector de comercio el que asume el mayor valor de riesgo económico, dependiendo directamente la magnitud económica de las pérdidas de la cuantía de stocks, ciclo de comercialización y localización de los centros reguladores según el tipo de mercancía almacenada. Sin embargo, este proceso de individualización encierra grandes dificultades para ser abordado con garantías.

Por este motivo, para evaluar los daños en comercios, se adopta la misma curva de vulnerabilidad elemental que para los daños en residencias en planta baja.

Para las zonas residenciales, ambos usos conviven en las ciudades y los mecanismos de inundación y daños recibidos son similares, ya que habitualmente los comercios se sitúan en los locales comerciales de planta baja de los edificios.

Para los grandes centros comerciales, el tratamiento debería ser individualizado, sin embargo, con el fin de lograr una mayor homogeneidad en los cálculos, se va a asumir la misma curva de vulnerabilidad elemental.



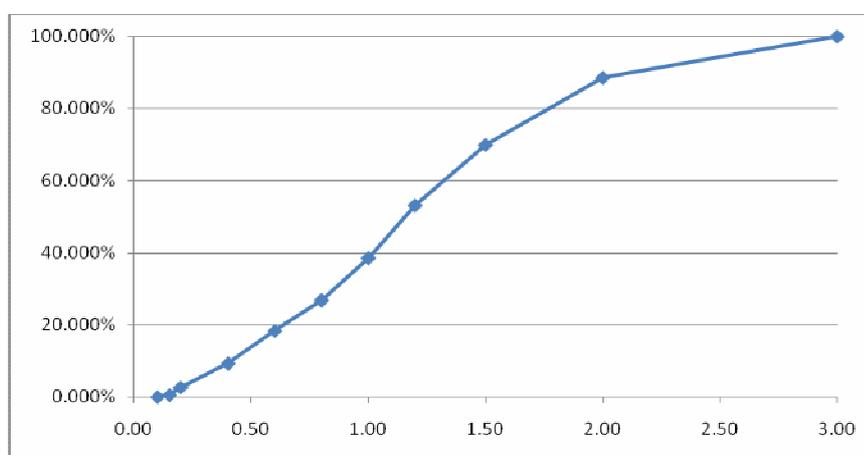
Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Comercio	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%

Figura 27. Curva de Vulnerabilidad elemental para comercio

### 6.2.9. INDUSTRIAL

Si para los usos comerciales la gran variabilidad de tipologías existentes hace complicado el análisis, en los usos industriales este efecto todavía se acentúa más. Los daños causados en la industria pueden ser muy pequeños o muy grandes para los mismos calados en función de la actividad industrial desarrollada. Por tanto, los usos industriales constituyen la tipología más compleja a la hora de determinar su susceptibilidad de daños en una zona de riesgo, como consecuencia de la diversidad sectorial en procesos, tipo y valor de instalaciones, nivel de stocks almacenados, etc.

Con el fin de simplificar en la medida de lo posible, se va a adoptar la misma curva de vulnerabilidad elemental ya utilizada con los usos residenciales y comerciales, que fue descrita con anterioridad.



Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Industrial	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%

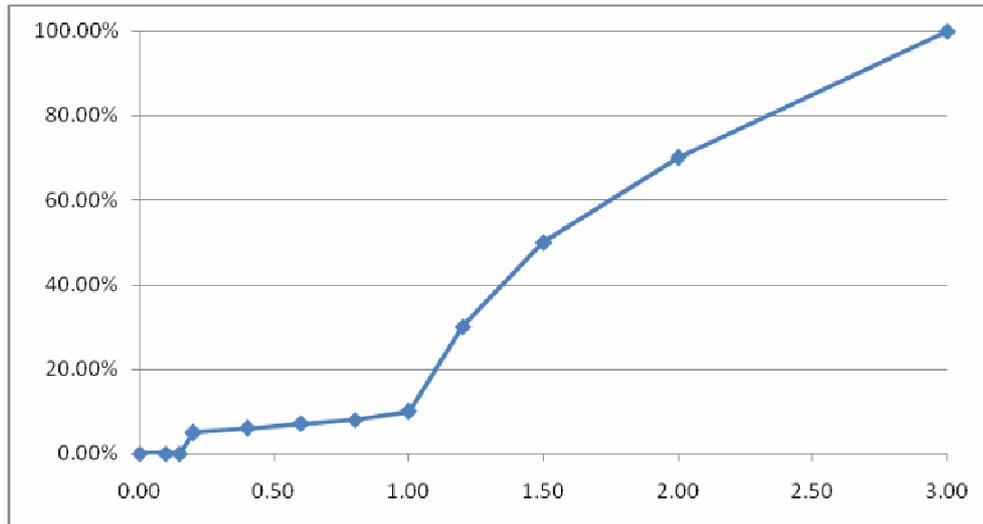
Figura 28. Curva de Vulnerabilidad elemental para industrial

### 6.2.10. USOS AGRÍCOLAS

En los usos agrarios, también va a existir una gran variabilidad de daños en función del tipo de cultivo, el estado vegetativo o las características de la parcela. Sería deseable en este sentido la elaboración de distintas curvas de vulnerabilidad para cada uno de los cultivos presentes. Sin embargo, la complejidad que representa la división del territorio y la asignación de un cultivo a cada punto del espacio lo hace poco recomendable. A esto debemos añadir que el tipo de cultivo puede variar en una misma parcela con el tiempo (según las preferencias del agricultor que lo explota).

Se ha procedido a la utilización de dos curvas de vulnerabilidad elementales, una para arbolado (tanto de secano como de regadío) y otra para el resto de cultivos herbáceos, hortalizas, viñedos, etc., es decir, todo aquello que no puede ser considerado como árbol.

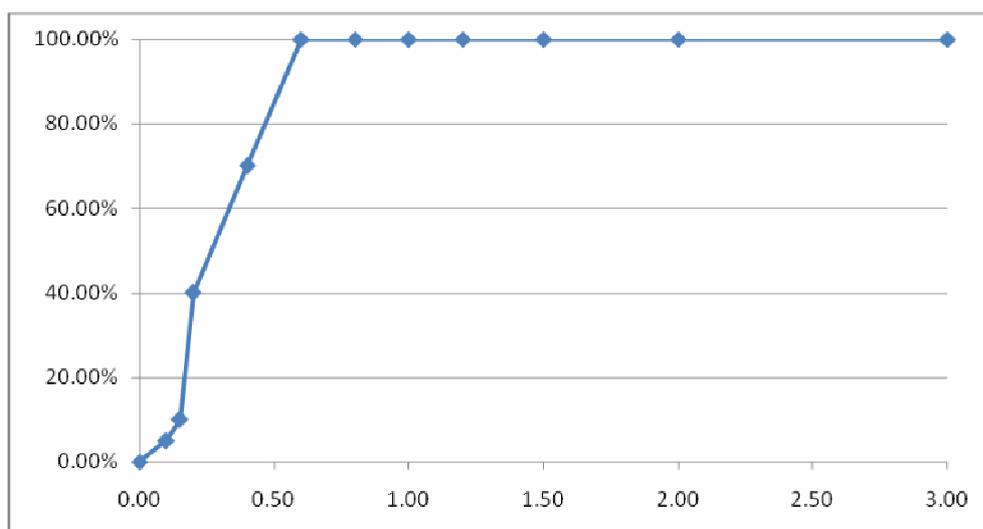
La curva de vulnerabilidad elemental adoptada para el arbolado presenta claramente una doble pendiente, ya que para calados inferiores a 1 m, se considera que los daños a la cosecha serán más o menos importantes, pero los daños a la propia planta son nulos. A partir de este calado, los daños al arbolado aumentan progresivamente, por lo que no solo se perderá la cosecha, sino que en el peor de los casos, toda la plantación deberá ser repuesta con lo que esto conlleva.



Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Arbolado	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	100.00%

Figura 29. Curva de Vulnerabilidad elemental para arbolado

Para el resto de cultivos, la curva de vulnerabilidad elemental presenta una pendiente muy fuerte, con calados muy bajos, ya que la pérdida de la cosecha será muy habitual incluso con calados inferiores a 50 cm.



Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
Cultivos	0.00%	5.00%	10.00%	40.00%	70.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

**Figura 30. Curva de Vulnerabilidad elemental para cultivos**

Es de destacar un factor como es el tiempo de permanencia. El tiempo que está retenida el agua sobre los cultivos va a ser un factor importante a la hora de evaluar la posible pérdida de la cosecha. Sin embargo, al no manejar este tipo de información, y con el fin de homogeneizar los cálculos con el resto de usos, se va a considerar únicamente el calado como parámetro.

### 6.3. MÓDULOS

El siguiente paso es uno de los más sensibles, puesto que se trata de valorar los daños máximos que pueden producirse sobre cada uno de los bienes afectados por una inundación. En función de esos daños máximos, se pueden obtener los daños para el resto de calados por aplicación de las curvas de vulnerabilidad elementales dadas anteriormente.

El módulo adoptado será distinto para cada uno de los bienes que pueden sufrir daños durante una inundación, y que son los que se han individualizado para la obtención de las curvas de vulnerabilidad elementales. Este módulo es el valor medio (a lo largo de todo el territorio analizado) de los daños máximos (para calados superiores a 3 m) que provoca una inundación sobre un metro cuadrado del bien analizado.

Los módulos adoptados en el presente estudio son los siguientes:

Tipología	Módulo
Residencial en Planta Baja	200.00 €
Garaje en sótano	50.00 €
Jardín Privado	2.00 €
Viales Limpieza	0.70 €
Viales Daños	15.00 €
Vehículos en Garaje	2.50 €
Vehículos en Viales	2.50 €
Comercial	250 €
Industrial	250 €
Arbolado Regadío	0.50 €
Arbolado Secano	3.00 €
Cultivos Regadío	0.25 €
Cultivos Secano	1.50 €

**Tabla 15: Módulos adoptados para los daños máximos en diversos tipos de bienes**

Estos módulos han sido obtenidos tras un profundo análisis en el que se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- La calibración de las curvas que se ha realizado sobre el municipio del El Verger y que se detalla posteriormente. Este proceso de calibración ha sido la base fundamental de la que se ha partido para la obtención de los módulos empleados.
- La experiencia del equipo redactor.
- El valor del metro cuadrado de techo según diversos organismos como pueden ser el IVE o el colegio de arquitectos.
- El precio de las viviendas de protección oficial.
- La información contenida en la base de datos de siniestralidad del Consorcio de Compensación de Seguros.
- El estudio del programa Europeo Interreg IIIB Medocc para el cálculo de daños producidos por grandes catástrofes.
- Información de Seguros Agrarios y normativa que los regula.
- Las valoraciones aportadas por agricultores en activo.

Para la valoración de los vehículos se ha partido de la información contenida en la base de datos del Consorcio de Compensación de Seguros. Se engloban en la misma denominación de vehículo tanto a automóviles como motocicletas, ciclomotores, furgonetas, camiones, etc. Es decir, todo tipo de vehículos, con lo que la valoración adoptada es la media de las correspondientes a todas estas tipologías. Se adopta como valor medio de los daños máximos que puede sufrir un vehículo un importe de 2.500€, valor que se obtiene tras realizar la calibración en el municipio del El Verger que se detalla en el apartado siguiente de este informe. El criterio adoptado para la valoración de los vehículos ha sido tomar como valor medio, el obtenido al comparar en el proceso de calibración el porcentaje de daños en vehículos para el Verger con el porcentaje de daños en vehículos en la base de datos del Consorcio para toda la Marina Alta (en el evento del Riu Girona) y que es un 16.5%.

Mención especial merece la obtención del módulo para los daños en viales. En este caso, se ha procedido a la evaluación de los daños medios sobre los distintos elementos e instalaciones que pueden ser afectados por la inundación, siendo el daño máximo la suma de los importes para cada uno de ellos.

Al obtener la curva de vulnerabilidad elemental se han definido los daños sobre cada una de estos elementos o instalaciones.

- **Mobiliario Urbano:** Se consideran los daños en bancos, papeleras, señales, etc. (2.5 €/m<sup>2</sup>).
- **Alumbrado y Semáforos:** En este caso nos podemos encontrar daños sobre las farolas y semáforos, el cableado y los cuadros eléctricos o de maniobra (3.5 €/m<sup>2</sup>).
- **Electricidad:** Los daños sobre el cableado se consideran mínimos, sin embargo, en caso de resultar dañado algún centro de transformación la cuantía de la reparación puede ser considerable (2.5 €/m<sup>2</sup>).
- **Saneamiento:** Aunque las conducciones de saneamiento y alcantarillado no suelen dañarse durante las inundaciones, el gasto en limpieza puede llegar a alcanzar el valor de la construcción de un nuevo colector (4.0 €/m<sup>2</sup>).
- **Agua potable:** Los daños sobre las conducciones, válvulas y otros elementos singulares no van a ser muy elevados, ya que la red de abastecimiento no suele ser afectada durante las inundaciones (0.5 €/m<sup>2</sup>).
- **Telefonía:** Al igual que en el caso anterior, no se esperan daños elevados sobre la red de telefonía. En este caso, los daños se centrarán en los cuadros eléctricos y de maniobra más que en el cableado (0.5 €/m<sup>2</sup>).
- **Viales:** Los propios viales pueden resultar dañados con el arrastre de sedimentos, lo que implicará reparaciones tanto en el asfaltado como en el pavimento de las aceras (1.5 €/m<sup>2</sup>).
- **DAÑO MÁXIMO VIALES:** 15.0 €/m<sup>2</sup>.

La información para realizar este cálculo ha sido obtenida de las bases de precios “centro” y del Instituto Valenciano de la Edificación.

---

#### 6.4. CURVAS DE VULNERABILIDAD POR USOS

---

El siguiente paso es la obtención de las curvas de vulnerabilidad, a partir de las curvas de vulnerabilidad elementales y de los módulos del apartado anterior. Estas curvas de vulnerabilidad van a reflejar para cada tipología en que se ha dividido el territorio, el daño en Euros para cada altura alcanzada por la lámina de agua.

Las curvas obtenidas son el resultado de la calibración realizada sobre el municipio del El Verger y que se detalla en el siguiente apartado.

Como ya se indicó en un apartado anterior las distintas tipologías en que ha sido dividido el territorio son:

Nº Tipología	Código Tipología	Definición
1	RBD	Residencial de Baja Densidad
2	RMD	Residencial de Media Densidad
3	RAD	Residencial de Alta Densidad
4	AIS	Viviendas Aisladas en suelo agrícola
5	IND	Industrial
6	INF	Infraestructuras
7	ARS	Cultivos Arbolados en Secano
8	ARR	Cultivos Arbolados en Regadío
9	CUS	Cultivos no arbolados en Secano
10	CUR	Cultivos no arbolados en Regadío
11	SIN	Sin Aprovechamiento

**Tabla 16: Zonificación del Territorio**

Para cada una de estas tipologías se va a obtener la correspondiente curva por agregación de los daños sufridos en cada uno de los bienes analizados en las curvas elementales. Para cada uno de estos bienes, se aplicará el módulo correspondiente y un porcentaje de ocupación sobre el territorio. Este porcentaje de ocupación ha sido obtenido de un análisis pormenorizado de cada una de las tipologías en que ha sido dividido el territorio y refleja la ocupación media que existe en cada caso.

#### 6.4.1. RESIDENCIAL DE BAJA DENSIDAD

Se considera residencial de baja densidad a las urbanizaciones ocupadas por viviendas aisladas con jardín privado como tipología básica.

La curva de vulnerabilidad para residencial de baja densidad se obtiene a partir de las curvas elementales de los bienes que pueden sufrir daños en esta zona.

Se parte de las siguientes hipótesis:

- Un 10% del suelo está ocupado por viviendas
- Un 20% del suelo está ocupado por jardines privados
- La mitad de las viviendas disponen de garaje en planta de sótano, por lo que los garajes ocuparán un 5% de la superficie total
- Si las viviendas ocupan un 10% y los jardines un 20%, el 70% restante son por tanto viales
- Por cada 1.000 m<sup>2</sup> de superficie, se considera que hay un coche en garaje en sótano con una valoración de 2.500€, por lo que la repercusión por m<sup>2</sup> será de 2,50€/m<sup>2</sup>.

- Por cada 1.000 m<sup>2</sup> de superficie, se considera que hay un coche en la vía pública con una valoración de 2.500€, por lo que la repercusión por m<sup>2</sup> será igualmente de 2,50€/m<sup>2</sup>.

En la tabla que se adjunta, pueden verse las curvas de vulnerabilidad elementales en la parte superior y en la parte inferior el resultado de aplicar el valor del módulo y la ocupación a cada uno de los porcentajes de las curvas elementales.

Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
RES - Planta Baja	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%
RES - Garaje	0.00%	0.00%	0.80%	12.70%	36.90%	59.00%	79.50%	91.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
RES - Jardín Privado	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	60.00%	80.00%	100.00%	100.00%
INF - Viales Limpieza	0.00%	5.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
INF - Viales Daños	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	80.00%	100.00%
VEH - Vehículos Garaje	0.00%	0.00%	0.80%	12.70%	36.90%	59.00%	79.50%	91.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
VEH - Vehículos Viales	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	80.00%	90.00%	100.00%	100.00%
<b>Uso</b>	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
RES - Planta Baja	0.00	0.00	0.10	0.53	1.85	3.66	5.36	7.72	10.64	13.98	17.70	20.00
RES - Garaje	0.00	0.00	0.02	0.32	0.92	1.48	1.99	2.30	2.50	2.50	2.50	2.50
RES - Jardín Privado	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.08	0.12	0.16	0.24	0.32	0.40	0.40
INF - Viales Limpieza	0.00	0.02	0.05	0.15	0.25	0.34	0.44	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
INF - Viales Daños	0.00	0.00	0.00	0.00	1.05	2.10	3.15	4.20	5.25	6.30	8.40	10.50
VEH - Vehículos Garaje	0.00	0.00	0.02	0.32	0.92	1.48	1.99	2.30	2.50	2.50	2.50	2.50
VEH - Vehículos Viales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75	1.25	1.75	2.00	2.25	2.50	2.50
TOTAL (€/m2 suelo)	0.00	0.02	0.19	1.33	5.28	9.88	14.30	18.91	23.62	28.34	34.49	38.89

Tabla 17: Curva de Vulnerabilidad Residencial de Baja Densidad

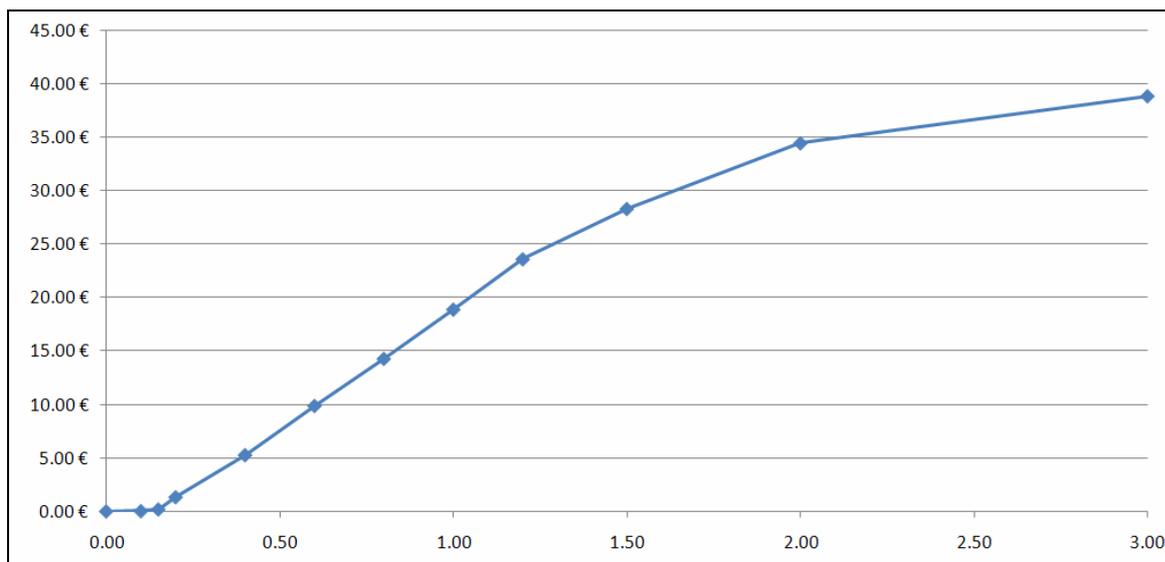


Figura 31. Curva de Vulnerabilidad Residencial de Baja Densidad

#### 6.4.2. RESIDENCIAL DE MEDIA DENSIDAD

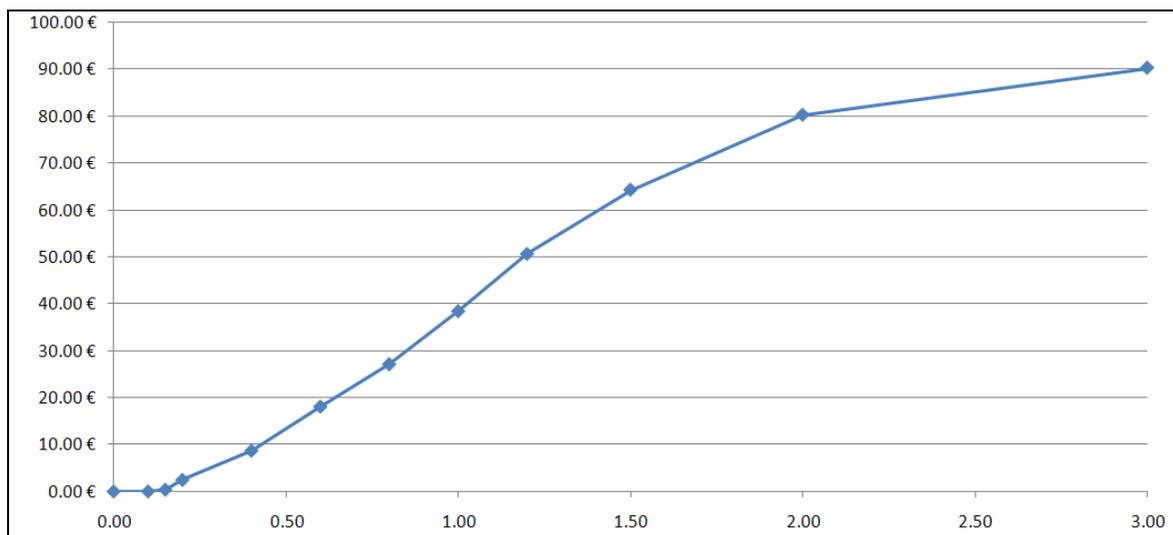
Se considera suelo residencial de media densidad a las viviendas de pueblo situadas habitualmente en los cascos históricos de las poblaciones. Se trata habitualmente de viviendas unifamiliares de dos o tres alturas sin sótano.

La curva de vulnerabilidad se obtiene de forma similar a la anterior, con las siguientes hipótesis:

- Un 35% del suelo está ocupado por viviendas
- No hay garajes en sótano
- Si las viviendas ocupan un 35%, el 65% restante son por tanto viales
- Por cada 1.000 m<sup>2</sup> de superficie, se considera que hay cuatro coches en la vía pública (o en pequeños garajes en planta baja), con una valoración de 2.500€ por unidad, por lo que la repercusión por m<sup>2</sup> será de 10,00€/m<sup>2</sup>.

Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
RES - Planta Baja	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%
INF - Viales Limpieza	0.00%	5.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
INF - Viales Daños	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	80.00%	100.00%
VEH - Vehículos Viales	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	80.00%	90.00%	100.00%	100.00%
<b>Uso</b>	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
RES - Planta Baja	0.00	0.00	0.35	1.86	6.48	12.81	18.76	27.02	37.24	48.93	61.95	70.00
INF - Viales Limpieza	0.00	0.02	0.05	0.14	0.23	0.32	0.41	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
INF - Viales Daños	0.00	0.00	0.00	0.49	0.98	1.95	2.93	3.90	4.88	5.85	7.80	9.75
VEH - Vehículos Viales	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00	9.00	10.00	10.00
<b>TOTAL (€/m2 suelo)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>	<b>0.40</b>	<b>2.48</b>	<b>8.68</b>	<b>18.08</b>	<b>27.09</b>	<b>38.38</b>	<b>50.57</b>	<b>64.24</b>	<b>80.21</b>	<b>90.21</b>

Tabla 18: Curva de Vulnerabilidad Residencial de Media Densidad



**Figura 32. Curva de Vulnerabilidad Residencial de Media Densidad**

### 6.4.3. RESIDENCIAL DE ALTA DENSIDAD

Se considera residencial de alta densidad a las zonas ocupadas por viviendas plurifamiliares, habitualmente con cuatro o más alturas y en ocasiones con garaje en sótano.

La curva de vulnerabilidad se obtiene a partir de las siguientes hipótesis:

- Un 40% del suelo está ocupado por edificaciones.
- De este 40%, un 30% son viviendas en planta baja y un 10% comercios.
- La mitad de los edificios cuenta con garaje en sótano y la otra mitad no, por lo que la ocupación de los garajes es de un 20%.
- Los viales ocupan el restante 60% de la superficie.
- Por cada 1.000 m<sup>2</sup> de superficie, se considera que hay tres coches en los garajes en sótano, con una valoración de 2.500€ por unidad, por lo que la repercusión por m<sup>2</sup> será de 7,50€/m<sup>2</sup>.
- Por cada 1.000 m<sup>2</sup> de superficie, se considera que hay tres coches en la vía pública, con una valoración de 2.500€ por unidad, por lo que la repercusión por m<sup>2</sup> será de 7,50€/m<sup>2</sup>.

Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
RES - Planta Baja	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%
RES - Garaje	0.00%	0.00%	0.80%	12.70%	36.90%	59.00%	79.50%	91.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
RES - Comercio	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%
INF - Viales Limpieza	0.00%	5.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
INF - Viales Daños	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	80.00%	100.00%
VEH - Vehiculos Garaje	0.00%	0.00%	0.80%	12.70%	36.90%	59.00%	79.50%	91.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
VEH - Vehiculos Viales	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	80.00%	90.00%	100.00%	100.00%
<b>Uso</b>	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
RES - Planta Baja	0.00	0.00	0.30	1.59	5.55	10.98	16.08	23.16	31.92	41.94	53.10	60.00
RES - Comercio	0.00	0.00	0.13	0.66	2.31	4.58	6.70	9.65	13.30	17.48	22.13	25.00
RES - Garaje	0.00	0.00	0.08	1.27	3.69	5.90	7.95	9.18	10.00	10.00	10.00	10.00
INF - Viales Limpieza	0.00	0.02	0.04	0.13	0.21	0.29	0.38	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
INF - Viales Daños	0.00	0.00	0.00	0.45	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	7.20	9.00
VEH - Vehiculos Garaje	0.00	0.00	0.06	0.95	2.77	4.43	5.96	6.89	7.50	7.50	7.50	7.50
VEH - Vehiculos Viales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	2.25	3.75	5.25	6.00	6.75	7.50	7.50
<b>TOTAL (€/m2 suelo)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>	<b>0.61</b>	<b>5.05</b>	<b>16.18</b>	<b>30.22</b>	<b>43.52</b>	<b>58.15</b>	<b>73.64</b>	<b>89.49</b>	<b>107.85</b>	<b>119.42</b>

Tabla 19: Curva de Vulnerabilidad Residencial de Alta Densidad

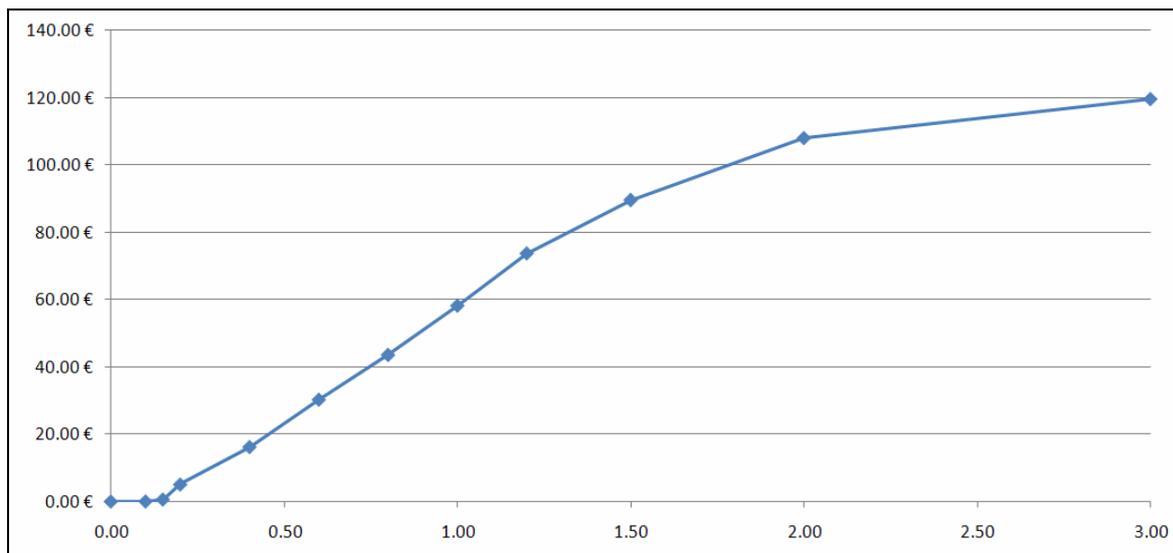


Figura 33. Curva de Vulnerabilidad Residencial de Alta Densidad

#### 6.4.4. VIVIENDAS AISLADAS EN SUELO AGRÍCOLA

En la zona analizada, se ha detectado la presencia de gran cantidad de viviendas aisladas ubicadas en suelo agrícola.

Al efectuar la zonificación, si no se tienen en cuenta estas viviendas, se producirá una menor valoración de los daños reales, puesto que los daños sobre los cultivos son mucho menores que sobre las viviendas. Se ha utilizado una cobertura vectorial de edificaciones, de la que se han aislado las viviendas situadas en suelo agrícola para diferenciarlas a la hora de evaluar los daños.

Observando el plano de edificaciones sobre las ortofotos, se ha detectado que el tamaño de las viviendas es siempre superior a la realidad y en ocasiones se consideran como viviendas elementos como piscinas y otros. Por este motivo, se adopta una ocupación del 60% sobre el suelo. Igualmente se considera que todas las viviendas están dotadas de garaje en sótano. La presencia de vehículos se estima en tres en garaje en sótano y tres en la vía pública con una repercusión por  $m^2$  de  $7,50€/m^2$  en ambos casos.

Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
RES - Planta Baja	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%
RES - Garaje	0.00%	0.00%	0.80%	12.70%	36.90%	59.00%	79.50%	91.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
VEH - Vehiculos Garaje	0.00%	0.00%	0.80%	12.70%	36.90%	59.00%	79.50%	91.80%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
VEH - Vehiculos Viales	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	80.00%	90.00%	100.00%	100.00%
<b>Uso</b>	<b>Modulo</b>	<b>Ocup</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
RES - Planta Baja	200.00	60%	0.60	3.18	11.10	21.96	32.16	46.32	63.84	83.88	106.20	120.00
RES - Garaje	50.00	60%	0.24	3.81	11.07	17.70	23.85	27.54	30.00	30.00	30.00	30.00
VEH - Vehiculos Garaje	7.50	100%	0.06	0.95	2.77	4.43	5.96	6.89	7.50	7.50	7.50	7.50
VEH - Vehiculos Viales	7.50	100%	0.00	0.00	0.75	2.25	3.75	5.25	6.00	6.75	7.50	7.50
<b>TOTAL (€/m2 suelo)</b>			<b>0.90</b>	<b>7.94</b>	<b>25.69</b>	<b>46.34</b>	<b>65.72</b>	<b>86.00</b>	<b>107.34</b>	<b>128.13</b>	<b>151.20</b>	<b>165.00</b>

Tabla 20: Curva de Vulnerabilidad Viviendas Aisladas en Suelo Agrícola

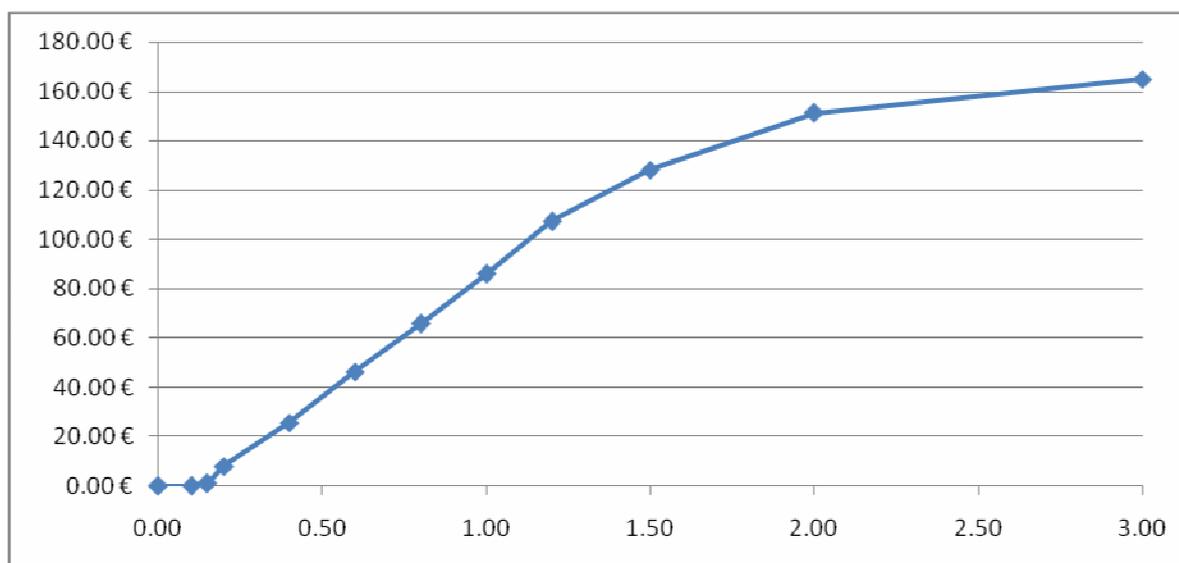


Figura 34. Curva de Vulnerabilidad Viviendas Aisladas en Suelo Agrícola

#### 6.4.5. INDUSTRIAL

Para los usos industriales se considera una ocupación del 10% del suelo. Dentro de los viales, que ocuparán el 90% restante, se consideran tanto los viales públicos como las zonas privadas en las que no existe edificación.

Se ha considerado una ocupación tan baja del espacio por las especiales características de los polígonos industriales, donde el porcentaje de viales es mayor que en las zonas residenciales, existen parcelas sin ocupar y la ocupación de las parcelas no suele ser total, ya que existen viales interiores a las parcelas y grandes zonas sin ocupar.

Se considera que no existen vehículos en las zonas industriales. El motivo es la forma en que se ha obtenido tanto el precio como la cantidad de vehículos en cada uno de los municipios, de forma que todos ellos se sitúan en las zonas residenciales, ya que se asocian a las viviendas. En cualquier caso, la presencia de vehículos en las zonas industriales durante una gran inundación es mínima, ya que lo lógico es que el personal se traslade a las zonas residenciales o en general a zonas más seguras. Este hecho va a suponer un pequeño error en el cálculo cuya repercusión es mínima.

Finalmente, hay que destacar que los usos industriales constituyen una tipología compleja a la hora de determinar su susceptibilidad de daños en una zona de riesgo, como consecuencia tanto del desarrollo urbanístico de cada polígono como de los aspectos internos de la actividad industrial que se desarrolla en cada empresa.

Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
IND - Industrial	0.00%	0.00%	0.50%	2.65%	9.25%	18.30%	26.80%	38.60%	53.20%	69.90%	88.50%	100.00%
INF - Viales Limpieza	0.00%	5.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
INF - Viales Daños	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	80.00%	100.00%
<b>Uso</b>	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
IND - Industrial												
INF - Viales Limpieza												
INF - Viales Daños												
<b>TOTAL (€/m2 suelo)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>	<b>0.19</b>	<b>1.53</b>	<b>3.98</b>	<b>7.72</b>	<b>11.32</b>	<b>15.68</b>	<b>20.68</b>	<b>26.21</b>	<b>33.56</b>	<b>39.13</b>

Tabla 21: Curva de Vulnerabilidad Industrial

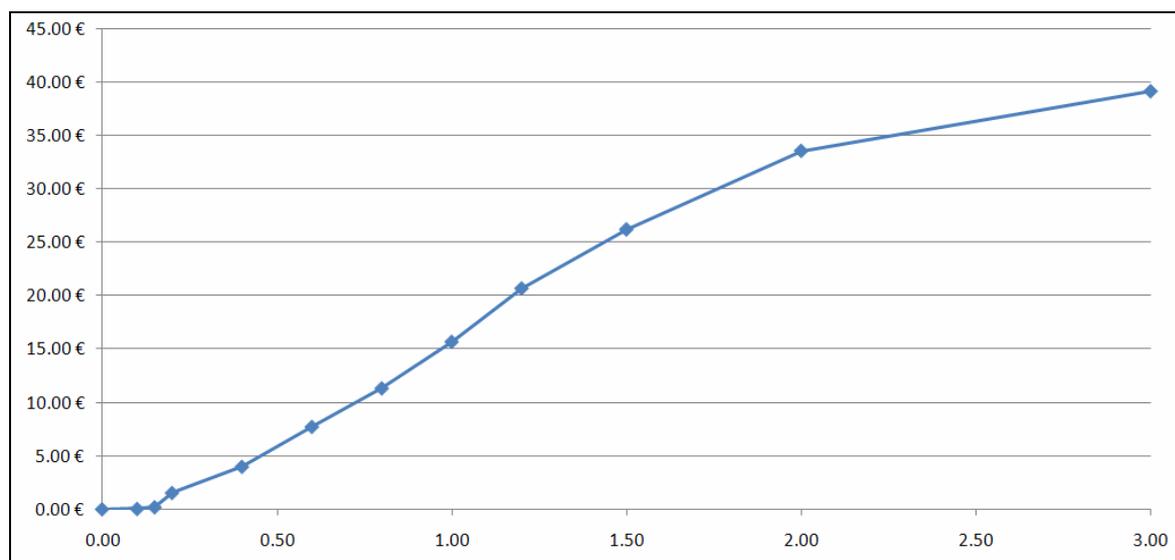


Figura 35. Curva de Vulnerabilidad Industrial

#### 6.4.6. INFRAESTRUCTURAS

Se procede a continuación a obtener la curva de vulnerabilidad para la superficie de suelo tipificada como "Infraestructuras" al realizar el proceso de zonificación.

Hay que tener en cuenta que algunos tipos de infraestructuras ya han sido tenidos en cuenta dentro del análisis realizado para el suelo residencial o industrial, es el caso de los viales y las infraestructuras dotacionales situadas en el interior del suelo urbano.

En el caso de los viales en el interior del suelo residencial o industrial, han sido tenidos en cuenta dentro del análisis efectuado en cada una de las tipologías de uso residencial e industrial, por aplicación de la correspondiente curva de vulnerabilidad elemental con el módulo obtenido y el porcentaje de ocupación correspondiente a la tipología evaluada.

En cuanto a los equipamientos dotacionales en el interior del suelo residencial o industrial, su análisis merece especial atención. Se trata de infraestructuras que se integran en el interior del suelo residencial y que por tanto no pueden ser analizadas por separado, tales como polideportivos, hospitales, colegios, centros religiosos,... En este caso, se la infraestructura dotacional se asimila a la tipología de suelo en la que está integrada y se evalúa conjuntamente con ésta. Por lo tanto, en el análisis no se han valorado los daños singulares que pueden producirse en determinados tipos de equipamiento, ya que a la dificultad para identificar espacialmente y clasificar las dotaciones se une una elevada incertidumbre en la evaluación de los daños potenciales.

Fuera del suelo urbano residencial o industrial, también podemos encontrarnos con suelo tipificado en la zonificación como “infraestructuras”. Se trata básicamente de suelo ocupado por carreteras y autopistas, y por infraestructuras dotacionales como estaciones depuradoras de aguas residuales, potabilizadoras, grandes centros de transformación de energía, y otras instalaciones similares.

En este caso, se va a utilizar una curva de vulnerabilidad obtenida a partir de las curvas elementales de limpieza de viales y daños en viales, con una ocupación del 50% de la superficie. Lo que se pretende es realizar una estimación grosera de los daños en carreteras (que serán menores que en los viales urbanos) y en la parte de obra civil de las instalaciones descritas anteriormente. No se van a tener en cuenta los daños singulares en las instalaciones por el mismo motivo ya expuesto anteriormente, es decir, la elevada incertidumbre que existe tanto para identificar las características de cada una de estas infraestructuras como para la evaluación de los daños potenciales que pueden sufrir.

De la misma forma, tampoco se van a tener en cuenta los daños que puedan producirse en los puentes, ya que no puede valorarse el riesgo que existe de que pueda caerse alguno de los puentes existentes en la comarca durante una avenida.

Finalmente, cabe destacar que en la zonificación del territorio realizada, la casi totalidad de la superficie tomada como infraestructuras, se corresponde con infraestructura viaria, y su porcentaje con respecto al resto de tipologías obtenidas en la zonificación es inferior al 1%.

La consecuencia de esto es que el error cometido en la evaluación de daños (salvo por los daños potenciales en infraestructuras singulares) va a ser mínimo. Se incluye por tanto esta curva de vulnerabilidad, más desde un punto de vista formal que por su incidencia en los resultados.

Uso	0.00	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
INF - Viales Limpieza	0.00%	5.00%	10.00%	30.00%	50.00%	70.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
INF - Viales Daños	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	50.00%	60.00%	80.00%	100.00%
<b>Uso</b>	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.40</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
INF - Viales Limpieza	0.00	0.02	0.04	0.11	0.18	0.25	0.32	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
INF - Viales Daños	0.00	0.00	0.00	0.38	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	6.00	7.50
INF - Total	0.00	0.02	0.04	0.48	0.93	1.75	2.57	3.35	4.10	4.85	6.35	7.85

Tabla 22: Curva de Vulnerabilidad Infraestructuras

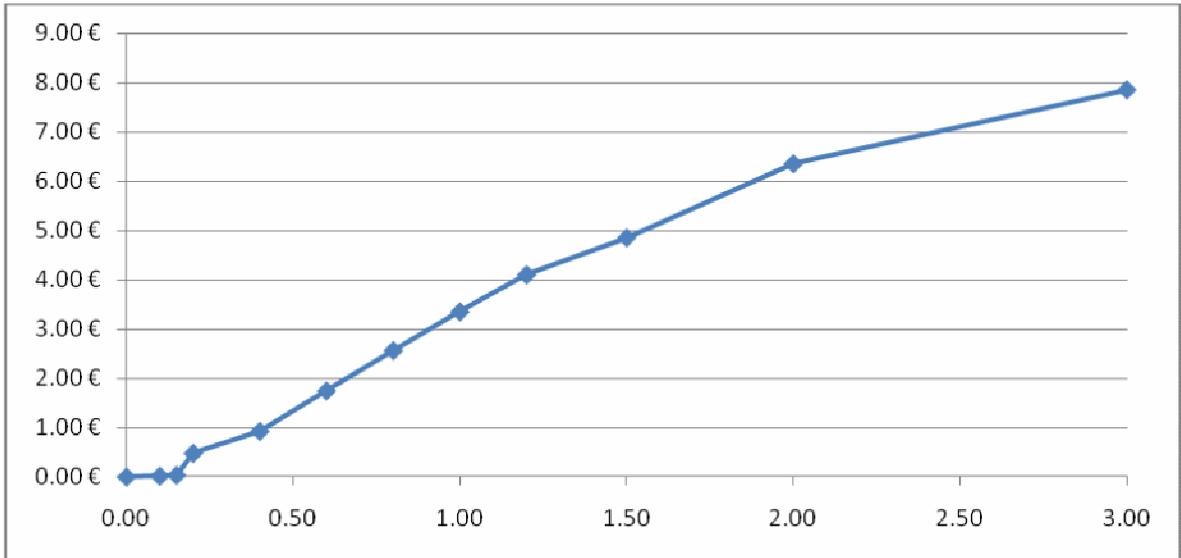


Figura 36. Curva de Vulnerabilidad Infraestructuras

#### 6.4.7. CULTIVOS

Para los cultivos, se tomas las curvas de vulnerabilidad elementales y los módulos correspondientes, obteniendo cuatro curvas de vulnerabilidad para los cuatro grandes tipos de cultivos considerados.



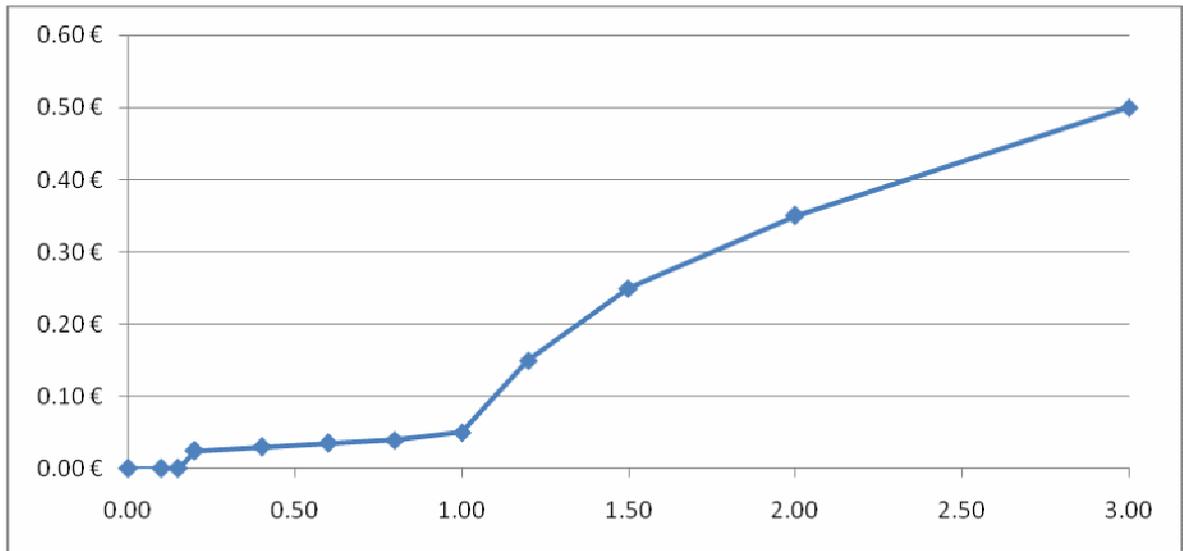


Figura 37. Curva de Vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Secano

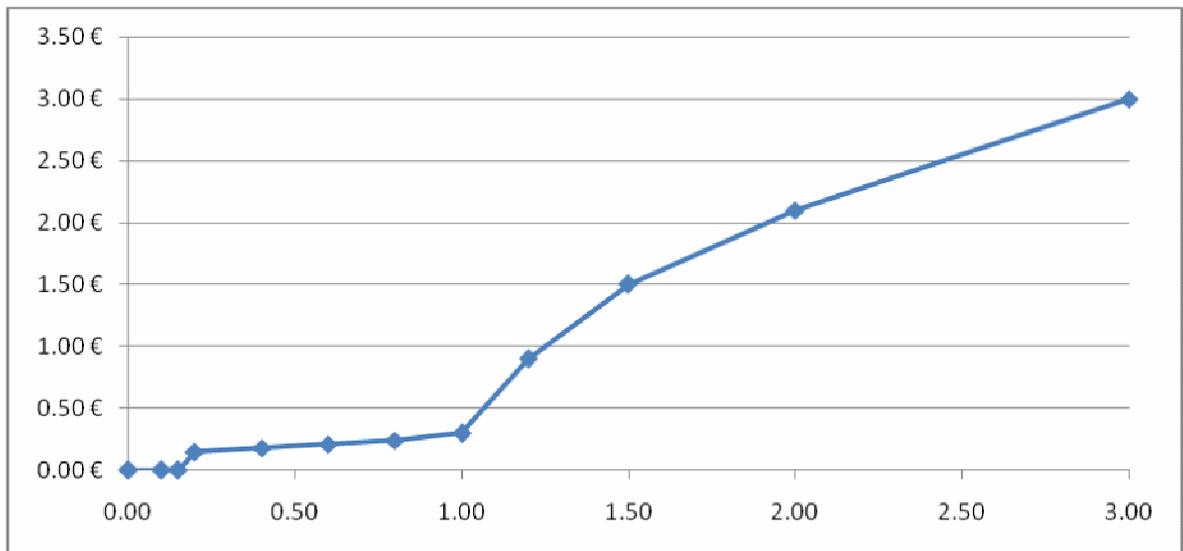


Figura 38. Curva de Vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Regadío

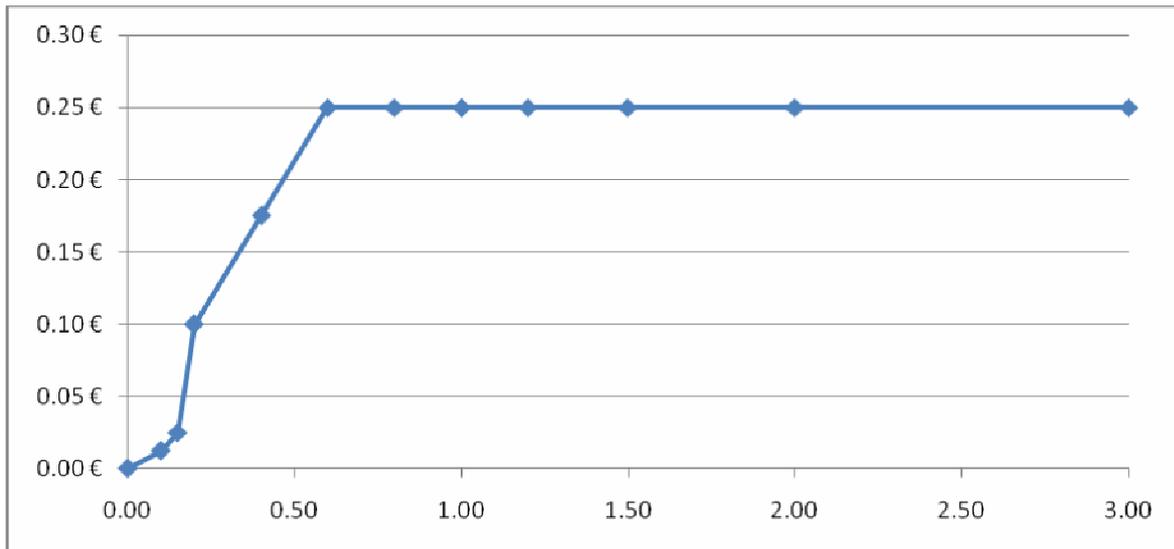


Figura 39. Curva de Vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Secano

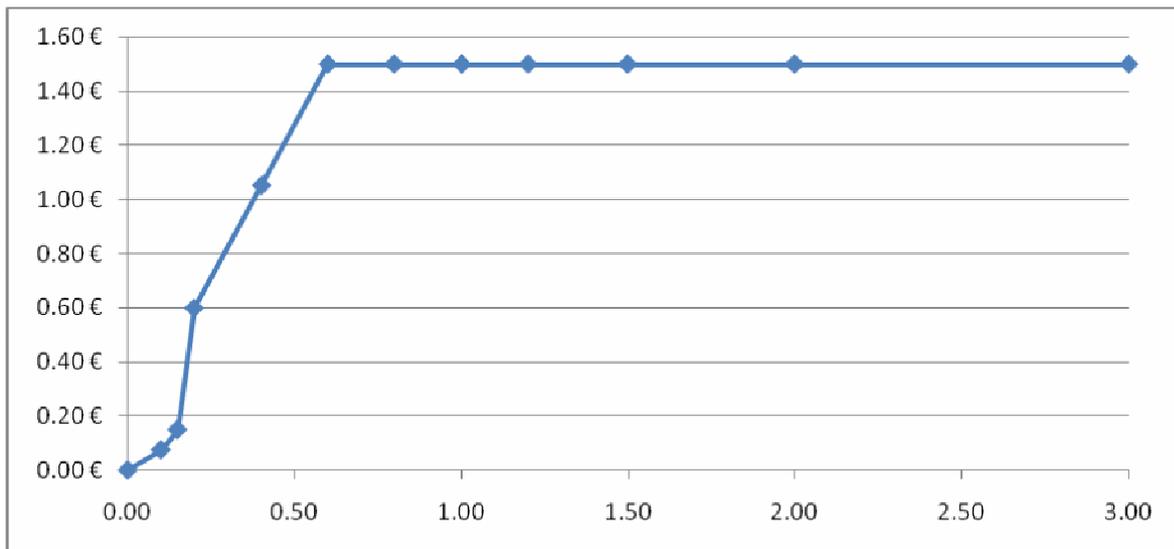


Figura 40. Curva de Vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Regadío

#### 6.4.8. SIN APROVECHAMIENTO

Lógicamente para las zonas codificadas como SIN (sin aprovechamiento), como son los propios cauces, el monte o los cultivos abandonados, los daños se consideran como nulos, por lo que no existe curva de vulnerabilidad para estas zonas. En realidad, pueden producirse daños puntuales, pero su complicada cuantificación y la baja valoración de los mismos en relación con el resto hace aconsejable no considerarlos.

## 6.5. CALIBRACIÓN DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD

El siguiente paso en el estudio es la calibración de las curvas de vulnerabilidad obtenidas anteriormente. Este aspecto es crucial, ya que el elevado grado de incertidumbre introducido en las curvas en su elaboración va a conllevar un alto grado de error en la evaluación de daños. Para reducir este nivel de error en la medida de lo posible, es necesario proceder a calibrar las curvas.

Para realizar la calibración necesitamos conocer los daños que realmente se han producido en un evento determinado y compararlos con los resultados obtenidos por aplicación de las curvas de vulnerabilidad sobre la zonificación territorial.

El evento más significativo del que se dispone en la zona es el desbordamiento del Riu Girona en octubre de 2.007, ya que por proximidad en el tiempo e información disponible de todo tipo va a ser el más representativo.

Para la calibración se van a emplear los datos facilitados por el Consorcio de Compensación de Seguros en las poblaciones afectadas y por el Ayuntamiento de El Verger.

### 6.5.1. DAÑOS EN EL EVENTO DEL RIU GIRONA SEGÚN DATOS DEL CONSORCIO

En un apartado anterior de este informe, se procedió al análisis de la información contenida en las bases de datos del Consorcio de Compensación de Seguros. En particular, se reflejaron en una tabla el daño material (en euros actuales) distribuido por el Tipo de Riesgo y Población para el Evento de los días 11 y 12 de Octubre de 2.007 en el que se produjo el desbordamiento del Riu Girona. En estas fechas, las inundaciones fueron generalizadas en todos los municipios de la zona, por lo que el Consorcio procedió al pago de indemnizaciones en todas estas poblaciones. Sin embargo, cabe destacar los efectos negativos producidos por el desbordamiento del Riu Girona que afectó a cinco municipios de la Marina Alta: Beniarbeig, Dénia, Els Poblets, El Verger y Ondara.

En la siguiente tabla se muestran los daños registrados por el Consorcio en estas cinco poblaciones tras los sucesos de octubre de 2.007.

Población	TOTAL	VIVIENDAS	COMUNIDADES	COMERCIO	VEHÍCULOS	RESTO
BENIARBEIG	<b>767,177</b>	525,938		24,804	131,348	85,088
DENIA	<b>2,536,880</b>	1,353,949	640,104	169,342	368,885	4,600
EL VERGER	<b>2,807,359</b>	1,849,639	45,100	302,116	610,504	
ELS POBLETES	<b>8,535,456</b>	6,026,854	119,362	1,341,177	1,042,752	5,311
ONDARA	<b>378,373</b>	180,657		150,135	6,881	40,700

**Tabla 24: Daño Material (en euros actuales) provocado por el desbordamiento del Riu Girona**

### 6.5.2. DAÑOS EN EL EVENTO DEL RIU GIRONA SEGÚN EL AYUNTAMIENTO DE “EL VERGER”

Para efectuar una correcta calibración, se ha utilizado también un informe emitido por el Ayuntamiento de El Verger en el que se procede a la valoración de los daños producidos por el desbordamiento por parte de técnicos municipales y con un criterio de tasación establecido por el propio consistorio basado en criterios objetivos. El resultado de este informe refleja unos daños en El Verger de 4.274.087 €.

La importancia de este informe y su prevalencia sobre el resto de información disponible radica en que dispone de información georeferenciada. Es decir, no solo constan los daños sino que también figura la dirección completa con la ubicación del inmueble afectado.

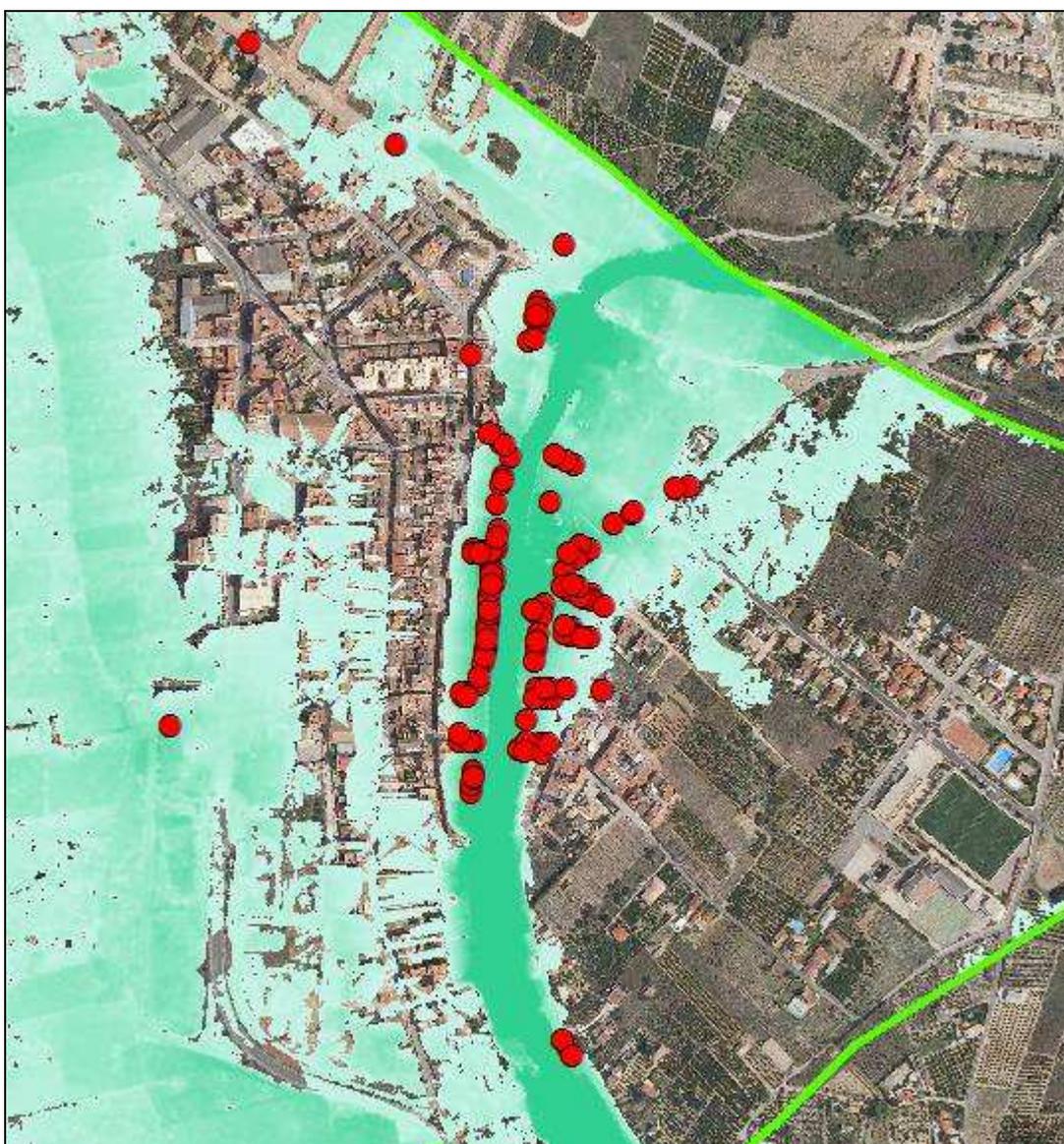


Figura 41. Situación de los inmuebles de El Verger afectados por la inundación de Octubre de 2.007, reportados por el informe de su ayuntamiento

A la vista de los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, que refleja unos daños de 2.807.359 €, podemos observar una importante diferencia entre ambos valores.

La razón de esta diferencia no es clara, aunque puede considerarse que la valoración de daños del Ayuntamiento incluye todos los daños producidos en la inundación, mientras que el Consorcio solo valora aquellos bienes que cuentan con un seguro contratado, por lo que numerosos bienes quedarán sin cubrir por este organismo. Por otro lado, es esperable una mayor bondad en las valoraciones por parte de los técnicos municipales frente a los peritos del Consorcio.

### **6.5.3. DAÑOS OBTENIDOS POR APLICACIÓN DE LAS CURVAS DE VULNERABILIDAD**

Para obtener los daños por aplicación de las curvas de vulnerabilidad, debemos realizar algunas matizaciones.

El municipio de Denia no puede ser empleado en la calibración ya que parte de su término municipal es afectado por el desbordamiento, pero hay zonas del municipio afectadas por otros cauces de menor entidad pero que también provocaron daños.

De los cuatro términos restantes, se tiene mucha más información de El Verger que del resto, por lo que nos centraremos en dicho municipio para realizar la calibración.

Para la calibración, no se van a considerar los daños producidos en los cultivos, puesto que éstos no están reflejados en las bases de datos del Consorcio y el Ayuntamiento de El Verger.

Del mismo modo, para la calibración se ha eliminado de las curvas de vulnerabilidad la parte correspondiente a los viales, ya que se trata de infraestructuras públicas que no son incluidas en estos listados de daños en bienes particulares.

Para la evaluación de los daños provocados por la inundación, se van a emplear los resultados obtenidos en la modelación hidráulica bidimensional realizada.



Figura 42. Resultados de calados máximos simulados del desbordamiento del Riu Girona en el evento del 2007.

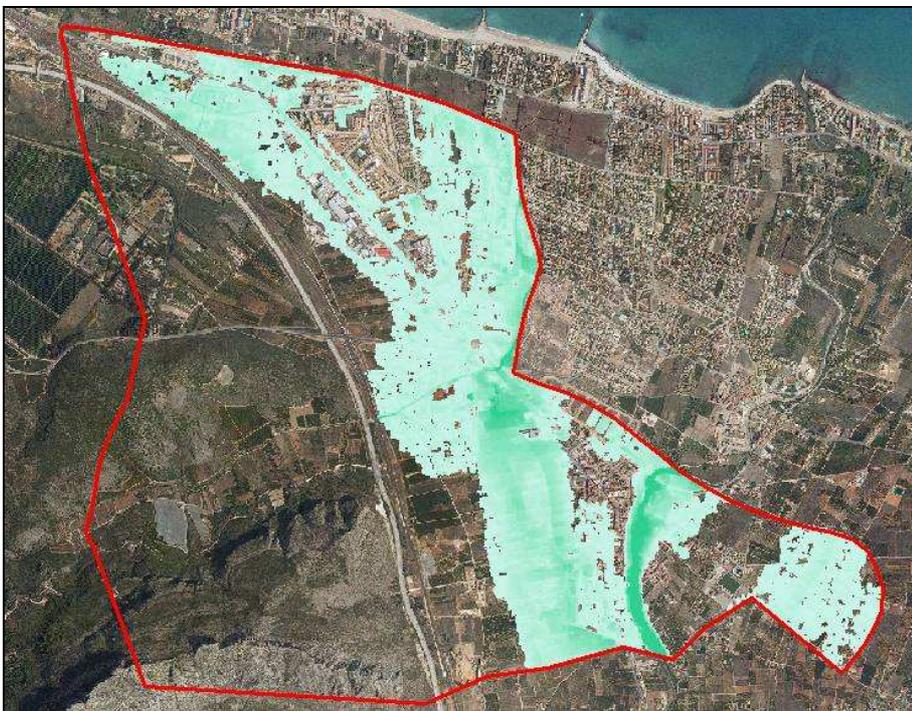


Figura 43. Recorte de los calados máximos simulados del desbordamiento del Riu Girona en El Verger en el evento del 2007.

La valoración se realiza a partir de la cobertura ráster con celdas de 2x2 e información de los calados para el evento del año 2.007. Se extrae de esta cobertura la parte correspondiente al término municipal de El Verger y que se muestra en la anterior figura.

A continuación se combina esta cobertura con la que refleja las clases en las que se divide el territorio y cuyo proceso de obtención ha sido detallado en el apartado de zonificación del territorio.

Se procede a la exportación de la base de datos de la cobertura combinada en la que se refleja para cada celda de 2x2 m tanto el calado como la tipología del uso del suelo. Esta base de datos se exporta a Excel donde se procesa y se obtiene para cada celda, en función de su uso y su calado, el valor del daño por aplicación de las correspondientes curvas de vulnerabilidad. Multiplicando el daño obtenido en cada celda por 4 (su superficie) tendremos el daño total de dicha celda en el evento. Finalmente se procede al sumatorio del daño en todas las celdas del municipio. El importe obtenido tras todas estas operaciones es de 4.529.330 €.

#### **6.5.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

A la vista de los resultados, podemos ver que los daños obtenidos por la aplicación de las curvas de vulnerabilidad sobre los calados del modelo hidráulico del evento del Riu Girona son superiores a los del Consorcio y muy similares a los facilitados por el Ayuntamiento de El Verger.

Se considera que los daños reflejados por el Ayuntamiento son más próximos a la realidad (los datos del Consorcio solo reflejan daños en bienes que cuentan con un seguro contratado), por lo que se estima que las curvas son adecuadas.

---

#### **6.6. VALIDACIÓN POR COMPARACIÓN CON PATRICOVA**

---

Un aspecto interesante es comparar los resultados obtenidos con los que figuran en Patricova. En este Plan Territorial, redactado en el año 1.998, se valoran los daños máximos para la tipología “residencial de muy alta densidad” y el valor que adopta Patricova para estos daños es de 100 unidades de daño. Multiplicando estas unidades de daño por su valor que asciende a 137 ptas, obtenemos un importe de 13.700 ptas/m<sup>2</sup>. Traduciendo este valor a euros se llega a 82,34 €/m<sup>2</sup>.

Este importe es en euros referidos al año 1.998, por lo que deben ser actualizados a 2.010, año de referencia del presente estudio a estos efectos. El coeficiente multiplicador, según establece el Instituto Nacional de Estadística es 1,374, por lo que resulta una cifra final de 113 €/m<sup>2</sup> para el daño máximo en el uso residencial de alta densidad.

Si comparamos esta cifra con la obtenida en el presente estudio para el mismo uso residencial de alta densidad, sin considerar los daños y limpieza de viales (ya que en el estudio de Patricova no se tenían en cuenta), podemos ver que los valores máximos de ambos estudios son casi exactamente iguales (113 € frente a 110 €). Esta comprobación permite validar los resultados de una forma alternativa a la calibración anterior.

Uso	Modulo	Ocup	3.00 m
RES - Planta Baja	200.00	30%	60.00
RES - Comercio	250.00	10%	25.00
RES - Garaje	50.00	20%	10.00
INF - Viales Limpieza		60%	
INF - Viales Daños		60%	
VEH - Vehiculos Garaje	7.50	100%	7.50
VEH - Vehículos Viales	7.50	100%	7.50
<b>TOTAL (€/m2 suelo)</b>			<b>110.00</b>

Tabla 25: Daño en euros máximo en el uso residencial de alta densidad sin considerar los daños en viales.

## 6.7. VALIDACIÓN POR COMPARACIÓN CON LA BASE DE DATOS DEL CONSORCIO

A continuación se procede a realizar una validación adicional de las curvas de vulnerabilidad. Para ello se efectúa la evaluación de los daños en situación actual por aplicación de las curvas de vulnerabilidad y se compara por municipios con el daño material (en euros actuales) para el Evento ocurrido en octubre de 2.007, en el que se produce el desbordamiento del Riu Girona como hecho más destacable y que recoge la base de datos del Consorcio de Compensación de Seguros.

Para proceder a la evaluación de los daños por aplicación de las curvas de vulnerabilidad es necesario contar con la siguiente información en un único mapa ráster:

- Calados procedentes de la modelación hidráulica para los periodos de retorno evaluados (10, 25, 50, 100 y 500 años).
- Términos municipales.
- Zonificación realizada con los usos del suelo y que ha sido descrita anteriormente de forma detallada.
- Zona sobre la que se corre el modelo hidráulico.

El proceso seguido consiste en la combinación de los archivos ráster en un único mapa que contiene toda la información anterior para cada una de las celdas de 2x2 metros en que se divide el territorio. Tras la combinación de toda esta información, se procede a la exportación de la base de datos a un fichero dbase y a su importación a Excel. Sobre la hoja de cálculo se procede a calcular los daños en cada una de las celdas por aplicación de la ecuación matemática de la curva de vulnerabilidad correspondiente al

uso del suelo de la celda y en base al calado obtenido en el modelo hidráulico. El importe obtenido de los daños se multiplica por 4 (ya que las celdas tienen una superficie de 2x2m) y posteriormente se agrupan los daños por municipio o zonas para poder llegar a los resultados que se muestran a continuación. Este proceso se repite para cada uno de los periodos de retorno analizados (10, 25, 50, 100 y 500 años).

Tras proceder como se indica anteriormente, se tiene como resultado la siguiente tabla, en la que se muestran para los diversos periodos de retorno evaluados los daños previstos en cada uno de los municipios de la comarca, así como el total acumulado.

La última columna muestra el daño material en euros actuales para cada municipio que registra el Consorcio de Compensación de Seguros para el evento de octubre de 2.007.

Municipio	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500	Consorcio
Callosa D'en Sarriá	158,279	457,748	576,983	742,196	990,566	661,116
Polop	12,056	25,171	38,446	41,840	86,462	215,981
Altea	125,962	1,075,241	2,680,218	3,752,829	8,482,359	2,093,139
Finestrat	85,665	119,761	153,425	198,424	304,214	730,397
Benidorm	814,309	1,101,073	2,142,350	5,459,093	9,614,183	3,735,749
Alfás del Pi	442,135	950,076	1,246,238	2,585,475	3,563,724	2,018,380
Villajoyosa	503,479	677,014	919,662	1,562,848	4,160,309	349,148
<b>TOTAL</b>	<b>2,141,885</b>	<b>4,406,084</b>	<b>7,757,323</b>	<b>14,342,703</b>	<b>27,201,817</b>	<b>9,803,910</b>

**Tabla 26: Daños en euros por términos municipales para diversos periodos de retorno comparados con los datos del Consorcio en euros actuales para el evento del 2007.**

Resulta interesante comparar los daños obtenidos por aplicación de las curvas de vulnerabilidad y los importes tasados por el Consorcio de Compensación de Seguros y que fueron analizados anteriormente en este mismo informe en el apartado 3.

En primer lugar hay que destacar que en la columna del Consorcio no están valorados los daños sobre inmuebles privados que no cuentan con seguro, ni sobre los viales y todo tipo de infraestructuras públicas ni sobre los cultivos. Por lo tanto, la comparación debe realizarse únicamente en el orden de magnitud de las cifras, ya que éstas no son homogéneas. El evento de octubre de 2.007 presenta un periodo de retorno aproximado de 70 años para el riu Girona.

Como puede verse, el daño material tasado por el Consorcio de Compensación de Seguros es del mismo orden de magnitud que los daños evaluados con las curvas de vulnerabilidad en Callosa, Altea, Benidorm y Alfás. En Polop y Finestrat, los daños evaluados son menores que los del Consorcio, mientras que en Villajoyosa son superiores.

El orden de magnitud de los daños para el total de la comarca de la Marina Baja también es similar al obtenido de los datos del Consorcio.

---

## 6.8. DAÑOS INDIRECTOS

---

Por definición, los daños indirectos son aquellos daños medibles en términos económicos (por lo que forman parte de los daños tangibles), pero que son más complejos de obtener que aquellos daños que se han definido como directos, debido a sus peculiares características y a la gran variabilidad que pueden presentar. Por tanto, es evidente que la división entre daños directos e indirectos es subjetiva y, desafortunadamente, es diferente de unos estudios y publicaciones a otros.

En este estudio se van considerar como daños indirectos los daños tangibles no evaluados anteriormente como directos, por lo que necesariamente son los siguientes:

- Daños en las infraestructuras no urbanas de propiedad del estado, como son las carreteras, puentes, encauzamientos, depuradoras, ...
- Daños en bienes privados no considerados específicamente, como son las gasolineras, líneas eléctricas y centros de transformación extraurbanas, redes de riego, ...
- Pérdidas en la economía local, regional y nacional por la paralización de estructuras viarias.
- Pérdidas en la economía local, regional y nacional por la paralización de centros de producción y servicios, tanto privados como públicos. En especial para esta comarca habría que destacar los daños locales de este tipo en el sector turístico.
- Desaparición de puestos de trabajo.
- Gastos derivados de las medidas de emergencia que se pongan en marcha.
- Sobrecostos financieros de la recuperación frente a los daños no cubiertos por seguros o por ayudas públicas.
- Depreciación de los terrenos inundados, tanto urbanos como industriales y agrícolas.

Dada la dificultad de la estimación de los daños anteriores, se va a adoptar un porcentaje fijo de los daños directos. Fijado qué se considera como daños indirectos, este porcentaje es en la práctica muy variable de unas inundaciones a otras y de unos lugares a otros. Los daños indirectos, aparecen ligados a la entidad demográfica, densidad de poblamiento, y características y número de núcleos de población dentro de un término municipal, como exponentes de una mayor probabilidad de riesgo ligada al patrón de ocupación de suelo. A ello se une la mayor o menor dependencia de la base económica de un municipio respecto del sector primario, que actuaría como factor de intensificación de las pérdidas directas registradas sobre los usos agrícolas, con magnitud creciente cuanto mayor resultara dicha

dependencia. Junto a estos factores, el carácter más o menos masivo de la afección cabe considerarlo en base al porcentaje de la superficie total del término municipal afectado por áreas de riesgo. Cabría extender los factores de análisis a otros tipos de variables complementarias relativas a la estructura de población, composición de edades, características socioeconómicas, etc.,

Es decir, la incertidumbre asociada es muy alta, por lo que para evitar que la mayor fuente de incertidumbre condicione las decisiones, es habitual su infravaloración para dar mayor peso a los daños directos.

En la mayoría de las experiencias de análisis de daño consultadas, el porcentaje de daños indirectos se encuentra entre el 20 y el 100%. En la memoria del “Avance del Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención de Riesgos de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA)”, realizada por el IIAMA en el año 1999, se limitó a un máximo del 55% y se adoptó un coeficiente de daños indirectos variable entre municipios en función de los siguientes factores:

- Población total del término municipal.
- Porcentaje de superficie afectada por la inundación.
- Densidad de población.
- Número de entidades de población.
- Valor y composición del parque de viviendas (aproximándolo mediante el número total de viviendas del municipio).
- Entidad de los sectores productivos localizados (a través del empleo total en el municipio).
- Porcentaje de población activa ligada a la agricultura.

Es decir, se recoge un número limitado de factores (que se justifica por ser los disponibles en todos los municipios de la Comunitat Valenciana) lo que unido a la limitación del 55% da para los municipios estudiados un porcentaje de daños indirectos excesivamente bajo (entre el 0.4 y el 5.3%), siendo el valor del 55% el correspondiente al municipio de Valencia.

Con el criterio de no crear diferencias entre los municipios originadas por los daños indirectos, y teniendo en cuenta las características socioeconómicas completas de la comarca de la Marina Baja, se ha adoptado un coeficiente de daños indirectos del 25%.

## 7. EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SITUACIÓN ACTUAL

Se procede a continuación a la evaluación del riesgo en situación actual, tanto para los usos del suelo actuales como para los planificados.

### 7.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS ACTUALES

Para proceder a la evaluación del riesgo en situación actual por aplicación de las curvas de vulnerabilidad se procede en primer lugar a evaluar los daños para los diversos periodos de retorno considerados. Para ello se ha combinado en un único mapa ráster los calados procedentes de la modelación hidráulica con la zonificación realizada para los usos del suelo, las zonas modeladas y los términos municipales. Mediante una hoja de cálculo se procede a calcular los daños en cada una de las celdas del mapa ráster por aplicación de la ecuación matemática de la curva de vulnerabilidad correspondiente al uso del suelo de la celda y en base al calado obtenido en el modelo hidráulico. Posteriormente se agrupan los daños por municipio y por zonas.

Los resultados obtenidos en la evaluación de daños por términos municipales pueden ser consultados en un apartado anterior en el que se realiza la validación de las curvas de vulnerabilidad por comparación con la información contenida en la base de datos del Consorcio.

A continuación se procede a la evaluación del Riesgo. Si definimos el riesgo como el daño medio en cada punto del territorio, la densidad espacial de riesgo vendrá dada por la fórmula.

$$D = \int_{F=0}^{F=1} V(h) dF_H = \int_{h=0}^{h=\infty} V(h) f_H(h) dh$$

Ecuación que puede ser aproximada por la siguiente expresión:

$$D \approx \frac{V_{10}}{2} \cdot \left[ \frac{1}{T_{\min}} - \frac{1}{10} \right] + \frac{V_{10} + V_{25}}{2} \cdot \left[ \frac{1}{10} - \frac{1}{25} \right] + \frac{V_{25} + V_{50}}{2} \cdot \left[ \frac{1}{25} - \frac{1}{50} \right] + \frac{V_{50} + V_{100}}{2} \cdot \left[ \frac{1}{50} - \frac{1}{100} \right] + \frac{V_{100} + V_{500}}{2} \cdot \left[ \frac{1}{100} - \frac{1}{500} \right] + V_{500} \left[ \frac{1}{500} \right]$$

Siendo  $V_i$  el valor del daño obtenido por aplicación de las curvas de vulnerabilidad y reflejado en las tablas anteriores y  $T_{\min}$  el Periodo de Retorno mínimo para el que no se produce el desbordamiento del cauce analizado.

El valor de  $T_{\min}$  ha sido obtenido mediante la modelación hidráulica, observando el caudal para el que se inicia el desbordamiento y obteniendo el periodo de retorno asociado a dicho caudal.

Sin embargo, el valor de este periodo de retorno mínimo debe ser acotado de forma que el riesgo no sea condicionado de forma excesiva por el importe de los daños para 10 años de periodo de retorno. En este sentido, se adoptará un valor mínimo de 5 años y un valor máximo de 10 años para efectuar el cálculo del riesgo.

	ZONA	Qmin (m3/s)	Tmin (años)	Tmin (años) Adoptado
1	Callosa	25	2.5	5
2	Polop	160	500	10
3	Altea 1	500	17	10
4	Altea 2	10	6	6
5	Alfas	5	4	5
6	Benidorm 1	7	25	10
7	Benidorm 2	7	25	10
8	Finestrat	10	15	10
9	Villajoyosa 1	150	200	10
10	Villajoyosa 2	0	1	5
11	Villajoyosa 3	20	11	10

Tabla 27: Caudal para el que se inicia el desbordamiento y Periodo de Retorno asociado

Si calculamos el riesgo por zonas y términos municipales, a partir de la evaluación de daños realizada previamente, se obtiene una tabla de doble entrada que se muestra a continuación.

Zona / Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	61.888	0	0	0	0	0	0	61.888
Canal, Gulapdar	0	2.943	0	0	0	0	0	2.943
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	146.349	0	0	0	0	146.349
Arcs	0	0	22.254	0	0	0	0	22.254
Seguet, Soler, Segur	0	0	5.487	136.719	0	0	0	142.206
Barceló, Llíriet, L'Aiguera, L'Oix	0	0	0	0	183.635	0	0	183.635
Murtal, Xixó	0	0	0	0	6.783	0	0	6.783
Cala	0	0	0	0	0	13.273	9.404	22.677
Torres	0	0	0	0	0	0	250	250
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	99.216	99.216
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	9.312	9.312
SUMA	61.888	2.943	174.090	136.719	190.418	13.273	118.183	697.513

Tabla 28: Evaluación del riesgo por Daños Directos en euros al año por municipios y zonas en situación Actual

Para obtener la evaluación del riesgo por daños tangibles, es decir, incluyendo tanto los daños directos como los indirectos, se debe aplicar el coeficiente de daños indirectos obtenido en el apartado anterior del presente informe a cada uno de los valores mostrados en la tabla anterior. El resultado se muestra en la siguiente tabla.

Zona / Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	77.360	0	0	0	0	0	0	77.360
Canal, Gulapdar	0	3.679	0	0	0	0	0	3.679
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	182.936	0	0	0	0	182.936
Arcs	0	0	27.818	0	0	0	0	27.818
Seguet, Soler, Segur	0	0	6.858	170.899	0	0	0	177.757
Barceló, Lliriet, L'Aigüera, L'Oix	0	0	0	0	229.544	0	0	229.544
Murtal, Xixó	0	0	0	0	8.479	0	0	8.479
Cala	0	0	0	0	0	16.591	11.755	28.346
Torres	0	0	0	0	0	0	313	313
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	124.020	124.020
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	11.640	11.640
SUMA	77.360	3.679	217.612	170.899	238.023	16.591	147.728	871.891

Tabla 29: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas en situación Actual

En las siguientes figuras puede verse la información contenida en la tabla con más detalle.

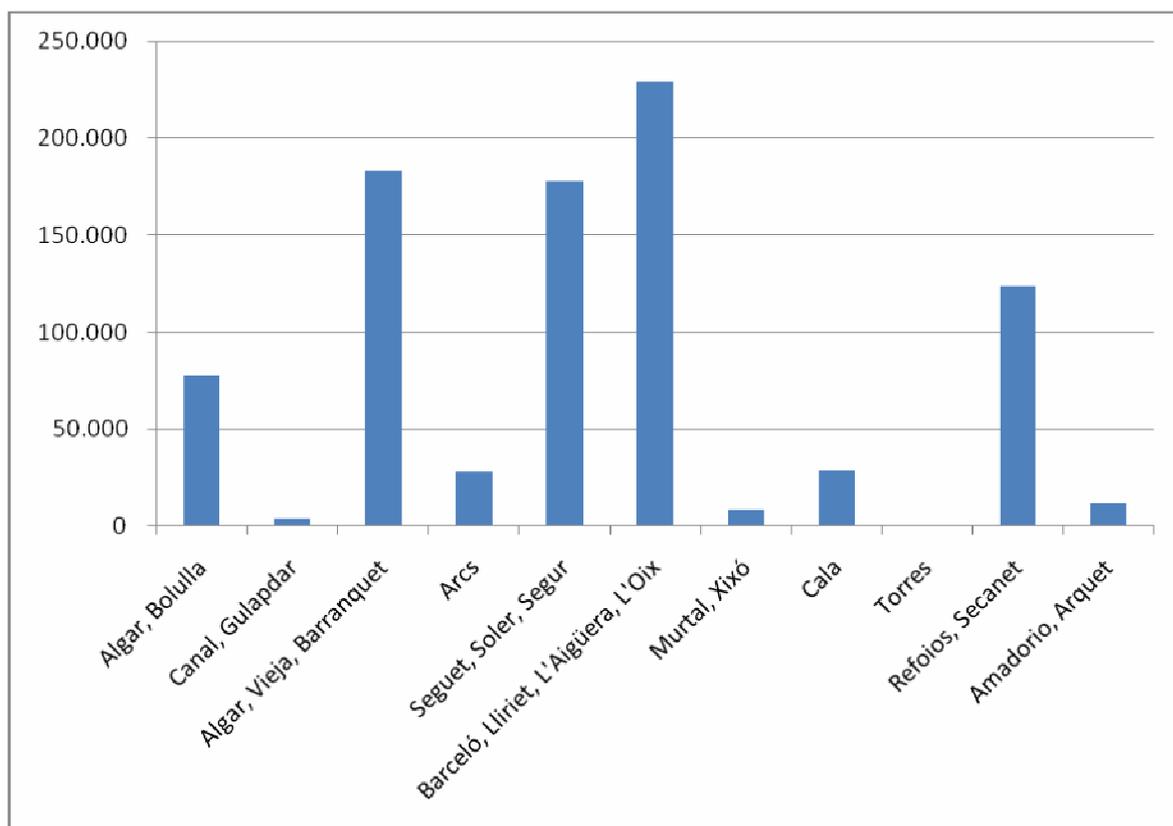


Figura 44. Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por zonas en situación actual

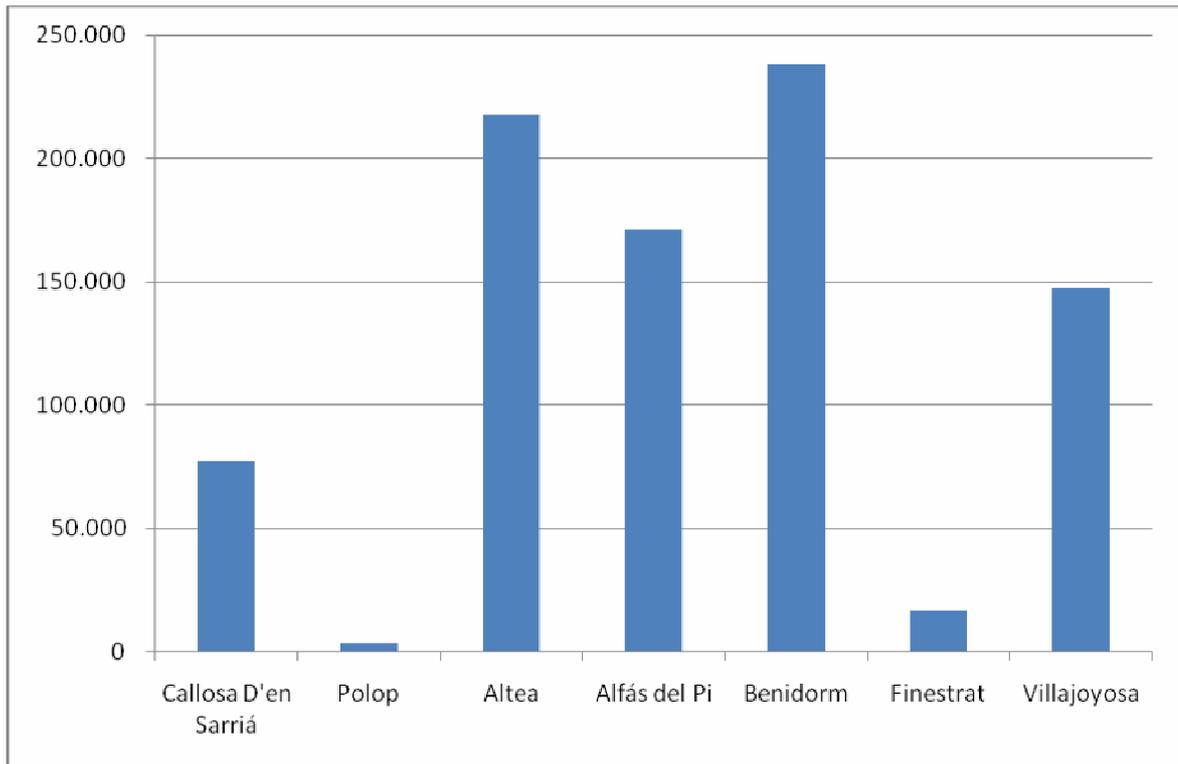


Figura 45. Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios en situación actual

## 7.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS PLANIFICADOS

Todo lo dicho anteriormente se refiere al cálculo del impacto sobre los usos actuales. Si se quiere evaluar el impacto futuro a partir de la información disponible en los Planes Generales de Ordenación Urbana de los municipios de la Comunitat Valenciana, la metodología es la misma, salvo que la tipología de usos está condicionada a los tipos empleados en el planeamiento.

Para evaluar el riesgo en base al planeamiento de los municipios, se ha utilizado la misma metodología ya utilizada para la evaluación del riesgo en situación actual, con la diferencia de que en lugar de evaluar de nuevo todo el territorio, se procede a evaluar únicamente el incremento en los daños que provocaría el desarrollo de las actuaciones urbanísticas previstas.

Más concretamente, el proceso de trabajo que se ha seguido es el siguiente. En primer lugar se han superpuesto las capas de información de usos actuales y planificados en un sistema de información geográfica. A continuación se localiza el suelo que en el planeamiento figura con calificación de residencial, industrial o infraestructuras y que está situado en zonas cuyo uso actual sea agrícola o sin aprovechamiento. El suelo que cumple esta doble condición (planificado como urbano y actualmente agrícola o sin aprovechamiento) y que esté situado en suelo inundable, será el que incremente el nivel de riesgo del municipio. Este suelo deberá ser codificado según el criterio establecido anteriormente para

realizar la zonificación del territorio (RBD, RMD, RAD,...), lo que asignará a cada cuadrícula de 2x2 metros la correspondiente curva de vulnerabilidad para la obtención de los daños en función del calado.

A partir de los daños previstos en cada celda, se procede a agruparlos o bien por municipios o bien por zonas, obteniendo así el incremento de daños que se producirá con el desarrollo del planeamiento. Sumando este incremento de los daños con ya obtenido en el apartado anterior, se dispone de los daños totales incluyendo el planeamiento previsto. El proceso descrito se repite para cada uno de los periodos de retorno evaluados.

A partir de esta información, se obtiene el nuevo valor del riesgo medio anual por zonas, municipios y para toda la comarca. El cálculo del riesgo se realiza de la misma forma que en el apartado anterior y utilizando los mismos valores de periodo de retorno mínimo. Se muestran tres tablas, en las que se incluye el riesgo para los daños tangibles (incluye daños directos e indirectos) con usos planificados, el incremento del riesgo que supone el desarrollo del planeamiento y este mismo incremento en porcentaje.

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	77.469	0	0	0	0	0	0	77.469
Canal, Gulapdar	0	3.716	0	0	0	0	0	3.716
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	268.590	0	0	0	0	268.590
Arcs	0	0	67.549	0	0	0	0	67.549
Seguet, Soler, Segur	0	0	11.657	188.819	0	0	0	200.476
Barceló, Llíriet, L'Aigüera, L'Oix	0	0	0	0	233.282	0	0	233.282
Murtal, Xixó	0	0	0	0	12.283	0	0	12.283
Cala	0	0	0	0	0	16.591	11.755	28.346
Torres	0	0	0	0	0	0	313	313
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	171.886	171.886
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	11.640	11.640
SUMA	77.469	3.716	347.796	188.819	245.565	16.591	195.594	1.075.549

**Tabla 30: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para usos planificados**

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	109	0	0	0	0	0	0	109
Canal, Gulapdar	0	37	0	0	0	0	0	37
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	85.654	0	0	0	0	85.654
Arcs	0	0	39.731	0	0	0	0	39.731
Seguet, Soler, Segur	0	0	4.799	17.920	0	0	0	22.719
Barceló, Llíriet, L'Aigüera, L'Oix	0	0	0	0	3.738	0	0	3.738
Murtal, Xixó	0	0	0	0	3.804	0	0	3.804
Cala	0	0	0	0	0	0	0	0
Torres	0	0	0	0	0	0	0	0
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	47.866	47.866
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	109	37	130.184	17.920	7.542	0	47.866	203.658

**Tabla 31: Incremento del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas**

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	0,14%							0,14%
Canal, Gulapdar		1,02%						1,02%
Algar, Vieja, Barranquet			46,82%					46,82%
Arcs			142,83%					142,83%
Seguet, Soler, Segur			69,97%	10,49%				12,78%
Barceló, Lliriet, L'Aigüera, L'Oix					1,63%			1,63%
Murtal, Xixó					44,87%			44,87%
Cala						0,00%	0,00%	0,00%
Torres							0,00%	0,00%
Refoios, Secanet							38,60%	38,60%
Amadorio, Arquet							0,00%	0,00%
SUMA	0,14%	1,02%	59,82%	10,49%	3,17%	0,00%	32,40%	23,36%

Tabla 32: Incremento del riesgo en porcentaje por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas

En las siguientes figuras puede verse el incremento del riesgo que supone el desarrollo del planeamiento para los municipios de la comarca.

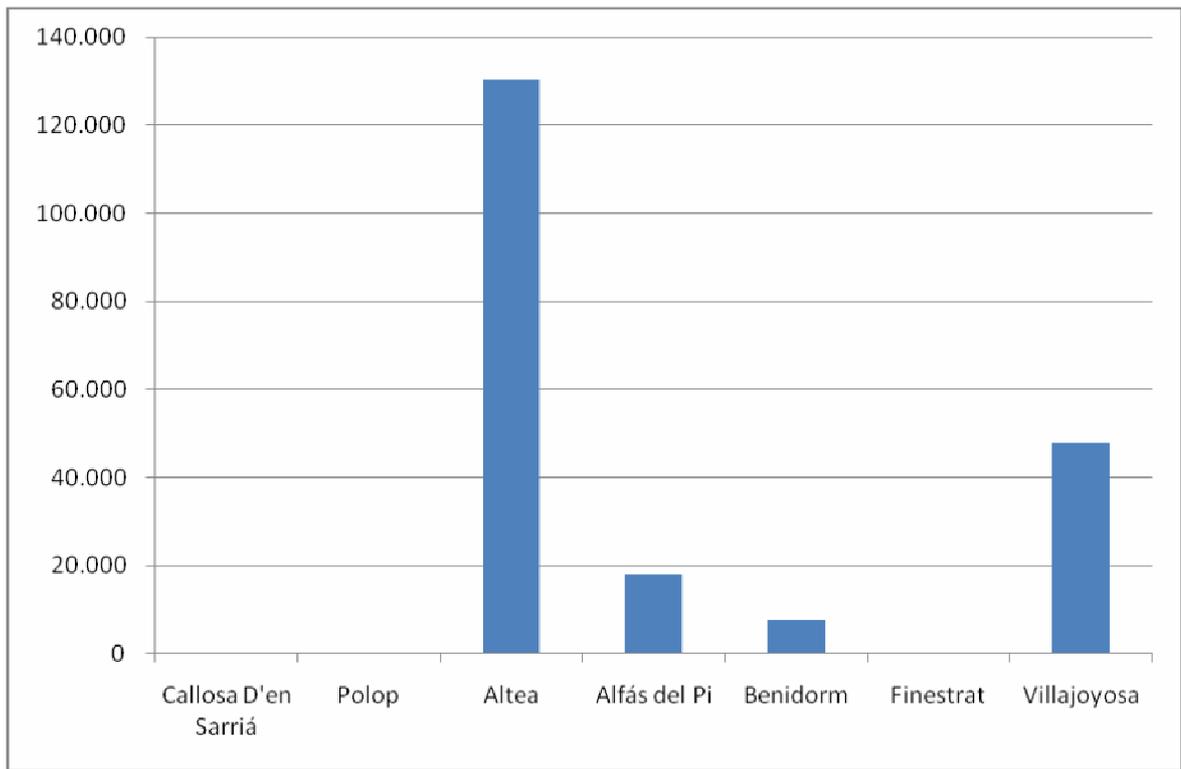
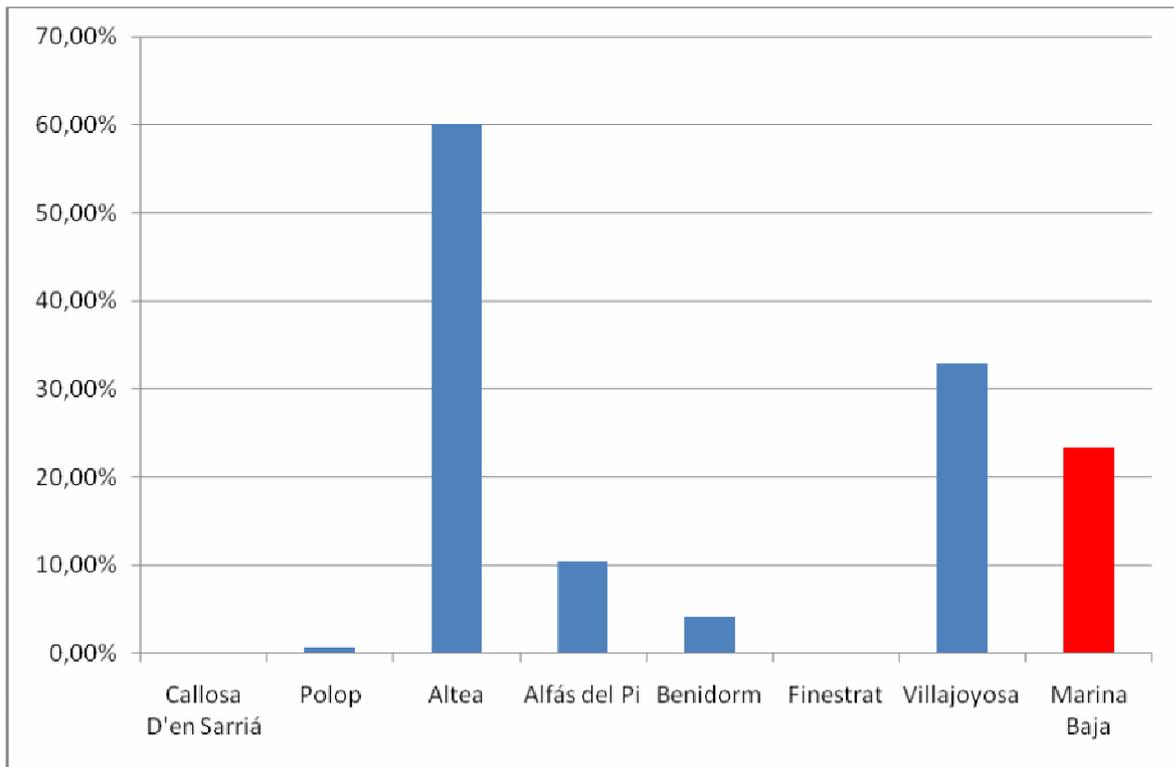


Figura 46. Incremento del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios



**Figura 47. Incremento del riesgo por Daños Tangibles en porcentaje al año por municipios**

Aquellos municipios con incrementos importantes del riesgo, tanto en términos absolutos como en términos relativos, deberán revisar el planeamiento con el fin de evitar el desarrollo de actuaciones en zonas inundables.

En este sentido, destaca claramente sobre el resto el caso de Altea, que ve incrementado notablemente el riesgo anual.

## 8. EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS

Se procede a continuación a la evaluación del riesgo para las diferentes alternativas. Se considera como Alternativa 0 a la situación actual sin implantación de medidas, por lo que los resultados para esta alternativa son los reflejados en el apartado anterior. A continuación se adjuntan los resultados para las alternativas 1 y 2.

---

### 8.1. ALTERNATIVA 1

---

La Alternativa 1 está constituida por la adopción de las Medidas No Estructurales en la zona de inundación y las actuaciones de Reforestación en su cuenca vertiente, descritas en el informe correspondiente. En primer lugar se estima para cada caso la reducción del riesgo tal y como viene descrito a continuación.

#### 8.1.1. ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Las medidas No Estructurales fundamentalmente disminuyen el riesgo por disminución de la vulnerabilidad de los distintos usos del suelo en donde se implantan. Es decir, no suponen ninguna modificación de la cartografía de peligrosidad. Esta disminución de la vulnerabilidad es tanto en los daños tangibles como intangibles.

Las principales medidas No Estructurales que se pueden adoptar y que se van a considerar en este apartado son las siguientes:

- La publicidad de la cartografía de peligrosidad
- Planes de emergencia y de actuación municipal
- Sistemas de previsión y alerta de las inundaciones
- Adecuación de la edificación
- Adecuación de las infraestructuras
- Señalización de alerta en badenes inundables
- Programas de educación e información

No se va a incluir la disminución del riesgo por actuaciones sobre la Ordenación del Territorio ya que se requiere su concreción espacial, asunto no abordado en este Plan Director.

Es fácilmente entendible que la reducción de la vulnerabilidad que produce la adopción de las Medidas No Estructurales es altamente variable en función del caso concreto y su estimación a priori presenta una alta incertidumbre. Habitualmente esta reducción es un porcentaje de los Daños Tangibles. Con carácter general, la experiencia en otros países es que las medidas sobre los usos actuales referentes a la adecuación de edificios e infraestructuras urbanas, planes de emergencia, sistemas de alerta y una correcta educación, consiguen una reducción de los daños en el entorno del 25% (es decir, sin incluir las posibles modificaciones de la ordenación territorial). Este porcentaje es muy variable, pues depende de:

- el número de personas que ponen en marcha las medidas antes y durante la inundación, y que nunca va a ser la totalidad de la población afectada.
- el porcentaje de los edificios e infraestructuras realmente adaptadas en el horizonte temporal considerado, que en el caso de los usos actuales va a ser relativamente pequeño.

Por tanto, para los usos actuales se adopta como porcentaje de reducción de Daños Tangibles el valor del 10%, mientras que se estima que para usos planificados la reducción podría ser del 20%.

#### 8.1.2. ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR REFORESTACIÓN

Dentro de las medidas de restauración hidrológico-forestal, es la Reforestación la que puede tener mayor trascendencia desde el punto de vista del riesgo de inundación. Su efecto es sobre la peligrosidad, disminuyendo los hidrogramas de crecida en la medida que se incrementa la capacidad de infiltración de la cuenca y disminuye su estado de humedad inicial del suelo al incrementarse la evaporación.

En la memoria del “Avance del Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención de Riesgos de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA)”, realizada por el IIAMA en el año 1999, se analizó el efecto de disminución de los cuantiles de caudales máximos de crecida en función de la magnitud de la precipitación y del porcentaje de reforestación de la cuenca, para el caso de estudio de la cuenca de la Rambla de la Pileta (con una superficie de 162 km<sup>2</sup> y localizada en la Comunitat Valenciana). El gráfico siguiente resume los resultados obtenidos:

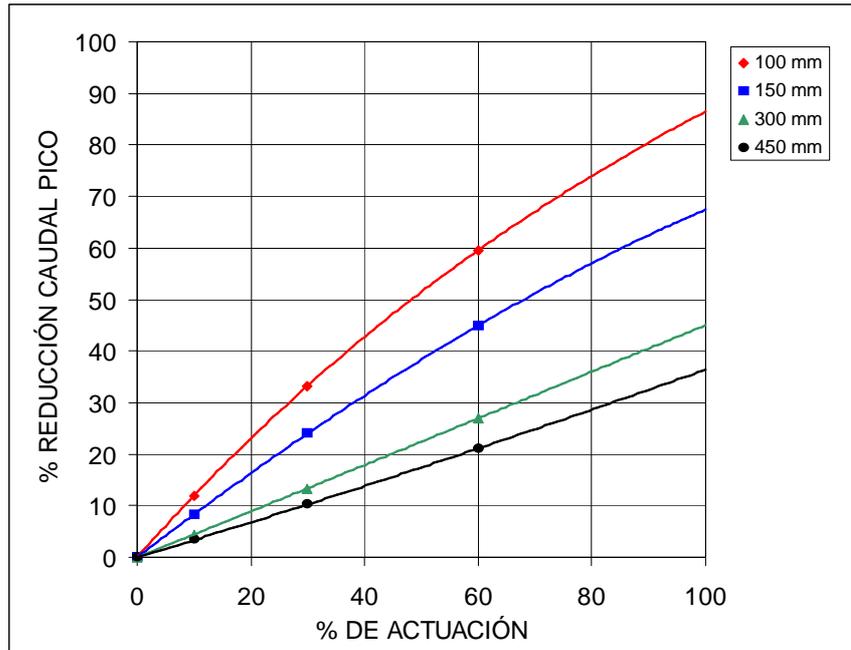


Figura 48. Porcentaje de reducción del caudal pico en función de la precipitación y del porcentaje de actuación sobre la cuenca.

Las reducciones del caudal pico obtenidos en 2008 también por el IIAMA dentro del proyecto europeo “Room for the River” en la cuenca de la Rambla del Poyo son similares a los del gráfico anterior.

Por tanto, si se conoce el porcentaje de reforestación de una cuenca, en lugar de recalcular los mapas de peligrosidad, es mucho más sencillo estimar el riesgo modificando los periodos de retorno correspondientes a los caudales pico de los que ya se ha delimitado el mapa de inundación. Para ello se determinan los cuantiles corregidos para el período de retorno T original mediante una doble interpolación lineal:

$$Y_T = X_T [ 1 - \alpha(P_T, a) ]$$

donde  $\alpha$  es el % de reducción del caudal pico, función de la precipitación de período de retorno la del cuantil considerado (PT) y de la superficie de actuación (a). Y en segundo lugar se realiza un nuevo ajuste lineal por tramos a los cuantiles corregidos, determinando la nueva función de distribución  $F_X(x)$  y, por tanto, se puede calcular el nuevo período de retorno para los cuantiles originales:

$$T^* = \frac{I}{1 - F_X(X_T)}$$

Los nuevos períodos de retorno en las cuencas donde se propone Reforestación son los siguientes:

Zona de inundación	Callosa	Alfaz	Altea
Cuenca	Callosa01d	Alfaz02d	Altea05nuevo
Superficie de la cuenca (km2)	58,12	28,76	199,43
Superficie reforestada (ha)	200,1	32,81	200,1
Superficie reforestada (%)	3,44	1,14	1,00
T equivalente a 10 años	10,77	10,55	10,44
T equivalente a 25 años	27,35	26,97	26,70
T equivalente a 50 años	54,30	53,25	54,32
T equivalente a 100 años	115,53	111,95	111,54
T equivalente a 500 años	509,43	518,69	514,53

Tabla 33: Modificación de los períodos de retorno en las cuencas afectadas por reforestación.

En el caso de que la zona de inundación tenga más de una cuenca vertiente, la modificación del riesgo por reforestación de una cuenca sólo se ha aplicado al riesgo que esta cuenca produce, estimándolo como un porcentaje del riesgo total.

### 8.1.3. RESULTADOS OBTENIDOS

A partir de lo establecido en los dos apartados anteriores, se ha obtenido el nuevo importe que alcanza el riesgo (en euros al año), tras la aplicación de las medidas no estructurales y la reforestación de las zonas previstas.

En las tres tablas que se adjuntan a continuación se muestra el nuevo valor del riesgo y la reducción lograda por aplicación de las medidas no estructurales y la reforestación de cuencas.

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	65.565	0	0	0	0	0	0	65.565
Canal, Gulapdar	0	3.311	0	0	0	0	0	3.311
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	159.421	0	0	0	0	159.421
Arcs	0	0	25.036	0	0	0	0	25.036
Seguet, Soler, Segur	0	0	5.898	146.963	0	0	0	152.861
Barceló, Llíriet, L'Aiguera, L'Oix	0	0	0	0	206.590	0	0	206.590
Murtal, Xixó	0	0	0	0	7.631	0	0	7.631
Cala	0	0	0	0	0	14.932	10.580	25.512
Torres	0	0	0	0	0	0	281	281
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	111.618	111.618
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	10.476	10.476
SUMA	65.565	3.311	190.355	146.963	214.221	14.932	132.955	768.302

**Tabla 34: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 1**

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	11.794	0	0	0	0	0	0	11.794
Canal, Gulapdar	0	368	0	0	0	0	0	368
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	23.515	0	0	0	0	23.515
Arcs	0	0	2.782	0	0	0	0	2.782
Seguet, Soler, Segur	0	0	961	23.935	0	0	0	24.896
Barceló, Llíriet, L'Aiguera, L'Oix	0	0	0	0	22.954	0	0	22.954
Murtal, Xixó	0	0	0	0	848	0	0	848
Cala	0	0	0	0	0	1.659	1.176	2.835
Torres	0	0	0	0	0	0	31	31
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	12.402	12.402
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	1.164	1.164
SUMA	11.794	368	27.257	23.935	23.802	1.659	14.773	103.589

**Tabla 35: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 1**

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	15,25%							15,25%
Canal, Gulapdar		10,00%						10,00%
Algar, Vieja, Barranquet			12,85%					12,85%
Arcs			10,00%					10,00%
Seguet, Soler, Segur			14,01%	14,01%				14,01%
Barceló, Llíriet, L'Aiguera, L'Oix					10,00%			10,00%
Murtal, Xixó					10,00%			10,00%
Cala						10,00%	10,00%	10,00%
Torres							10,00%	10,00%
Refoios, Secanet							10,00%	10,00%
Amadorio, Arquet							10,00%	10,00%
SUMA	15,25%	10,00%	12,53%	14,01%	10,00%	10,00%	10,00%	11,88%

**Tabla 36: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en porcentaje por municipios y zonas para la Alternativa 1**

## 8.2. ALTERNATIVA 2

Finalmente se procede a la evaluación del riesgo tras la implantación de las medidas correctoras previstas para la Comarca de la Marina Baja en el caso de la Alternativa 2, que es el resultado de la aplicación de las actuaciones de la Alternativa 1 más las actuaciones de tipo estructural previstas. Veamos cómo se modifica el riesgo por la adopción de las Medidas Estructurales.

### 8.2.1. ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MEDIDAS ESTRUCTURALES

El efecto de las Medidas Estructurales es una modificación de la peligrosidad de inundación, por modificación de la magnitud de la misma. Es decir, no se modifican ni la vulnerabilidad ni la hidrología de la cuenca.

Por tanto, en este caso, ha sido necesaria la obtención de los nuevos mapas de inundación mediante la modelación hidráulica (que ha incluido las Medidas Estructurales) y se ha vuelto a estimar el riesgo de inundación de manera análoga a la Situación Actual.

### 8.2.2. RESULTADOS OBTENIDOS

Tras realizar el proceso de cálculo, obtenemos la siguiente tabla, en la que se muestra el riesgo para los daños tangibles (incluye tanto los daños directos como los indirectos) por zonas y municipios en euros al año. Igualmente se incluyen sendas tablas con la reducción lograda en el riesgo tanto en euros al año como en porcentaje.

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	65.565	0	0	0	0	0	0	65.565
Canal, Gulapdar	0	3.311	0	0	0	0	0	3.311
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	97.385	0	0	0	0	97.385
Arcs	0	0	7.194	0	0	0	0	7.194
Seguet, Soler, Segur	0	0	339	8.459	0	0	0	8.798
Barceló, Llíriet, L'Aigüera, L'Oix	0	0	0	0	68.707	0	0	68.707
Murtal, Xixó	0	0	0	0	961	0	0	961
Cala	0	0	0	0	0	11.696	5.714	17.410
Torres	0	0	0	0	0	0	34	34
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	56.141	56.141
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	7.760	7.760
SUMA	65.565	3.311	104.918	8.459	69.668	11.696	69.649	333.265

Tabla 37: Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 2

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	11.794	0	0	0	0	0	0	11.794
Canal, Gulapdar	0	368	0	0	0	0	0	368
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	85.551	0	0	0	0	85.551
Arcs	0	0	20.624	0	0	0	0	20.624
Seguet, Soler, Segur	0	0	6.519	162.440	0	0	0	168.959
Barceló, Llíriet, L'Aiguera, L'Oix	0	0	0	0	160.837	0	0	160.837
Murtal, Xixó	0	0	0	0	7.518	0	0	7.518
Cala	0	0	0	0	0	4.896	6.041	10.936
Torres	0	0	0	0	0	0	279	279
Refoios, Secanet	0	0	0	0	0	0	67.879	67.879
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	3.880	3.880
SUMA	11.794	368	112.694	162.440	168.355	4.896	78.079	538.626

Tabla 38: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para la Alternativa 2

Zona/Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	15,25%							15,25%
Canal, Gulapdar		10,00%						10,00%
Algar, Vieja, Barranquet			46,77%					46,77%
Arcs			74,14%					74,14%
Seguet, Soler, Segur			95,05%	95,05%				95,05%
Barceló, Llíriet, L'Aiguera, L'Oix					70,07%			70,07%
Murtal, Xixó					88,67%			88,67%
Cala						29,51%	51,39%	38,58%
Torres							89,16%	89,16%
Refoios, Secanet							54,73%	54,73%
Amadorio, Arquet							33,33%	33,33%
SUMA	15,25%	10,00%	51,79%	95,05%	70,73%	29,51%	52,85%	61,78%

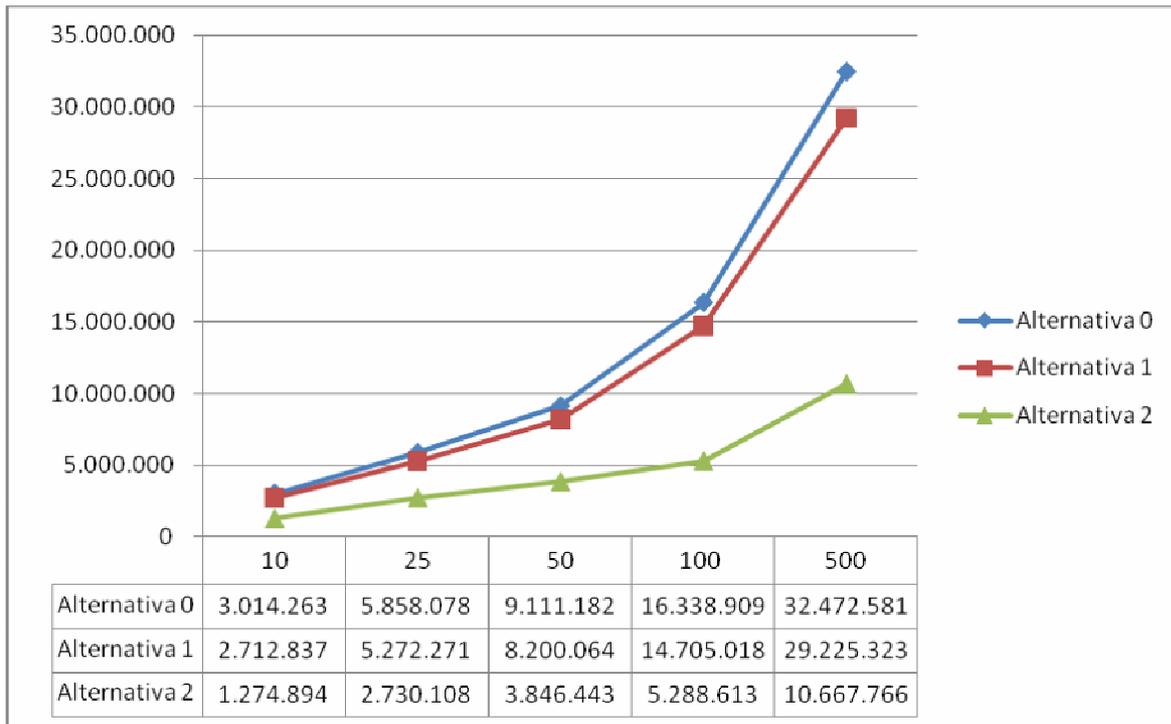
Tabla 39: Reducción del riesgo por Daños Tangibles en porcentaje por municipios y zonas para la Alternativa 2

### 8.3. COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS

Finalmente se procede a comparar los resultados obtenidos para las tres alternativas evaluadas:

- Alternativa 0: Situación Actual.
- Alternativa 1: Aplicación de Medidas No Estructurales y Reforestación.
- Alternativa 2: Aplicación de la Alternativa 1 y las Medidas Estructurales previstas.

A nivel de daños, y para los cinco periodos de retorno considerados, podemos observar en el siguiente gráfico cómo se produce una importante disminución en éstos por aplicación de las medidas correctoras. La reducción es muy superior para la Alternativa 2, es decir, con la implantación de las medidas estructurales previstas.



**Figura 49. Comparativa de los Daños Tangibles en euros para los distintos periodos de retorno en toda la Marina Baja**

Si se considera ahora el riesgo anual, para las distintas zonas de inundación analizadas, se puede observar en el siguiente gráfico el efecto reductor que producirá la implantación de las medidas previstas en cada una de estas zonas.

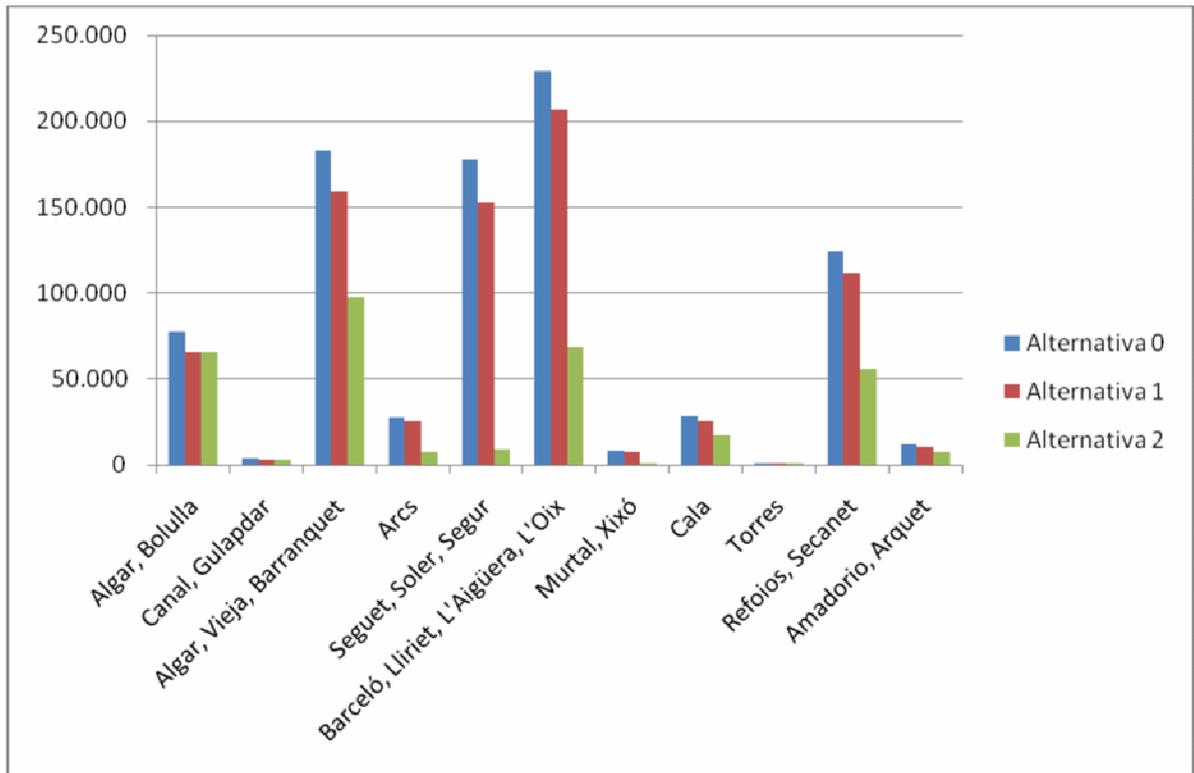


Figura 50. Comparativa del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por zonas

Como puede observarse en el gráfico, en las zonas en las que no está prevista la adopción de medidas estructurales, coinciden los resultados para las alternativas 1 y 2, mientras que en el resto, la eficacia de las medidas adoptadas varía de unas a otras.

Esta misma comparación se realiza por municipios en la siguiente figura, donde se puede ver tanto el riesgo en situación actual para cada término (Alternativa 0) como la reducción lograda por aplicación de las alternativas 1 y 2 previstas.

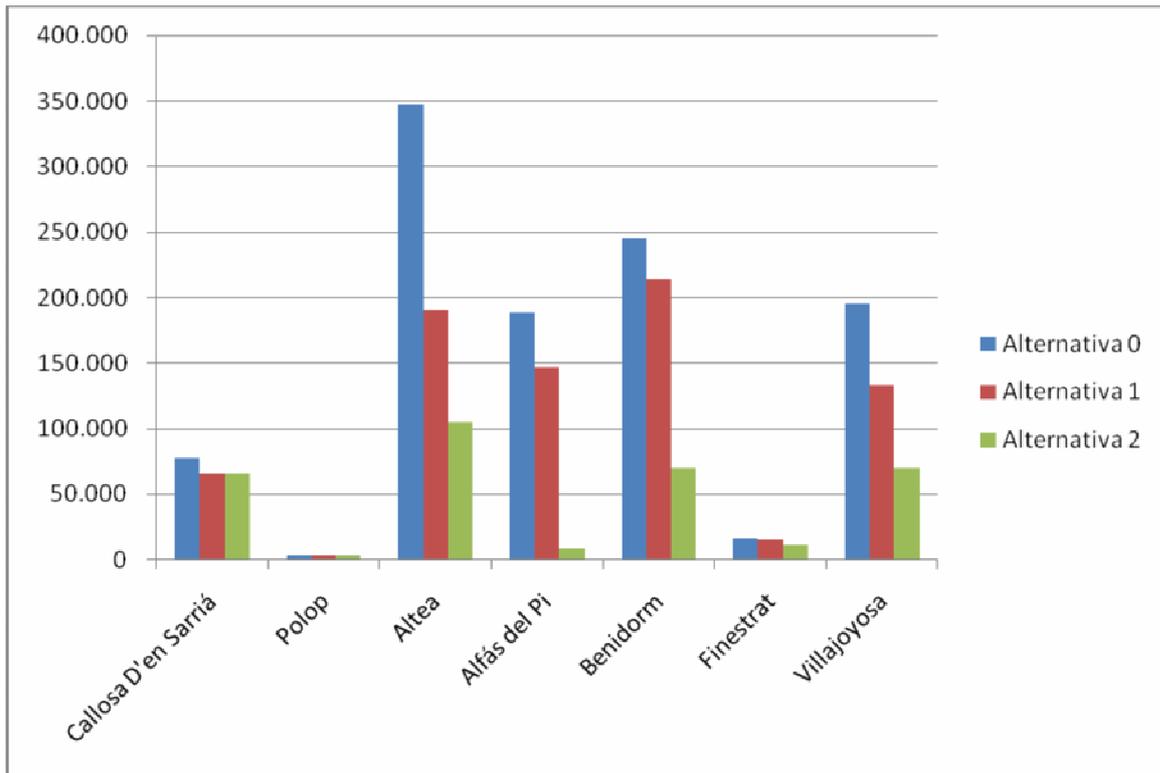


Figura 51. Comparativa del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios