

# **PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE TERREMOTOS EN GALICIA**

## **SISMIGAL**

**DICIEMBRE 2025**

## HISTORIAL DE REVISIONES

REVISIÓN/ACTUALIZACIÓN	DATA	PUBLICACIÓN	CONCEPTO
00 Plan especial de protección civil ante el riesgo sísmico en Galicia, SISMIGAL.	12/03/2009	DOG nº53 de 11 de agosto de 2010	Aprobación por Acuerdo. Consello da Xunta de Galicia
01 Actualización y revisión del Plan especial de protección civil ante el riesgo de terremotos en Galicia, SISMIGAL.	01/12/2025	DOG Nº 242 del 16 de diciembre de 2025	Aprobación por Acuerdo. Consello da Xunta de Galicia



<b>1.</b>	<b>FUNDAMENTOS .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJETO Y ÁMBITO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>MARCO LEGAL Y COMPETENCIAL .....</b>	<b>5</b>
1.3.1	Marco legal .....	5
1.3.2	El Plan especial como Plan Director .....	7
1.3.3	Marco competencial .....	7
<b>1.4</b>	<b>LOS PLANES DE ACTUACIÓN MUNICIPAL .....</b>	<b>7</b>
1.4.1	Concepto .....	7
1.4.2	Funciones.....	7
1.4.3	Contenido mínimo .....	8
<b>2</b>	<b>ANÁLISIS DEL RIESGO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>INFORMACIÓN TERRITORIAL .....</b>	<b>9</b>
2.1.1	Localización.....	9
2.1.2	Superficie.....	9
2.1.3	Orografía.....	9
2.1.4	Geología y geomorfología .....	10
<b>2.2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA .....</b>	<b>11</b>
2.2.1	Aceleración sísmica .....	12
2.2.2	Catálogo de sismicidad .....	12
2.2.3	Mapa de aceleraciones por municipios .....	15
2.2.4	Mapa de intensidades por municipios .....	15
<b>2.3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA .....</b>	<b>16</b>
2.3.1	Vulnerabilidad de las edificaciones .....	16
2.3.2	Daños a las edificaciones .....	18
2.3.3	Vulnerabilidad de la población .....	21
2.3.4	Estimación de daños a la población.....	22
2.3.5	Vulnerabilidad de edificios que albergan servicios esenciales .....	25
2.3.6	Vulnerabilidad de las líneas vitales.....	29
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>FASES Y SITUACIONES DEL PLAN.....</b>	<b>31</b>
3.1.1	Clasificación de las emergencias .....	31
<b>3.2</b>	<b>ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....</b>	<b>32</b>
3.2.1	Fundamentos de la estructura .....	32
3.2.2	Estructura organizativa.....	33
3.2.3	El Centro de Coordinación Operativa, CECOP .....	34
3.2.4	El Centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOPI) .....	35
3.2.5	El Cecopal (Centro de Coordinación Municipal) .....	35

3.2.6	La Sala de Control Operativo (SACOP) .....	36
3.2.7	CETRA (Centro de transmisiones) .....	36
3.2.8	Dirección del Plan .....	36
3.2.9	El Comité de Dirección .....	37
3.2.10	El Comité Asesor .....	37
3.2.11	Comité asesor técnico-científico .....	38
3.2.12	Órgano de Comunicación Pública .....	38
3.2.13	Dirección de la emergencia .....	39
3.2.14	Puesto de mando avanzado (PMA). ....	39
3.2.15	Grupos operativos. ....	40
3.2.16	Coordinación de los grupos operativos en el terreno .....	47
<b>3.3</b>	<b>INTERFASE ENTRE EL SISMIGAL Y EL PEMU/PAM.....</b>	<b>48</b>
<b>4</b>	<b>OPERATIVIDAD.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1</b>	<b>NOTIFICACIÓN Y ACTIVACIÓN DEL PLAN .....</b>	<b>49</b>
4.1.1	Fase de seguimiento o preemergencia.....	50
4.1.2	Fase de emergencia. ....	50
4.1.3	Fase de Recuperación .....	51
<b>4.2</b>	<b>PRIMERAS ACTUACIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3</b>	<b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN .....</b>	<b>53</b>
4.3.1	Avisos a la población .....	54
<b>4.4</b>	<b>CATÁLOGO DE MEDIOS Y RECURSOS .....</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>IMPLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1</b>	<b>IMPLANTACIÓN DEL PLAN .....</b>	<b>56</b>
<b>5.2</b>	<b>MANTENIMIENTO DE LA OPERATIVIDAD DEL PLAN .....</b>	<b>56</b>
5.2.1	Información a la población .....	57
<b>5.3</b>	<b>FINANCIACIÓN.....</b>	<b>58</b>
 <b>ANEXOS</b>		
ANEXO I GLOSARIO .....		58
ANEXO II ANÁLISIS DEL RIESGO .....		62
ANEXO III RIESGO A ESCALA MUNICIPAL .....		197
ANEXO IV REGISTRO HISTÓRICO DE SEÍSMOS .....		199
ANEXO V. RED DE ALERTA SÍSMICAS EN GALICIA .....		213
ANEXO VI RECOMENDACIONES A LA POBLACIÓN EN CASO DE TERREMOTOS .....		215

# 1. FUNDAMENTOS

## 1.1 ANTECEDENTES

Los movimientos sísmicos son objeto de planificación especial de protección civil. Así se considera en la Norma básica de protección civil, aprobada por Real decreto 524/2023, de 20 de junio. Esta norma incluye en el catálogo de riesgos de protección civil a los terremotos y maremotos.

Por otro lado, la Ley de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil, señala en su artículo 15.2 que son planes especiales, entre otros, los que tienen por finalidad hacer frente a los riesgos de terremotos y maremotos.

La Xunta de Galicia a través de la Consellería competente en materia de Protección Civil, desarrolló un plan para dar una respuesta rápida y eficaz dirigida a minimizar los posibles daños a las personas, bienes y medio ambiente, con el objetivo de restablecer los servicios básicos para la población en el menor tiempo posible ante movimientos sísmicos.

Este plan fue aprobado por el Consello da Xunta en el año 2009, y homologado por la Comisión Nacional de Protección Civil en la sesión celebrada el 3 de diciembre de ese mismo año. Posteriormente, fue publicado por Resolución de 2 de agosto de 2010.

Desde el año 2010 hubo cambios relacionados con la gestión del riesgo y la organización de la respuesta ante emergencias, destacando el desarrollo de la Agencia Gallega de Emergencias (en adelante, AXEGA) y la implantación de nuevas tecnologías de gestión desarrolladas por ella. Asimismo, es necesario modificar el documento para adaptarlo a la estructura de los planes especiales de carácter autonómico para facilitar su aplicación, revisar el análisis de riesgo manteniendo la metodología aplicada pero teniendo en cuenta la nueva instrumentación y registros, así como adaptarlo a la nueva normativa estatal y autonómica en materia de riesgos y protección civil.

Por lo tanto, se considera necesaria la revisión y actualización del Plan especial vigente, que entrará en vigor tras la aprobación por el Consello de Xunta de Galicia.

## 1.2 OBJETO Y ÁMBITO

El SISMIGAL es un instrumento técnico que establece la organización y los procedimientos de actuación de los recursos y servicios cuya titularidad le corresponda a la Comunidad Autónoma de Galicia, y los que puedan ser asignados a este por otras administraciones públicas así como otros pertenecientes a actividades públicas o privadas. Comprende un conjunto de normas que constituyen el sistema y dispositivo de respuesta y actuación frente a cualesquier situación de emergencia provocada por terremotos.

Son objetivos específicos los siguientes:

- Conocer el riesgo de terremotos en el ámbito territorial de Galicia, estimando la peligrosidad y vulnerabilidad.
- Aumentar la resiliencia de la población afectada. Para eso, se establecerán las acciones que permitan:
  - Disponer de medios de evacuación y de lugares de alojamiento para los evacuados.

- Disponer de medios de asistencia sanitaria.
- Disponer de medios y mecanismos de restauración de las vías de comunicación afectadas.
- Establecer vías alternativas de comunicación.
- Mantener y restablecer en el menor tiempo posible los servicios básicos: alimentación, teléfono, luz, agua.
- Reducir dentro de lo posible las perturbaciones por modificaciones en la vida cotidiana, tales como paralización de la vida escolar, de comunicaciones etc.
- Mantener informada la población.

El ámbito territorial del SISMIGAL será la totalidad del área geográfica de la Comunidad Autónoma de Galicia. Este plan, podrá ser activado frente cualquier terremoto que afecte a la comunidad y que tenga consecuencias sobre la población y sus bienes.

## **1.3 MARCO LEGAL Y COMPETENCIAL**

### **1.3.1 Marco legal**

Las siguientes disposiciones establecen el marco legal y reglamentario con el que se regula la gestión de las emergencias por terremotos:

#### **A. Europea:**

- Resolución del Consejo y de los representantes de los gobiernos de los Estados Miembros reunidos en el seno del Consejo, de 23 de noviembre de 1990, sobre la mejora de la ayuda recíproca entre Estados miembros en caso de catástrofes naturales o de origen humano.
- Resolución del Consejo y de los representantes de los gobiernos de los Estados miembros, reunidos en el seno del Consejo, de 8 de julio de 1991, sobre la mejora de la asistencia recíproca entre Estados miembros en caso de catástrofes naturales o tecnológicas.

#### **B. Administración general del Estado:**

- Ley Orgánica 2/1986, de 13 de marzo, de Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.
- Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases de régimen local.
- Ley Orgánica 5/2005, de 17 de noviembre, de la Defensa Nacional.
- Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Real decreto 734/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifican las directrices básicas de planificación de protección civil y planes estatales de protección civil para la mejora de la atención de las personas con discapacidad y a otros colectivos en situación de especial vulnerabilidad ante emergencias.[MS1]
- Real decreto 524/2023, de 20 de junio, por el que se aprueba la Norma básica de protección civil.

- Resolución de 4 de julio de 1994, de la Secretaría del Estado de Interior, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros sobre criterios de asignación de medios y recursos de titularidad estatal a los planes territoriales de Protección Civil.
- Resolución de 5 de mayo de 1995, de la Secretaría de Estado de Interior, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por lo que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil frente el riesgo sísmico.
- Resolución de 17 de septiembre de 2004, de la Subsecretaría, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros, de 16 de julio de 2.004, por el que se modifica la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo sísmico.
- Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, por lo que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: Puentes (NCSP-07)
- Real Decreto 1097/2011, de 22 de julio, por el que se aprueba el Protocolo de Intervención de la Unidad Militar de Emergencias.

#### C. Comunidad Autónoma de Galicia:

- Ley orgánica 1/1981, de 6 de abril. Estatuto de autonomía de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Ley 1/1983, de 22 de febrero, reguladora de la Xunta y su presidente, modificada por la Ley 10/2015, de 31 de agosto, de modificación del artículo 48 de la Ley 1/1983, de 22 de febrero, de normas reguladoras de la Xunta y de su Presidencia.
- Ley 5/1997, de 22 de julio, de Administración Local de Galicia
- Ley 2/2016, de 10 de febrero, del suelo de Galicia.
- Ley 5/2007, de 7 de mayo, de emergencias de Galicia.
- Resolución del 2 de agosto de 2010 por la que se publica el Plan Territorial de Emergencias de Galicia.
- Decreto 49/2024, de 22 de abril, por el que se fija la estructura orgánica de las Consellerías de la Xunta de Galicia.
- Decreto 101/2016, de 21 de julio, por lo que se regulan los órganos de coordinación, cooperación administrativa y asesoramiento en materia de protección civil y emergencias.
- Resolución de 2 de agosto de 2010 por la que se publica el Plan especial de protección civil frente al riesgo sísmico en Galicia.

### **1.3.2 El Plan especial como Plan Director**

El SISMIGAL es considerado Plan Director de la planificación territorial de ámbito inferior que se elabore en Galicia ante este riesgo. Por tanto, establece las funciones básicas y el contenido mínimo de los Planes de Actuación Municipal ante este riesgo y define el marco organizativo general que posibilita la integración de éstos en el plan especial.

### **1.3.3 Marco competencial**

Conforme con la Ley del sistema de protección civil y la Norma básica de protección civil, corresponde a la Comunidad Autónoma de Galicia la responsabilidad de elaborar y aprobar el plan especial de protección civil ante el riesgo de terremotos en Galicia, previo informe de la Comisión Gallega de Protección Civil.

La elaboración y aprobación de los planes de actuación municipal frente al riesgo de terremotos corresponde al órgano de gobierno municipal, previa homologación por la Comisión Gallega de Protección Civil. Deberán para ello contar con apoyo de otras administraciones públicas, conforme la Ley 5/2007, de 7 de mayo, de emergencias de Galicia, y la Ley L5/1997, del 22 de julio, de la Administración local de Galicia.

## **1.4 LOS PLANES DE ACTUACIÓN MUNICIPAL**

### **1.4.1 Concepto**

Los planes de actuación municipal ante el riesgo de terremotos, establecen la organización y actuación de los recursos y servicios propios, al objeto de hacer frente a las emergencias por terremotos, dentro de su ámbito territorial.

En el anexo III, se relacionan los municipios de la Comunidad Autónoma de Galicia que se considera que el nivel de riesgo justifica la recomendación de elaborar el correspondiente plan de actuación municipal.

### **1.4.2 Funciones**

Las funciones básicas de los planes de actuación municipal son las siguientes:

- A) Prever la estructura organizativa y los procedimientos para la intervención en emergencias por terremotos dentro del territorio del municipio que corresponda, en coordinación con los Grupos Operativos previstos en el plan especial.
- B) Catalogar elementos vulnerables y zonificar el territorio en función del riesgo, en concordancia con lo establecido en este plan especial, así como delimitar áreas según posibles requerimientos de intervención o actuaciones para la protección de personas y bienes.
- C) Especificar procedimientos de información y alerta a la población, en coordinación con los previstos en el plan especial.
- D) Catalogar los medios y recursos específicos para la puesta en práctica de las actividades previstas.

### 1.4.3 Contenido mínimo

El contenido mínimo de los Planes de Actuación Municipal será el siguiente:

1. FUNDAMENTOS: OBJETO Y ÁMBITO
2. ANÁLISIS DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD: descripción del término municipal, resumen del análisis del riesgo, áreas o sectores afectados, análisis de las consecuencias.
3. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN: niveles y criterios de activación, centros de coordinación, dirección del PAM, Órgano de comunicación pública, grupos operativos.
4. OPERATIVIDAD: procedimientos generales y fichas de actuación.
- 5- IMPLANTACIÓN, MANTENIMIENTO, EVALUACIÓN Y REVISIÓN
6. ANEXOS: directorio telefónico, modelos de declaración, consejos de autoprotección, planes de autoprotección asociados, elementos vulnerables, catálogo de medios y recursos.

Los ayuntamientos que deban redactar e implantar el plan de emergencia municipal (PEMU), y/o planes de actuación municipal para este y otros riesgos especiales, podrán elaborar un documento único que incluya todos los planes de protección civil municipales que deba elaborar, de acuerdo con los correspondientes planes especiales de emergencias de la Xunta de Galicia.

.

## **2 ANÁLISIS DEL RIESGO**

### **2.1 INFORMACIÓN TERRITORIAL**

#### **2.1.1 Localización**

Con el Norte de Portugal hasta el río Duero, Galicia forma una sola región natural claramente definida por sus caracteres geológicos y geográficos. Podría considerarse ampliada esta región natural por parte del territorio asturiano, al oeste de la sierra de O Rañadoiro (de constitución análoga a la gallega), y por el país de transición del Bierzo, que ofrece en sus valles y montañas rasgos del suelo y ambiente que se identifican en buena parte con los de Galicia.

La organización político-administrativa vigente considera Galicia el territorio de las cuatro provincias de A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra, y así aparece, encuadrada por los paralelos de 41° 50' (confluencia del Támega con el río de O Porto en Feces) y 43° 47' 25" de latitud norte (Estaca de Bares) y los meridianos de 9° 18' 18" (Cabo Touriñán) y de 6° 51' longitud oeste de Greenwich (Cuña de la sierra de O Eixe junto a los confines de las provincias de Zamora, León y Ourense).

Galicia limita al Norte con el mar Cantábrico y el Océano Atlántico, cuya divisoria es el cabo de Estaca de Bares; al oeste por el Atlántico; al sur por el curso del Miño y la raya seca de Portugal; y al este por Asturias y las provincias de León y Zamora..

#### **2.1.2 Superficie**

La extensión superficial de Galicia se cifra en 29.154 km<sup>2</sup> repartida así entre las cuatro provincias: A Coruña, 7.903; Lugo, 9.881; Ourense, 6.979 y Pontevedra 4.391 km<sup>2</sup> respectivamente.

Galicia representa, por su extensión, el 5,78% de la superficie total de España.

La población en Galicia es de 2.690.464 habitantes, repartidos de la siguiente manera en las cuatro provincias gallegas: A Coruña 1.119.180; Lugo 323.989; Ourense 304.280, y Pontevedra 943.015 (Cifras oficiales a 01/01/2022 del IGE).

#### **2.1.3 Orografía**

En Galicia se enumeran cinco grandes unidades morfológicas: el litoral, las superficies de aplanamiento, las depresiones tectónicas, las cordales y, como nexo de unión entre ellas, los valles fluviales.

Entre el litoral y las sierras centro - occidentales, destacan las planicies gallegas, que se gradúan desde los 100 a los 700 m. Cerca del litoral, el encajonamiento de la red fluvial genera un relieve movido de valles y oteros encadenados.

Los bloques más altos de Galicia constituyen las sierras, situadas en general por encima de los 700 metros, y como cota máxima llega a los 2.124 metros, en Pena Trevinca; por encima de los mil metros están también Pena Rubia e Cuíña. Hay pequeñas sierras por debajo de esta altitud, diferenciándose de las sierras centro – occidentales (desde A Faladoira hasta O Faro de Avión, pasando por Serra da Loba, Cova da Serpe, O Careón, O Farelo, O Faro, O Suído e Montes del Testeiro), las septentrionales (destacando el macizo del Xistral) y las orientales u sudorientales (la sierra de los Ancares, O Courel, O Eixe, el macizo de Manzaneda y el macizo



de Trevinca, la Serra de Queixa, la Serra de San Mamede, O Burgo, As Corzas y los montes del Invernadoiro).

Los valles gallegos, por su disposición respecto al mar, representan un medio natural de penetración de la influencia oceánica en el interior, suelen ser continuación de las rías que acercan los vientos atlánticos y cantábricos. Sin embargo, los valles del Sil y del Támega permiten el paso de los caracteres mediterráneos incluso el valle de Lemos. La influencia oceánica se deja notar mucho más en los grandes valles con orientación O-E, como el Tambre, el Ulla y el Miño, y es muestra de eso la suavidad del clima del bajo Deza o del Mandeo.

En los valles sudorientales a la sequedad del verano se le unen las elevadas temperaturas, mientras en invierno son muy frecuentes las inversiones térmicas y las nieblas persistentes, de modo que son corrientes los días en los que el valle está cubierto, y unos 300 metros más arriba luce el sol..

## **2.1.4 Geología y geomorfología**

Galicia se inscribe en el macizo Hespérico o Ibérico, que es uno de los varios macizos de edad hercínica que se extienden por todo el continente europeo entre la banda orogénica alpina y el escudo básico o el extremo SO del orógeno Caledónico, siendo los reajustes tectónicos de este macizo los responsables de la mayoría de la sismicidad sentida y que puede generar daños en el entorno gallego. Otro tipo de fenómenos sísmicos capaces de originar daños son el resultado de potenciales tsunamis producidos por eventos sísmicos situados en zonas oceánicas, que serán tratados en plan especial redactado para este riesgo.

La bibliografía geológica subdivide el macizo hespérico en 5 zonas, de estratigrafía, disposición estructural, grado de metamorfismo y magmatismo diferente, y consecuentemente también con propiedades de propagación de ondas elásticas diferentes. Estas zonas son las siguientes:

- Centro Ibérica
- Cantábrica
- Asturoccidental-Leonesa
- Ossa-Morena
- Surportuguesa.

En Galicia únicamente afloran materiales de la zona Centro Ibérica en el Oeste y de la Asturoccidental leonesa en Este. En el Anexo 1 se describen en detalle las características geológicas de ambas zonas.

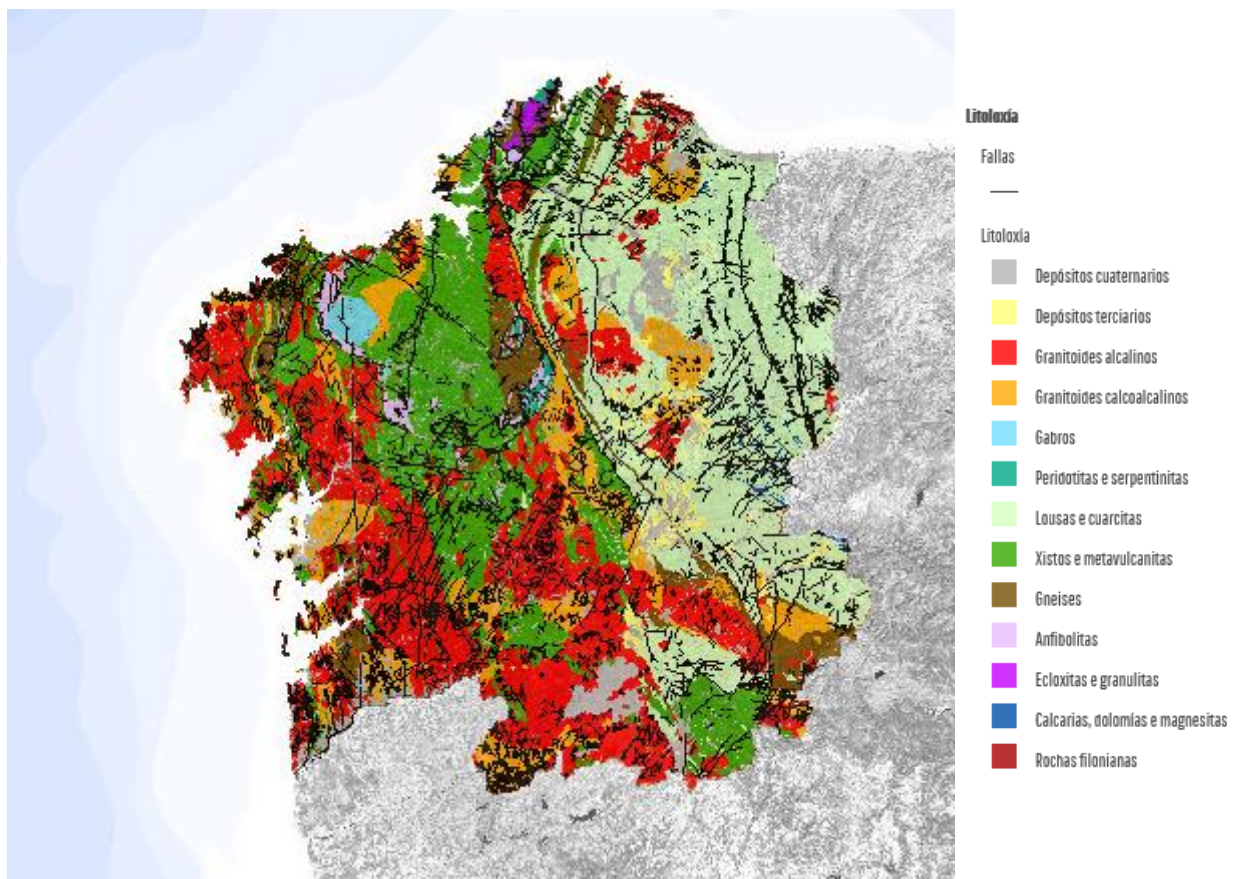


Figura 1. Mapa litológico de Galicia (IET)

## 2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

El análisis de riesgo sísmico en la comunidad se basa en las siguientes premisas:

- La evaluación del peligro sísmico se estima en función de la intensidad del movimiento que razonablemente se puede esperar en cada parroquia de Galicia.
- La evaluación de la vulnerabilidad se establece sobre las construcciones, de forma que se pueda determinar una estimación de los daños que puede generar un terremoto, y sobre las condiciones de cimentación de las construcciones, en función de los materiales geológicos.

El estudio para la cuantificación del riesgo de terremotos en Galicia ha sido elaborado por el Departamento de Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente de la Universidad de Vigo. El anexo 1 recoge con detalle la metodología y resultados, incluyendo en la presente memoria un resumen.

A medida que va aumentando la estimación del grado de daño, disminuye el porcentaje de edificios que sufrirían dicho daño por causas del seísmo. Esto coincide con la distribución de las vulnerabilidades, de tal manera que los municipios con vulnerabilidades más altas son los más propensos a sufrir mayores daños.

## 2.2.1 Aceleración sísmica

A efectos de la evaluación de la peligrosidad sísmica, se ha utilizado el nuevo mapa de peligrosidad sísmica propuesto en el estudio de Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012 (IGN 2013).

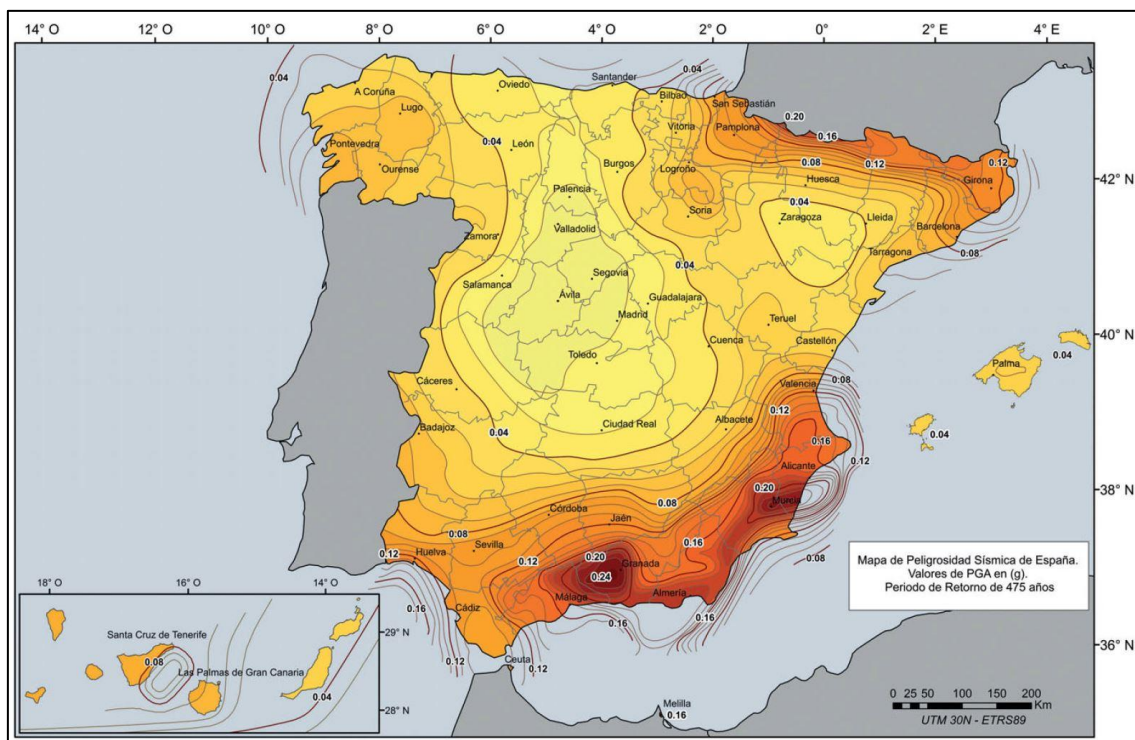
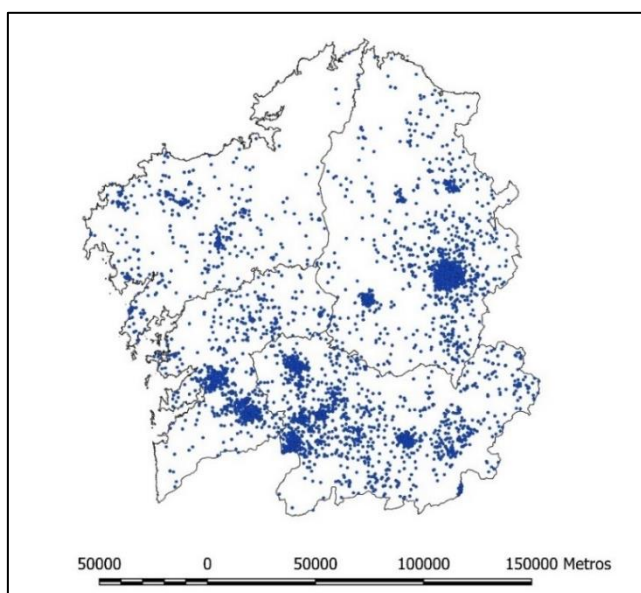


Figura 2. Mapa de peligrosidad sísmica para un período de retorno de 475 años (IGN, 2013)

En rasgos generales, en la actualización del nuevo mapa se puede observar que la aceleración pico del terreno (PGA) ha aumentado en el territorio gallego con respecto al anterior mapa. Destaca especialmente el caso de la provincia de Pontevedra, particularmente en su parte suroeste, donde la aceleración sísmica ha experimentado un aumento significativo, pasando de valores inferiores a 0.04g a valores de 0.07g.

## 2.2.2 Catálogo de sismicidad

El catálogo sísmico del IGN recoge terremotos de los últimos 1000 años aproximadamente. En Galicia, por su sismicidad moderada, los primeros terremotos que aparecen en el catálogo son de principios del siglo XIX. Es de gran importancia la instalación del observatorio de Santiago de Compostela (STS) en el año 1971, ya que a partir de ese momento se comenzó a registrar la actividad sísmica cercana para magnitudes intermedias. Sin embargo, fue en la década de 1980, con la implementación, por parte del IGN, de la nueva Red Sísmica (Mezcua, 1991) cuando se produjo un gran avance en el registro de la actividad sísmica en Galicia.



*Figura 3. Mapa de sismos instrumentales de Galicia (epicentros)*

La red de sismómetros de Galicia garantiza una detección homogénea en la Comunidad por encima de una magnitud 1,5 aproximadamente.

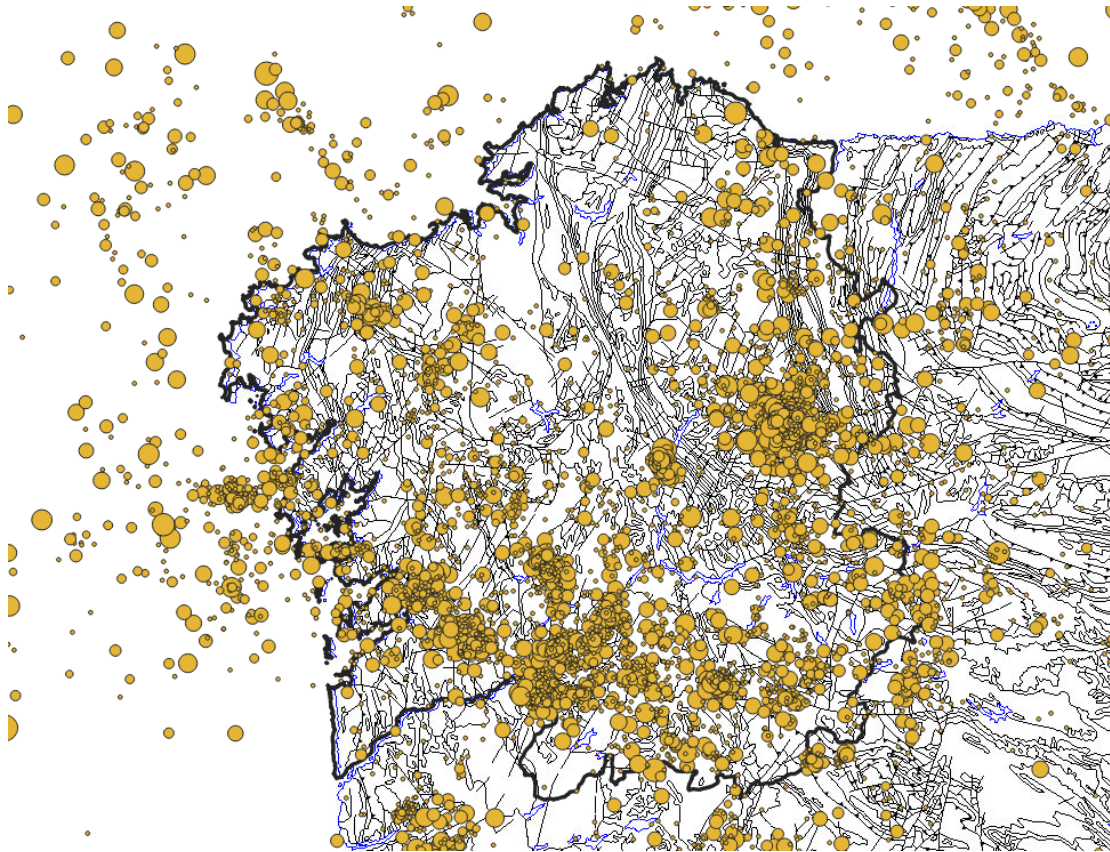


*Figura 4 Red de alerta sísmica del IGN, 2024*



En la Figura 4. las principales estructuras tectónicas y fracturas se superponen con el mapa de sismos instrumentales para su análisis. Concretamente, en los episodios sísmicos registrados en Galicia se han identificado tres tipos de mecanismos focales:

- Falla normal con eje de presión vertical y plano de falla muy vertical también, orientado en dirección NO-SE. Registro más importante detectado el 15 de abril de 1994 de magnitud 4,1. De este tipo son los episodios sísmicos que se producen en la zona de Mondoñedo.
- Falla inversa con eje de presión orientado en dirección SE-NO. Registro más destacado en mayo de 1997, de magnitud 5,3.
- Falla de desgarre con eje de presión orientado en dirección SSE-NNW. Registros relevantes el 29 de noviembre y 24 de diciembre de 1995, ambos con una magnitud de 4,6.



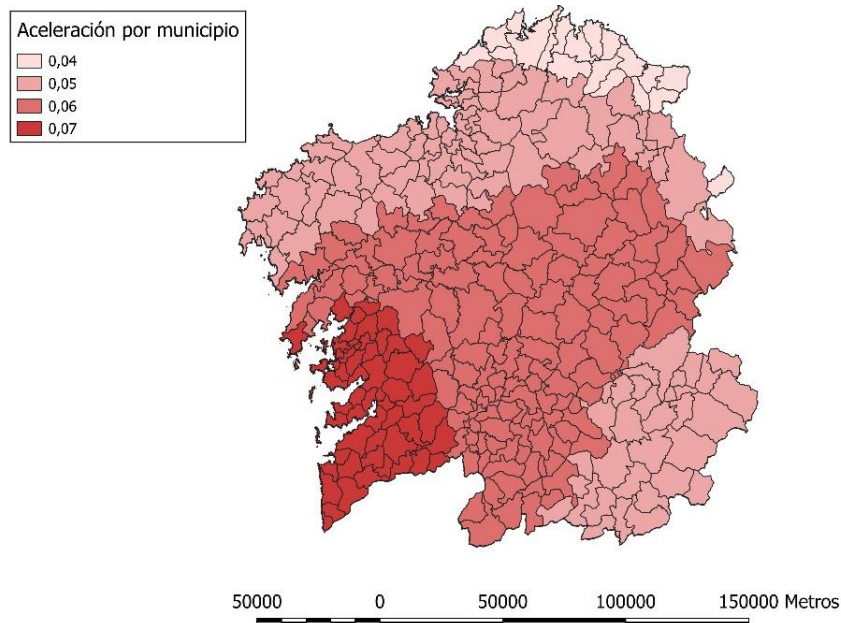
*Figura 5. Sismicidad instrumental y estructuras tectónicas de Galicia*

Sin embargo, la débil correlación entre los sismos registrados y las fallas cartografiadas es posible interpretarla de dos maneras. Por un lado, puede ser resultado de que el registro detallado de la sismicidad con ubicaciones hipocentrales sea relativamente reciente y por otro lado, las estructuras responsables de la sismicidad no tienen representación superficial.

No obstante, la intensidad sísmica percibida en los terrenos es mayor en terrenos blandos que en terrenos duros. Por ello, se reclasifica el mapa geológico de Galicia para diferenciar zonas en función de la dureza de los materiales geológicos.

### 2.2.3 Mapa de aceleraciones por municipios

Trasladando los valores de aceleración a cada municipio de Galicia, se genera un mapa de aceleraciones por municipio, el cual se muestra en la figura 6.

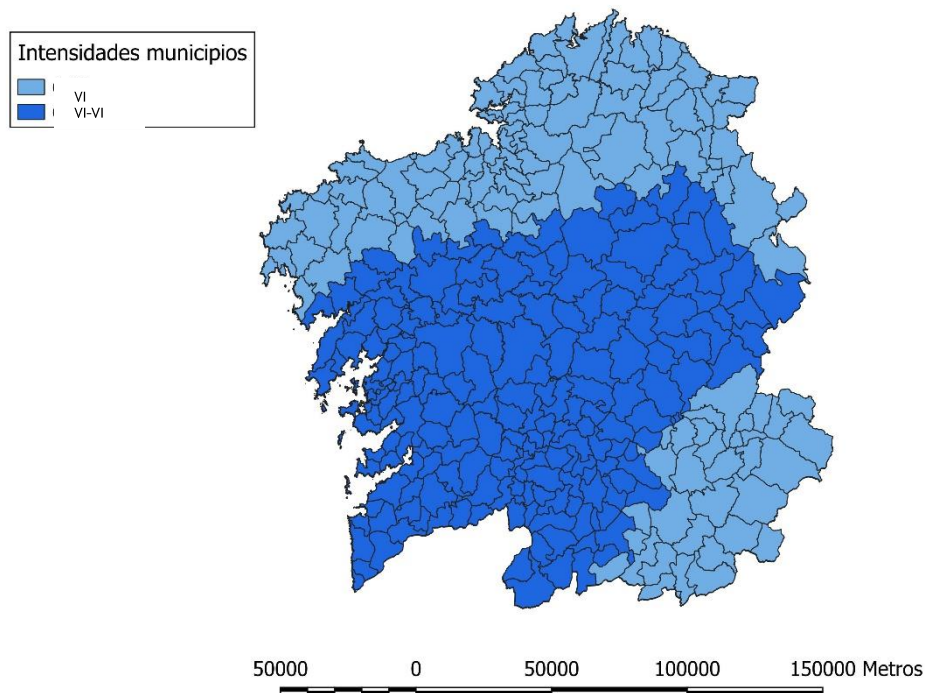


*Figura 6 Mapa de aceleraciones por municipios*

### 2.2.4 Mapa de intensidades por municipios

A continuación, para obtener el mapa de intensidades por municipios de Galicia se emplea la relación existente entre la aceleración de referencia y la intensidad propuesta en la Norma de la Construcción Sismorresistente (Figura 7), por ser más conservadora que otras posteriores.

Los valores de estas intensidades varían desde VI hasta VII, según la escala de intensidades EMS-98, diferenciándose claramente dos zonas, correspondiendo la más oscura de ellas (intensidades de valor entre VI y VII) con los municipios donde se han registrado más actividad sísmica en los últimos años.



*Figura 7. Mapa de intensidades reales por municipios*

## 2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

La evaluación de la vulnerabilidad se va a fundamentar en los daños documentados en terremotos anteriores. Las vulnerabilidades físicas están relacionadas con los edificios, infraestructuras y líneas vitales, siendo influenciadas, además, por el diseño, construcción y mantenimiento de dichos elementos bajo riesgo. Por otro lado, las vulnerabilidades socioeconómicas abarcan víctimas, trastornos sociales, traumas e impactos económicos.

En el anexo 1 se detalla el proceso de estimación de la vulnerabilidad de las personas, edificios residenciales, edificios esenciales y líneas vitales.

El estudio de vulnerabilidad, se realiza utilizando métodos estadísticos y subjetivos.

### 2.3.1 Vulnerabilidad de las edificaciones

La vulnerabilidad de los edificios evalúa el daño que un edificio puede sufrir cuando es sometido a un movimiento sísmico de cierta intensidad. Para ello, se emplean matrices de vulnerabilidad que proporcionan clases de daños asociadas a la intensidad.

La clasificación de las edificaciones de viviendas de Galicia en clases de vulnerabilidad, de acuerdo con la EMS-98, se realiza tomando como base las características de estas viviendas que figuran en el "Censo de Población y Viviendas 2021" de INE. Concretamente, esta clasificación se ha realizado en base a la antigüedad, localización (Urbano o rural), y la altura de la edificación.

Con el objetivo de clasificar la vulnerabilidad de los municipios en clases de vulnerabilidad interpretables sin conocimiento de la EMS-98, y teniendo en cuenta los diferentes porcentajes de clases de vulnerabilidad A, B, C y D presentes en cada municipio de Galicia, se consideran

tres categorías de vulnerabilidad: baja, media y alta. Estas categorías se detallan en la tabla 1.

Vulnerabilidad	Condición	Descripción
Alta	1	$A \geq 25\% + B \geq 50\% + (C+D) < 25\%$
	2	$A < 25\% + B \geq 50\% + (C+D) < 25\%$
Media	3	$A < 25\% + B \geq 50\% + (C+D) \geq 25\%$
	4	$A < 25\% + B < 50\% + (C+D) < 50\%$
Baja	5	$A < 25\% + B < 25\% + (C+D) \geq 50\%$

Tabla 1. Clasificación de la vulnerabilidad en Galicia según el porcentaje de edificios con vulnerabilidad A, B, C y D.

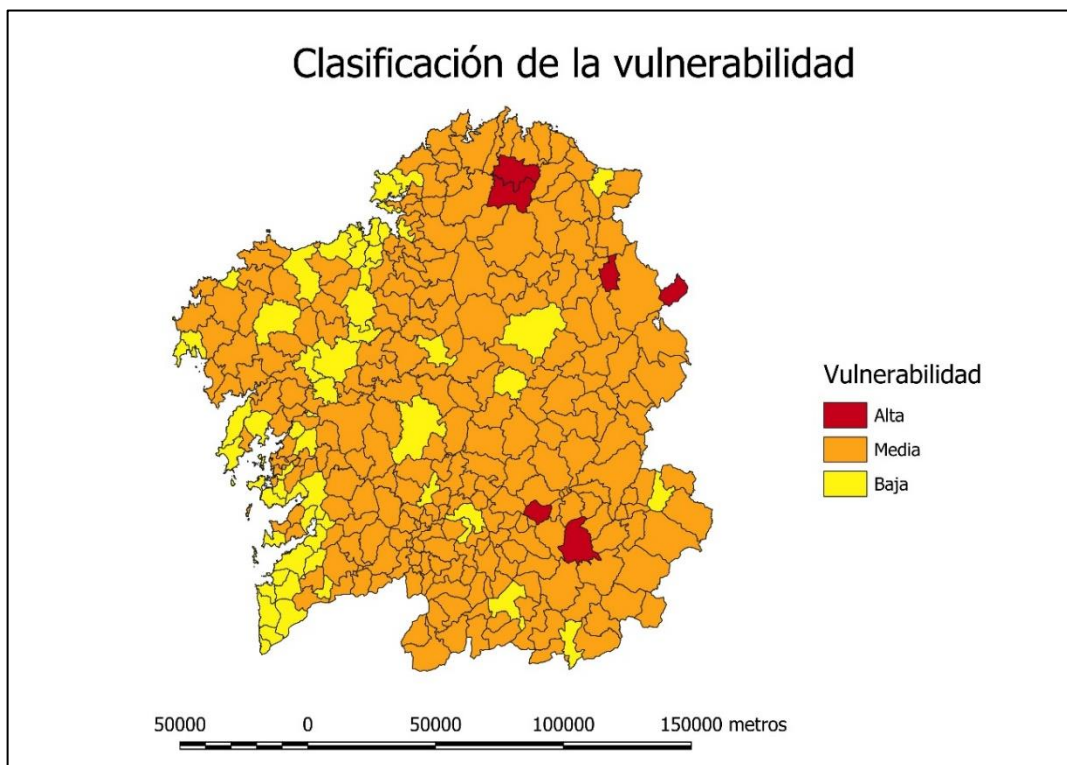


Figura 8. Mapa de clasificación de la vulnerabilidad en alta, media y baja.



## 2.3.2 Daños a las edificaciones

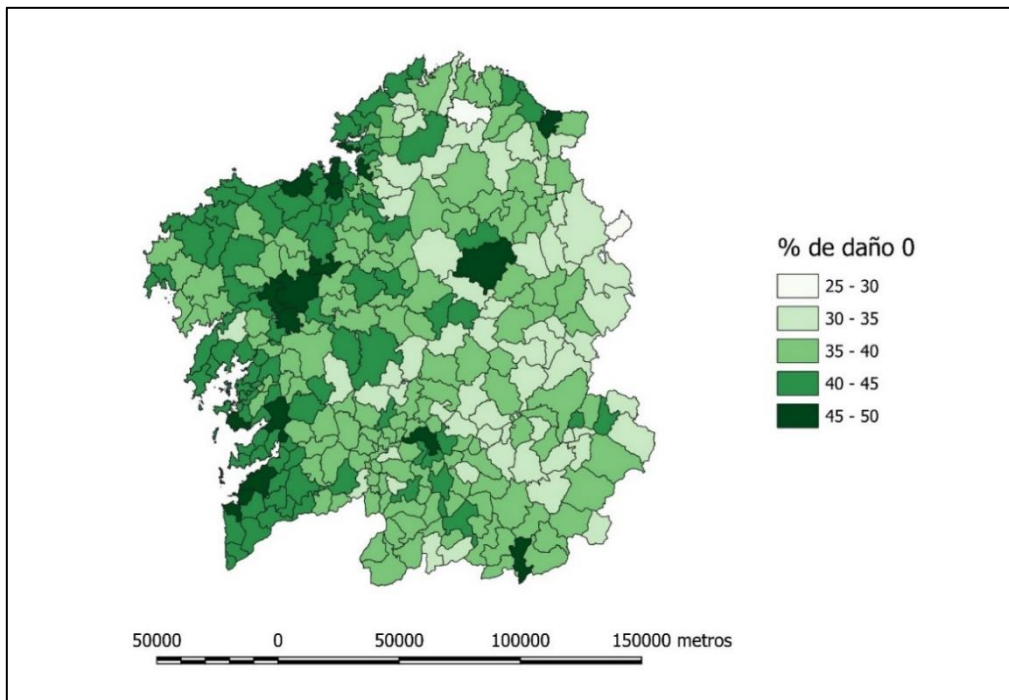
Para estimar el daño de las edificaciones en Galicia, se han utilizado las matrices de probabilidad de daños desarrolladas por Chávez (1998) tras el examen de la vulnerabilidad de 32.548 edificaciones que se vieron sometidas a la acción del terremoto de Irpinia, producido el 23 de noviembre del 1980 en el sur de Italia, que se percibió en más de 600 municipios. Pero únicamente para las intensidades VI - VII puesto que todas las intensidades están dentro de ese rango en la totalidad de municipios gallegos. De igual manera, no se incluyen las vulnerabilidades E y F al tratarse de construcciones hechas con normas sismorresistentes y no estar presentes en ningún territorio de la comunidad.

### Grados de daño en edificios de fábrica

GRADO	DEFINICIÓN	CONSECUENCIAS
0	Sin daños	
1	Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros)	Fisuras en muy pocos muros. Caída sólo de pequeños trozos de revestimiento. Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos
2	Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)	Grietas en muchos muros. Caída de trozos bastante grandes de revestimiento. Colapso parcial de chimeneas.
3	Daños de importantes a graves (daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves)	Grietas grandes y generalizadas en la mayoría de los muros. Se sueltan tejas del tejado. Rotura de chimeneas por la línea del tejado. Se dañan elementos individuales no-estructurales (tabiques, hastiales y tejados).
4	Daños muy graves (daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves)	Se dañan seriamente los muros. Se dañan parcialmente los tejados y forjados
5	Destrucción (daños estructurales muy graves)	Colapso total o casi total

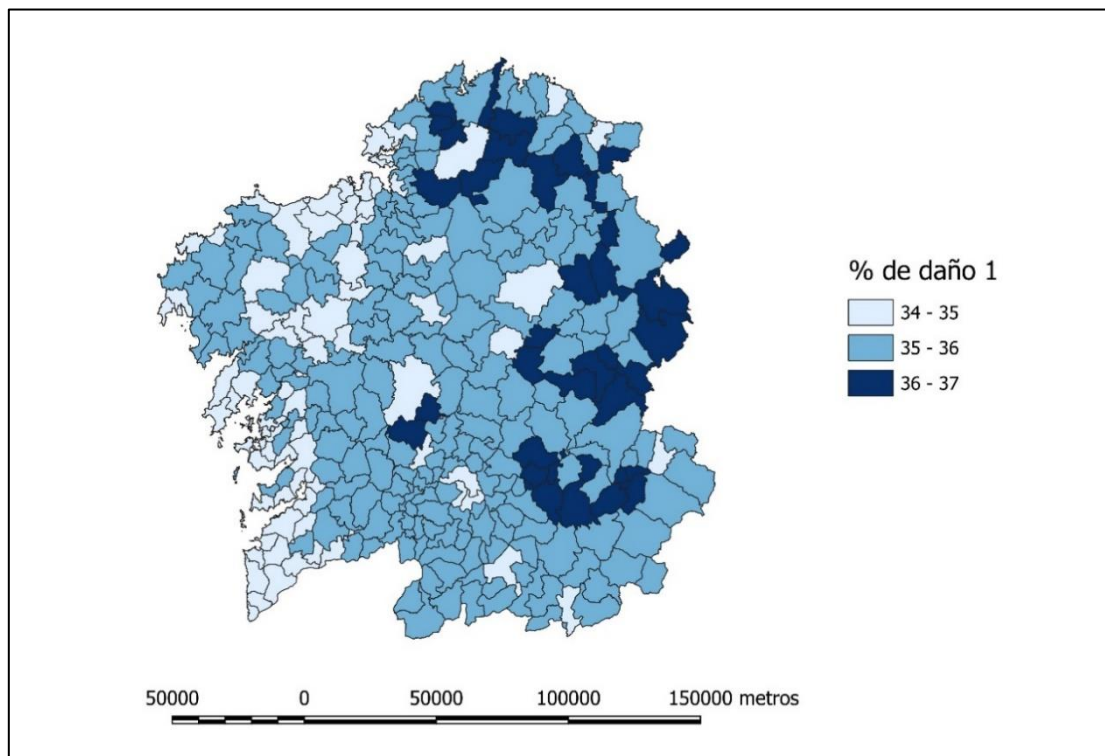
### Grados de daño en edificios de hormigón armado

GRADO	DEFINICIÓN	CONSECUENCIAS
0	Sin daños	
1	Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros)	Fisuras en el revestimiento de pórticos o en la base de los muros. Fisuras en tabiques y particiones
2	Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)	Grietas en vigas y pilares de pórticos y en muros estructurales. Grietas en tabiques y particiones; caída de enlucidos y revestimientos frágiles. Caída de mortero de las juntas de paneles prefabricados
3	Daños de importantes a graves (daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves)	Grietas en pilares y en juntas viga/pilar en la base de los pórticos y en las juntas de los muros acoplados. Desprendimiento de revocos de hormigón, pandeo de la armadura de refuerzo. Grandes grietas en tabiques y particiones; se dañan paneles de particiones aislados.
4	Daños muy graves (daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves)	Grandes grietas en elementos estructurales con daños en el hormigón por compresión y rotura de armaduras; fallos en la trabazón de la armadura de las vigas; ladeo de pilares. Colapso de algunos pilares o de una planta alta
5	Destrucción (daños estructurales muy graves)	Colapso de la planta baja o de partes (por ejemplo alas) del edificio



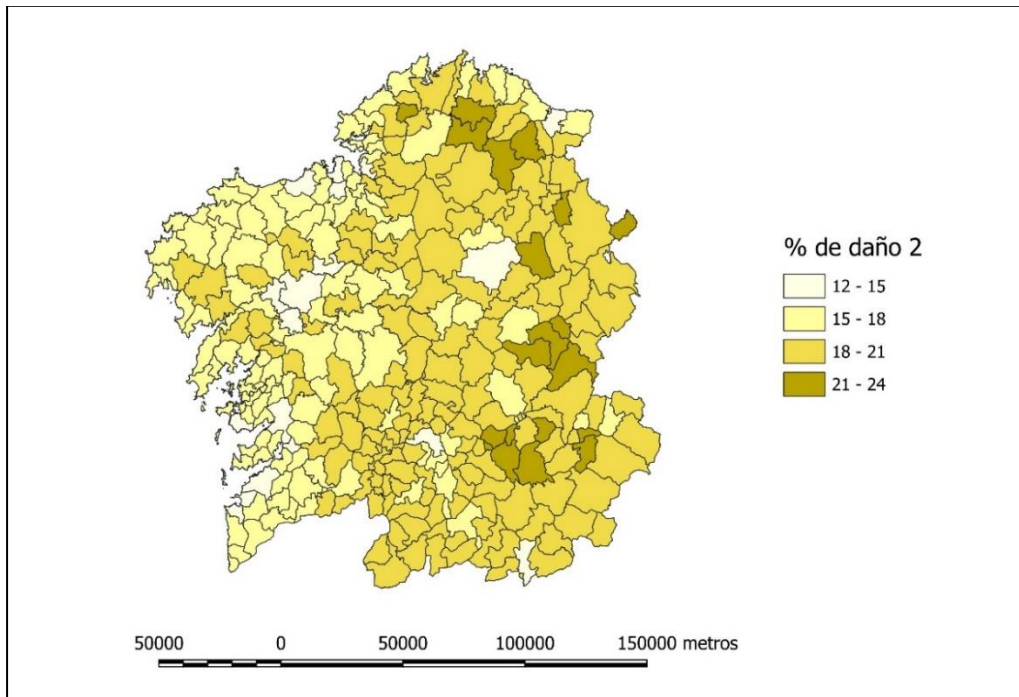
*Figura 9. Distribución de los edificios que no experimentarían daño alguno.*

En la figura 10 se muestra la distribución de los edificios que sufrirían daño grado 1.

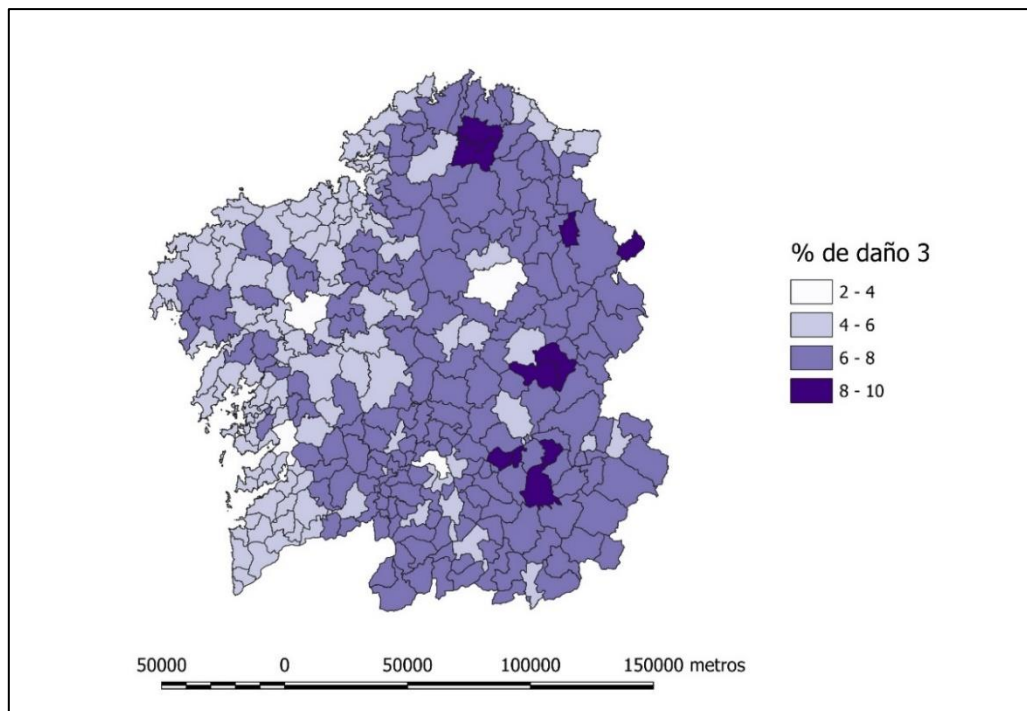


*Figura 10. Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 1.*

En las figuras 11 y 12 se muestran las distribuciones de los edificios que sufrirían un daño de grado 2 y grado 3, respectivamente.

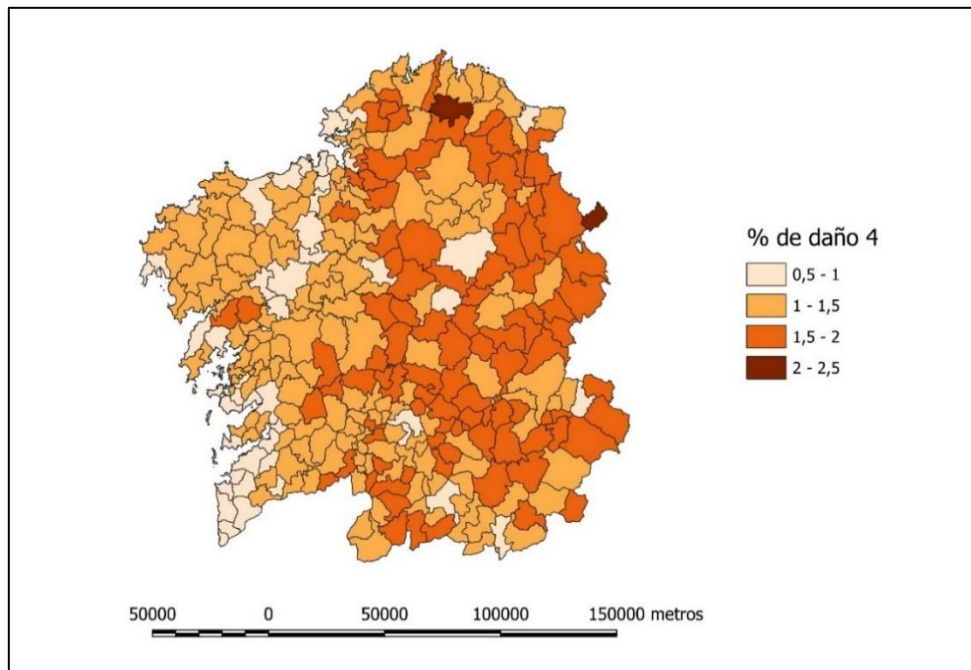


*Figura 11. Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 2.*



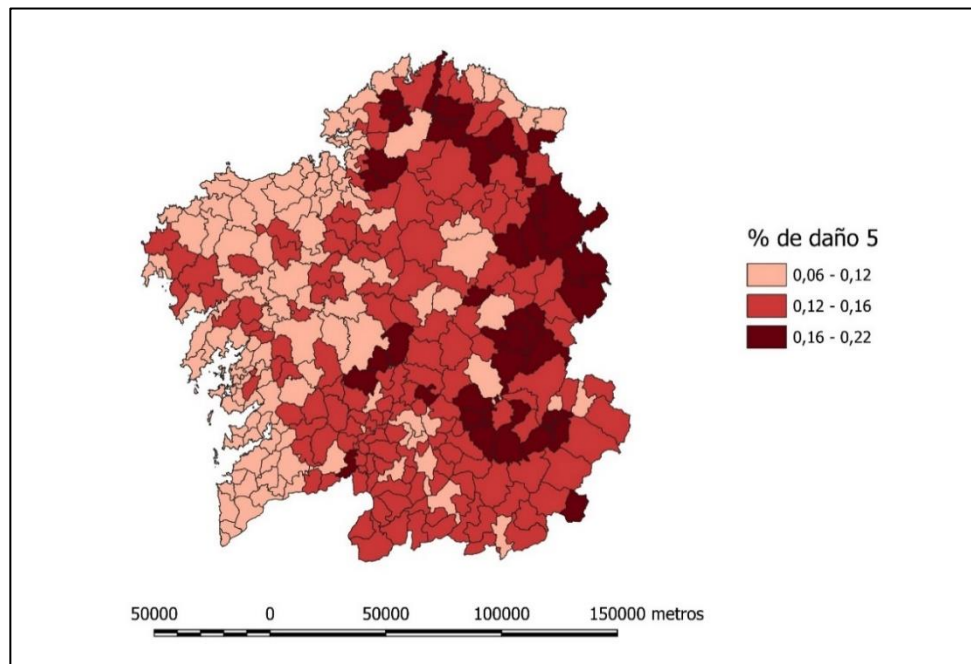
*Figura 12. Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 3.*

En la figura 13 se muestra la distribución de los edificios que sufrirían daño grado 4.



*Figura 13. Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 4.*

En la figura 14 se muestra la distribución de los edificios que sufrirían daño grado 5.



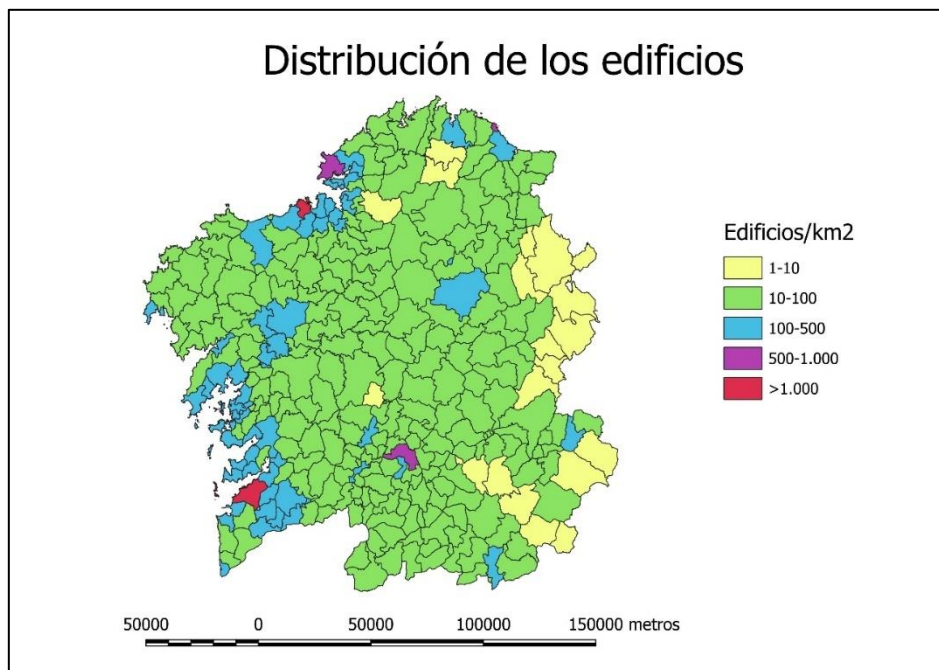
*Figura 14. Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 5.*

A medida que va aumentando el grado de daño, va disminuyendo el porcentaje de edificios que sufrirían dicho daño por causas del sismo. Esto coincide, además, con la distribución de las vulnerabilidades, de tal manera que los municipios con vulnerabilidades más altas son los más propensos a sufrir mayores daños.

### 2.3.3 Vulnerabilidad de la población

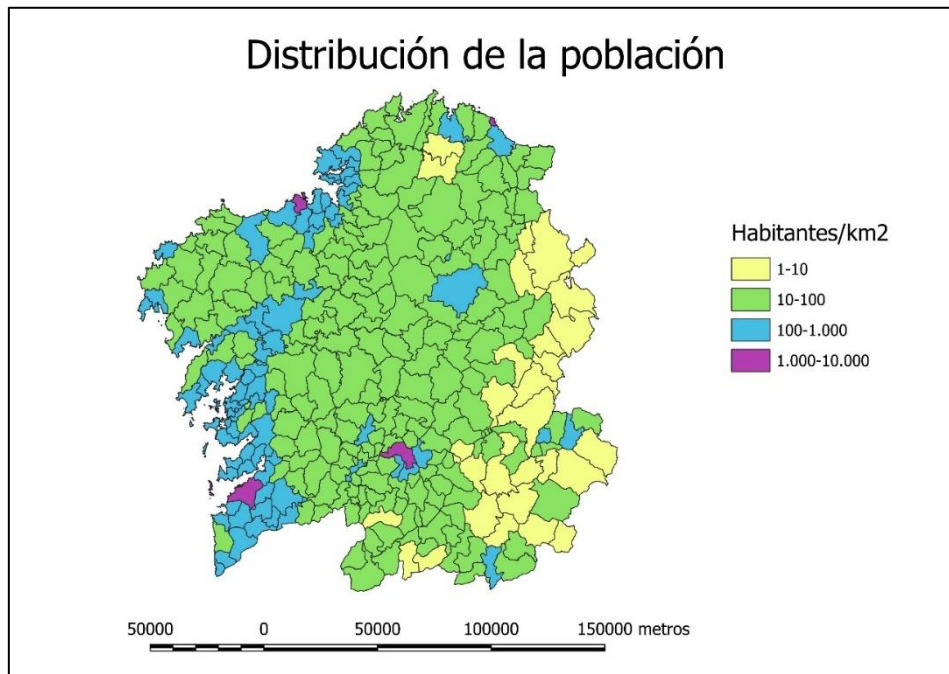
El número de víctimas como resultado de la acción de los terremotos está directamente relacionado con el número de viviendas afectadas y de personas expuestas.





*Figura 15. Mapa de distribución de edificios por km2 por municipio.*

La figura 16 muestra la densidad de población en cada uno de los municipios de Galicia. Se puede apreciar una correlación lógica con el mapa anteriormente presentado en la figura 4.2, ya que a mayor cantidad de habitantes hay en un municipio, mayor número de edificaciones, y viceversa.



*Figura 16. Mapa de distribución de habitantes por km2 por municipio.*

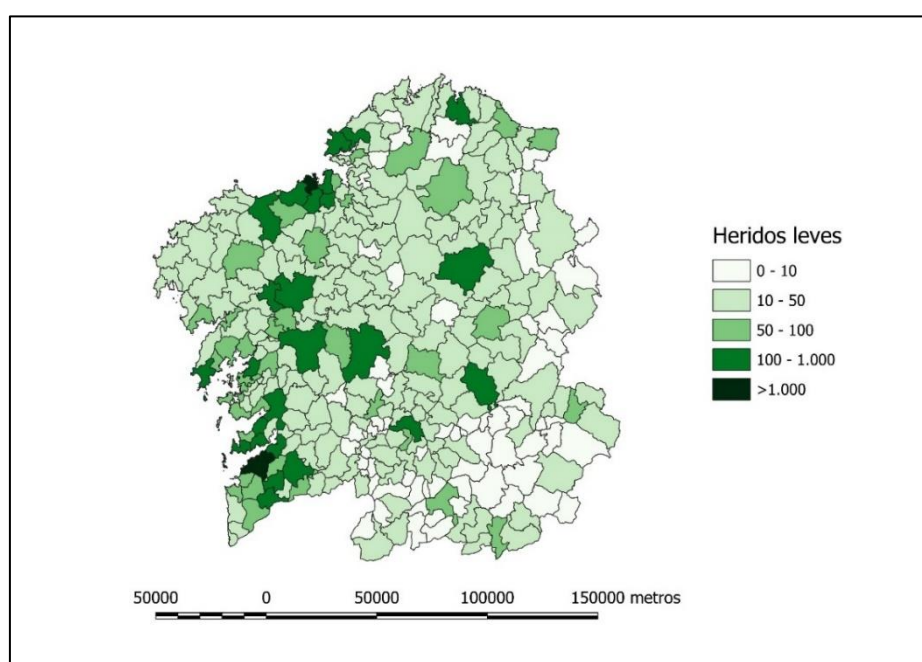
## 2.3.4 Estimación de daños a la población

Para el cálculo de daños a la población se utiliza la metodología ATC-13 (1985); que aporta un porcentaje de víctimas para cada grado de daño (tabla 2). resultando los datos de carácter orientativo.

Grado de daño	Heridos leves	Heridos graves	Muertos
1	3,3/10000	1,1/25000	1,1/100000
2	3/1000	1/2500	1/10000
3	3/100	1/250	1/1000
4	3/10	1/25	1/100
5	2/5	2/5	1/5

*Tabla 2. Coeficientes de víctimas humanas en terremotos para cada grado de daño según ATC-13.*

Todos los cálculos han sido realizados para una intensidad de terremotos de VI – VII puesto que la totalidad de los municipios de Galicia se encuentran dentro de este rango de intensidades.



*Figura 17. Distribución del número de personas con heridas leves como consecuencia de la acción sísmica por cada municipio.*

Como se puede observar, la mayoría de los municipios no superarían los 50 heridos leves, siendo Vigo y A Coruña los únicos dos municipios que superarían los 1.000, alcanzando valores de 1.331 y 1.190 heridos leves, respectivamente.

En la siguiente tabla 3 se representan los intervalos de heridos leves con el número de municipios totales por cada uno de ellos.

Nº de heridos leves	Nº de municipios
0 -10	70
10 - 50	179
50 - 100	39
100 - 1.000	25
> 1.000	2

*Tabla 3 Distribución de heridos leves por municipios*

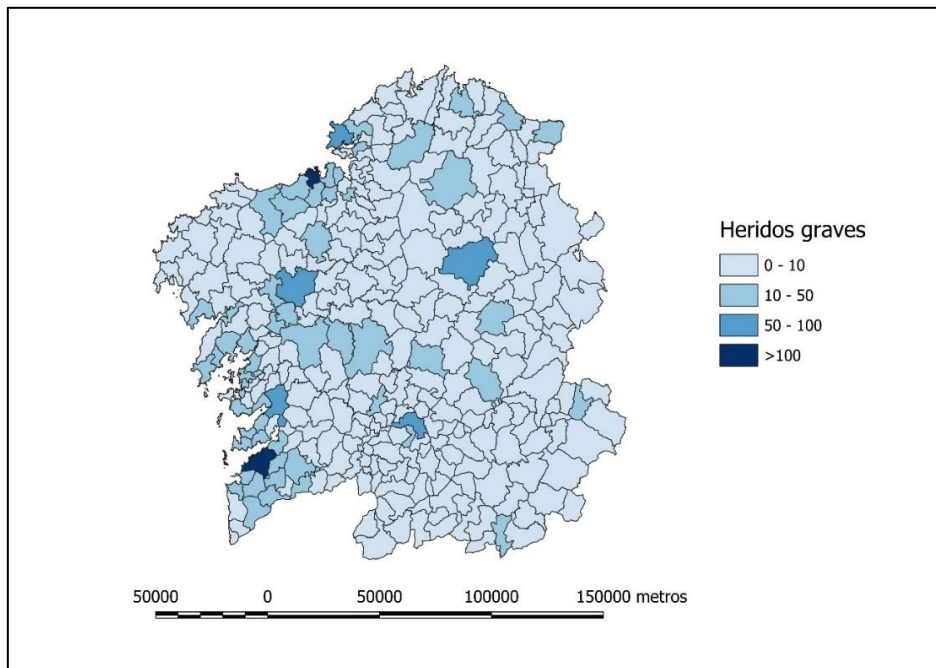


Figura 18. Distribución del número de personas con heridas graves como consecuencia de la acción sísmica por cada municipio.

En este caso, la mayoría de los municipios no superarían los 10 heridos graves, siendo, de nuevo, Vigo y A Coruña los que mayor número presentarían: 253 y 227 heridos graves respectivamente.

En la tabla 4 se representa el número de municipios totales por cada intervalo de heridos graves.

Nº de heridos graves	Nº de municipios
0 - 10	254
10 - 50	54
50 - 100	5
>100	2

Tabla 4. Distribución de heridos graves por municipios.

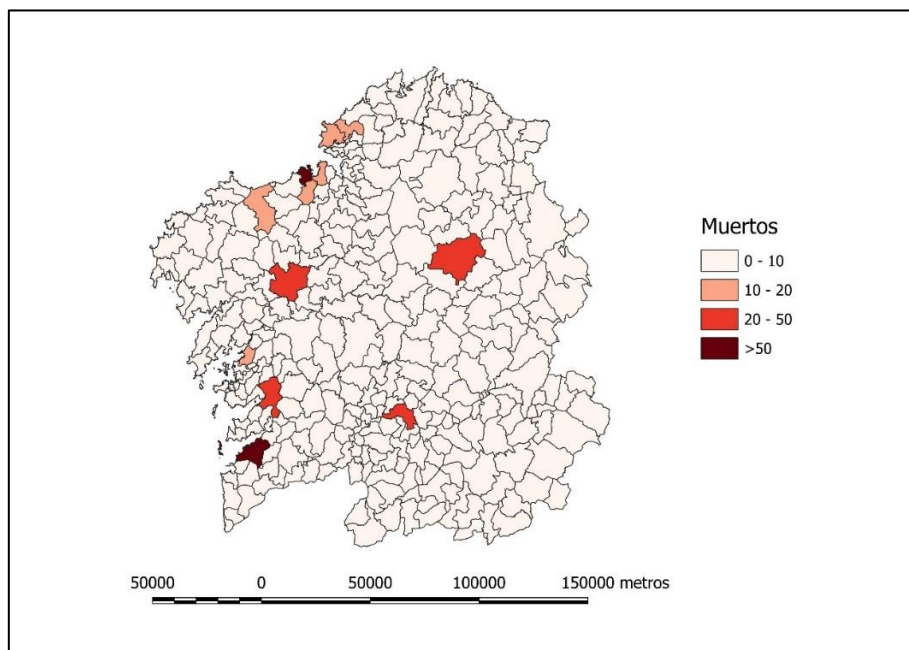


Figura 19. Distribución del número de personas fallecidas como consecuencia de la acción sísmica por cada municipio.

Nuevamente, la mayoría de los municipios no superarían los 10 fallecidos por causa de un sismo. Vigo y A Coruña serían los municipios con mayor número de personas fallecidas, con 85 y 77 respectivamente.

En la tabla 5 se representa el número de municipios totales por cada intervalo de personas fallecidas.

Nº de muertos	Nº de municipios
0 - 10	303
10 - 20	6
20 - 50	4
>50	2

*Tabla 5. Distribución de personas fallecidas por municipios.*

## 2.3.5 Vulnerabilidad de edificios que albergan servicios esenciales

Con el fin de establecer el grado de garantía de estos servicios durante una crisis sísmica se evalúa la vulnerabilidad de los servicios de extinción de incendios y salvamento, y la red hospitalaria.

Esta evaluación se lleva a cabo sin adentrarse en un análisis estructural y funcional detallado de cada uno de los edificios considerados, pues se pretende una evaluación inicial del comportamiento post-terremoto

Según lo estimado anteriormente en el estudio de peligrosidad para cada municipio de Galicia, en todos ellos la intensidad sísmica se corresponde con un intervalo de VI-VII.

### 2.3.5.1 Parques que albergan servicios de extinción de incendios

Se estima para los parques de bomberos de Galicia el siguiente comportamiento frente a un movimiento sísmico esperado:

- Comportamiento 1 (C1): se distingue por la baja probabilidad de daños. En estas situaciones, se considera que el edificio quedaría indemne.

Municipio	Parque de Bomberos
Ourense	Ourense
Ferrol	Ferrol
A Coruña	Parque de Bombeiros de A Coruña
Pontevedra	Parque Municipal de Bombeiros de Pontevedra
Vigo	Parque de Bombeiros Teis-Vigo
Vigo	Parque Municipal de Bombeiros de Vigo (Coruxo)
Santiago de Compostela	Santiago de Compostela

- Comportamiento 2 (C2): se caracteriza por daños poco probables (entre 0 y 15% de probabilidad de sufrir daños de grado 3 o superior, y entre 10 y 40% de probabilidad de sufrir daños de grado 2 o superior). En estos casos, se considera que la instalación sigue operativa, aunque se recomienda una revisión del edificio.

Municipio	Parque de Bombero
Lugo	Lugo
Monforte de Lemos	Monforte de Lemos
Verín	Verín
Arteixo	Arteixo
Carballo	Carballo
Ordes	Ordes
Ribeira	Ribeira
Vilagarcía de Arousa	Vilagarcía
Betanzos	Betanzos



Boiro	Boiro
Arzúa	Arzúa
Ribadumia	Ribadumia
Silleda	Deza Tabeirós
A Rúa	Valdeorras
Xinzo de Limia	A Limia
O Carballiño	O Carballiño – O Ribeiro
As Pontes de García Rodríguez	Eume
Cee	Costa da Morte
Santa Comba	Santa Comba
Narón	Narón
Porriño	Baixo Miño
Bueu	Morrazo
Barreiros	Mariña
Chantada	Parque de Bombeiros Chantada
Sarria	Sarria
Vilalba	Vilalba
Viveiro	Viveiro

### 2.3.5.2 Centros sanitarios: hospitales

La evaluación de la vulnerabilidad de los hospitales se lleva a cabo de manera particular, ya que un hospital es un sistema complejo con numerosos componentes sísmicamente vulnerables, frecuentemente más frágiles que la estructura que los alberga y su funcionamiento depende de ellos.

- Comportamiento 1 (C1): se distingue por la baja probabilidad de daños. En estas situaciones, se considera que el edificio quedaría indemne.

Municipio	Hospital
A Coruña	Complejo Hospitalario Universitario A Coruña
A Coruña	Hm Modelo-Belén
Ferrol	Hospital Ribera Juan Cardona
Cee	Hospital Público Virxe da Xunqueira
Vigo	Centro Médico Pintado
Vigo	Hospital Álvaro Cunqueiro
Lugo	Complejo Hospitalario Universitario de Lugo
Lugo	Hospital Ribera Polusa
Ourense	Complejo Hospitalario Universitario de Ourense
Bergondo	Centro Médico Euroespes
A Coruña	Hospital Teresa Herrera
A Coruña	Hospital Marítimo de Oza
A Coruña	Clínica Tilve
Santiago de Compostela	Hospital de Conxo
Vigo	Hospital do Meixoeiro

- Comportamiento 2 (C2): se caracteriza por daños poco probables (entre 0 y 15% de probabilidad de sufrir daños de grado 3 o superior, y entre 10 y 40% de probabilidad de sufrir daños de grado 2 o superior). En estos casos, se considera que la instalación sigue operativa, aunque se recomienda una revisión del edificio.

Municipio	Hospital
Santiago de Compostela	Hospital Hm Rosaleda-Hm La Esperanza
A Coruña	Centro Oncológico de Galicia
Santis	Hestia La Robleda
Pontevedra	Grupo Quironsalud Pontevedra
Vigo	Hestia San José
Vigo	Fremap, Hospital de Vigo
A Coruña	Hospital Abente y Lago
Santiago de Compostela	Hospital Psiquiátrico do Conxo

Municipio	Hospital
Vigo	Hospital Nicolás Peña
Mos	Hospital do Rebullón
Barbadás	Hospital Piñor
A Coruña	Hospital Quironsalud A Coruña
Vigo	Concheiro Centro Médico Quirúrgico
Vigo	Clínica Residencia El Pinar
Lugo	Hospital Quirón Salud Lugo
Ourense	Centro Médico El Carmen
Lugo	Hospital de Calde
Ourense	Sanatorio Psiquiátrico Doctor Troncoso
Vigo	Vithas Hospital Nosa Señora de Fátima
Ourense	Clínica Santa Teresa
Ribeira	Hospital Público da Barbanza
A Coruña	Hospital San Rafael
Ferrol	Complejo Hospitalario Universitario de Ferrol
Santiago de Compostela	Complejo Hospitalario Universitario de Santiago
Pontevedra	Complejo Hospitalario Universitario de Pontevedra
Vigo	Hospital Ribera Povisa
Pontevedra	Hospital Montecelo
Vilagarcía de Arousa	Hospital Público do Salnés
Monforte de Lemos	Hospital Público de Monforte
Burela	Hospital Público da Mariña
Barco de Valdeorras	Hospital Público de Valdeorras
Verín	Hospital Público de Verín
Poio	Clínica La Merced

El número de camas perdidas en cada centro de salud está directamente vinculado a la fragilidad de los hospitales y a su capacidad instalada. La ubicación de estos centros y su capacidad disponible son condicionantes para la respuesta del sistema. Para ello, se han definido los valores de intensidad  $I_{min}$  e  $I_{max}$  representativos de la fragilidad de cada hospital.

Nombre del centro	$I_{min}$	$I_{max}$
Hospital Hm Rosaleda-Hm La Esperanza	7,17	8,60
Centro Oncológico de Galicia	7,17	8,60
Hestia La Robleda	7,17	8,60
Grupo Quironsalud Pontevedra	7,17	8,60
Hestia San José	7,17	8,60
Fremap, Hospital de Vigo	7,17	8,60
Hospital Abente y Lago	7,17	8,60
Hospital Psiquiátrico do Conxo	7,17	8,60
Hospital Nicolás Peña	7,17	8,60
Hospital do Rebullón	7,17	8,60
Hospital Piñor	7,08	8,51
Hospital Quironsalud A Coruña	7,70	9,23
Concheiro Centro Médico Quirúrgico	7,70	9,23
Clínica Residencia El Pinar	7,70	9,23
Hospital Quirón Salud Lugo	7,70	9,23
Centro Médico El Carmen	7,70	9,23
Hospital de Calde	7,70	9,23
Sanatorio Psiquiátrico Doctor Troncoso	7,70	9,23
Vithas Hospital Nosa Señora de Fátima	7,31	8,79
Clínica Santa Teresa	7,31	8,79
Complejo Hospitalario Universitario A Coruña	8,50	9,91
Hm Modelo-Belén	8,50	9,91
Hospital Ribera Juan Cardona	8,50	9,91
Hospital Público Virxe da Xunqueira	8,50	9,91
Centro Médico Pintado	8,50	9,91
Hospital Álvaro Cunqueiro	8,50	9,91
Complejo Hospitalario Universitario de Lugo	8,50	9,91
Hospital Ribera Polusa	8,50	9,91
Complejo Hospitalario Universitario de Ourense	8,50	9,91

Nombre del centro	Imin	Imax
Centro Médico Euroespes	8,50	9,91
Hospital Teresa Herrera	8,50	9,91
Hospital Marítimo de Oza	8,50	9,91
Clínica Tilve	8,50	9,91
Hospital de Conxo	8,50	9,91
Hospital do Meixoeiro	8,50	9,91
Hospital Público da Barbanza	7,91	9,63
Hospital San Rafael	7,89	9,47
Complejo Hospitalario Universitario de Ferrol	7,89	9,47
Complejo Hospitalario Universitario de Santiago	7,89	9,47
Complejo Hospitalario Universitario de Pontevedra	7,89	9,47
Hospital Ribera Poviá	7,89	9,47
Hospital Montecelo	7,89	9,47
Hospital Público do Salnés	8,09	9,63
Hospital Público de Monforte	8,09	9,63
Hospital Público da Mariña	8,09	9,63
Hospital Público de Valdeorras	8,09	9,63
Hospital Público de Verín	8,09	9,63
Clínica La Merced	7,13	9,07

Tabla 6. Valores de intensidad (Imin e Imax) representativos de la fragilidad de los hospitales.

Siendo la Imin, aquella en la que, si se mantiene por debajo, no se producirán daños en el centro, y su capacidad operativa no se verá afectada, y la Imax, aquella en la que se generará un nivel de daño que impedirá al hospital mantener sus funciones, resultando en un colapso funcional, aunque no necesariamente estructural. Para intensidades intermedias se espera una disminución del 50% en la capacidad del hospital.

### 2.3.5.3 Otros edificios que albergan servicios esenciales

La clasificación de daños que se emplean en este punto es la que utiliza la ATC-13, recogida en la siguiente tabla 7:

Daño	Rango del factor de daño (%)	Factor central de daño (%)
No daño	0	0
Daño muy leve	0-1	0,5
Daño leve	1-10	5
Daño moderado	10-30	20
Daño grave	30-60	45
Destrucción	60-100	80
Colapso	100	100

Tabla 7. Rango de factor de daño y factor central de daño para los diferentes grados de daño según la ATC-13.

El factor de daño se define como el cociente entre el coste de la reparación de los elementos afectados y el coste de reemplazar esos elementos, expresado en tanto por ciento. En la tabla 7 se observa que cada categoría de daño corresponde a un intervalo del factor de daño. El factor central de daño es el punto medio de cada intervalo.

La metodología se aplica a los elementos vulnerables de Galicia para estimar el daño y los tiempos de restauración en caso de un terremoto, si los elementos vulnerables considerados estuvieran expuestos a la intensidad estimada en el estudio de peligrosidad para las parroquias donde se ubican. Los resultados obtenidos son orientativos.

	VULNERABILIDAD			
	Daños	Tr30%	Tr60%	Tr100%.
Centro Integrado de Atención a las Emergencias, CIAE112	Leves 5,33%	10 días	19 días	34 días
Edificios de la administración central, local, autonómica	Leves 5,33%	10 días	19 días	34 días
Aeropuertos	Leves 3,07%	0,01 días	0,2 días	0,4 días
Sedes de AVPC	Leves 5,33%	13 días	20 días	32 días
Centrales térmicas	Leves 1,97%	2,5 días	5,5 días	10 días
Centros educativos	Leves 5,33%	12 días	19 días	27 días

	VULNERABILIDAD			
	Daños	Tr30%	Tr60%	Tr100%.
Centro Integrado de Atención a las Emergencias, CIAE112	Leves 5,33%	10 días	19 días	34 días
Edificios de Cruz Roja	Leves 5,33%	10 días	19 días	34 días
Estaciones de autobuses	Leves 2,91%	0,25 días	2,5 días	4 días
Estaciones de ferrocarril	Leves 3,53%	3 días	7 días	14 días
Sedes GES	Leves 5,33%	13 días	20 días	32 días
Edificios FCSE, y Policía local	Leves 5,33%	13 días	20 días	32 días
Helipuertos y helisuperficies	Muy leves 0,34%	0 días	2,5 días	8 días
Parques industriales	Leves 2,08%	5 días	10,5 días	18 días
Polideportivos	Leves 2,08%	3 días	10 días	19 días
Presas	Muy leves 0,77%	2 días	4 días	7 días
Puertos	Muy leves 0,77%	0 días	4 días	11,5 días
Zonas aeroportuarias	Muy leves 0,34%	0 días	0,1 días	0,5 días

Tabla 8. Estimación de daño y tiempos de restauración.

### 2.3.6 Vulnerabilidad de las líneas vitales

Entendemos por líneas vitales todas aquellas líneas o sistemas de redes esenciales para la vida humana y el funcionamiento de las comunidades, encargadas de transportar elementos cruciales como alimentos, agua, gas y energía desde el lugar donde son producidos o almacenados hasta las áreas de consumo. La interrupción prolongada de estas líneas podría resultar en pérdidas económicas significativas, deterioro de la salud pública e incluso desplazamientos masivos de la población.

Dado que los sismos son los desastres naturales que provocan las interrupciones más importantes de las líneas vitales, especialmente en regiones con cierto riesgo sísmico como Galicia, es fundamental estudiar cómo estas infraestructuras responden a los terremotos, especialmente aquellos de intensidad igual a la máxima prevista.

Se han seleccionado, de entre todas las líneas vitales, aquellas que se consideran más importantes para el funcionamiento de una población como las autovías y autopistas, carreteras, red ferroviaria, red de alta tensión, gasoductos, oleoductos y subestaciones de alta tensión.

#### 2.3.6.1 Red viaria

La red viaria de Galicia está compuesta por:

- Autopista y Autovía.
- Carreteras para coches.
- Carreteras multicarril.
- Vías convencionales.
- Otras vías.

A continuación se presenta el grado de daño orientativo para un movimiento de intensidad VI-VII. Los resultados obtenidos son orientativos.

	VULNERABILIDAD			
	Daños	Tr30%	Tr60%	Tr100%.
Red de autopistas y autovías	Muy leves 0,29%	2 días	6 días	10,5 días
Otras carreteras y vías	Leves 1,02%	2,4 días	3,75 días	4,15 días



Puentes de las autopistas y autovías con luz <150 m	Leves 2,48%	8,35 días	16,66 días	25 días
Puentes de las autopistas y autovías con luz >150 m	Muy leves 0,38%	0 días	0 días	1 día
Túneles de autopistas y autovías	Muy leves 0,22%	0 días	1,9 días	4,23 días

*Tabla 9.- Estimación de daño y tiempo de restauración redes de transporte*

### 2.3.6.2 Otras redes

	VULNERABILIDAD			
	Daños	Tr30%	Tr60%	Tr100%.
Red ferroviaria	Muy leves 0,36%	0 días	1,9 días	4,3 días
Túneles ferroviarios	Muy leves 0,11%	0 días	1,9 días	4,3 días
Red de gas natural	Muy leves 0,01%	0,55 días	0,89 días	1,55 días
Red de oleoductos	Destrucción 68%	0,5 días	1,45 días	2,75 día
Red eléctrica de alta tensión	Muy leves 0,24%	0,9 días	2 días	3,55 días
Subestaciones de alta tensión	Moderado 38%	9 días	20 días	35,5 días

*Tabla 10.- Estimación de daño y tiempo de restauración en otras redes*

## 3 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

### 3.1 FASES Y SITUACIONES DEL PLAN

#### 3.1.1 Clasificación de las emergencias

Conforme a la Norma Básica de Protección Civil, en las emergencias por terremotos se definen las fases siguientes:

- Fase de seguimiento o preemergencia (alerta y seguimiento)
- Fase de emergencia
- Fase de recuperación

##### 3.1.1.1 Fase de seguimiento o preemergencia (alerta y seguimiento).

En esta fase los terremotos se producen sin ocasionar víctimas ni daños materiales relevantes, por lo que, desde el punto de vista operativo, está caracterizada fundamentalmente por el seguimiento instrumental y el estudio de dichos fenómenos y por el proceso de información a los órganos y autoridades competentes en materia de protección civil y a la población en general.

En esta fase, se considera la **situación 0**, motivada por la ocurrencia de fenómenos sísmicos ampliamente sentidos por la población y requerirá de las autoridades y órganos competentes una actuación coordinada, dirigida a intensificar la información a los ciudadanos sobre los dichos fenómenos.

##### 3.1.1.2 Fase de emergencia.

Esta fase tendrá su inicio con la ocurrencia de un terremoto que produjera daños materiales o víctimas y se prolongará hasta que fueran puestas en práctica todas las medidas necesarias para el socorro y la protección de personas y bienes y se restablezcan los servicios básicos en las zonas afectadas.

En esta fase se distinguen las siguientes situaciones operativas:

**Situación 1:** Ocurrencia de fenómenos sísmicos, cuya atención, en lo relativo a la protección de personas y bienes, puede quedar asegurada mediante el empleo de los medios y recursos disponibles en las zonas afectadas.

**Situación 2:** Ocurrencia de fenómenos sísmicos que por la gravedad de los daños ocasionados, el número de víctimas o la extensión de las áreas afectadas, hacen necesario para el socorro y protección de personas y bienes, el concurso de medios, recursos o servicios situados fuera de dichas áreas. Constituye el máximo nivel de las emergencias de dirección autonómica, en la que la respectiva comunidad autónoma, puede requerir la asistencia de medios de otras administraciones públicas no asignados al plan, o movilizables por otras administraciones públicas, en particular por la Administración general del Estado.

**Situación 3:** Emergencias sísmicas en las que, considerándose que está en juego el interés nacional, así sean declaradas por el ministro del Interior.

### **3.1.1.3 Fase de Recuperación**

Fase consecutiva a la de emergencia que se prolonga hasta el restablecimiento de las condiciones mínimas imprescindibles para el retorno a la normalidad en las zonas afectadas por el terremoto. Puede coincidir con la fase de emergencia cuando las actuaciones sean compatibles con la intervención, y se prolonga hasta el restablecimiento de los servicios básicos en la zona afectada por la emergencia. Durante esta fase se realizan las primeras tareas de rehabilitación en las dichas zonas, consistentes fundamentalmente en el reforzamiento o, en su caso, demolición de edificios dañados; reparación de los daños más relevantes sufridos por las infraestructuras de los transportes, de las telecomunicaciones y del suministro de agua; electricidad y combustibles; realojamiento provisional de las personas que perdieran su vivienda; etc.

Cuando la emergencia esté plenamente controlada, la dirección del Plan en cada supuesto podrá declarar el comienzo de la Fase de Recuperación.

Cuando la emergencia y la fase de Recuperación estén concluidas o en su mayor parte, la dirección del Plan podrá dar por finalizada la emergencia y se desactivará el Plan.

## **3.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**

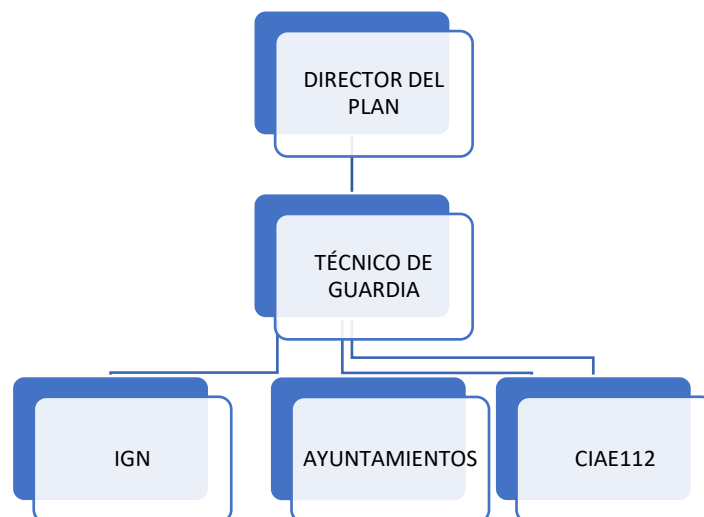
### **3.2.1 Fundamentos de la estructura**

La estructura del presente plan se basa en:

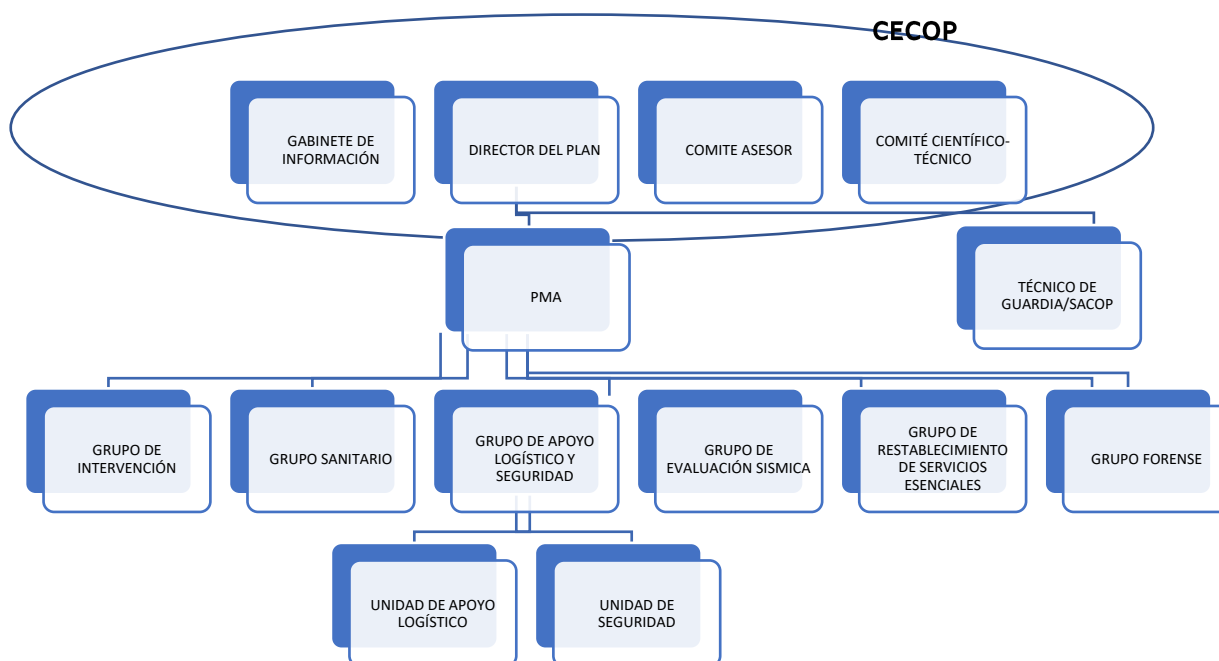
- La existencia de una organización permanente de respuesta ante emergencias, que se activa y actúa de oficio cuando hay noticia de la existencia de una situación de emergencia.
- El técnico de guardia del Centro Integrado de Atención a las Emergencias, CIAE 112 de aquí en adelante, es la persona encargada de coordinar las actuaciones en situaciones de emergencia propias de Protección Civil, garantizando, entre otras acciones, la activación del presente plan en la fase y situación de emergencia que corresponda.
- La activación escalonada del plan, con la constitución de estructuras de respuesta proporcionales a la gravedad de la emergencia.
- La organización sectorizada de las funciones a desarrollar frente a las situaciones de emergencia: grupos operativos, Puesto de Mando Avanzado, CECOPAL, CECOPI, Comité de Dirección, comité asesor, Órgano de comunicación pública, etc.

### 3.2.2 Estructura organizativa

Esquema de la estructura en fase de seguimiento, situación 0:

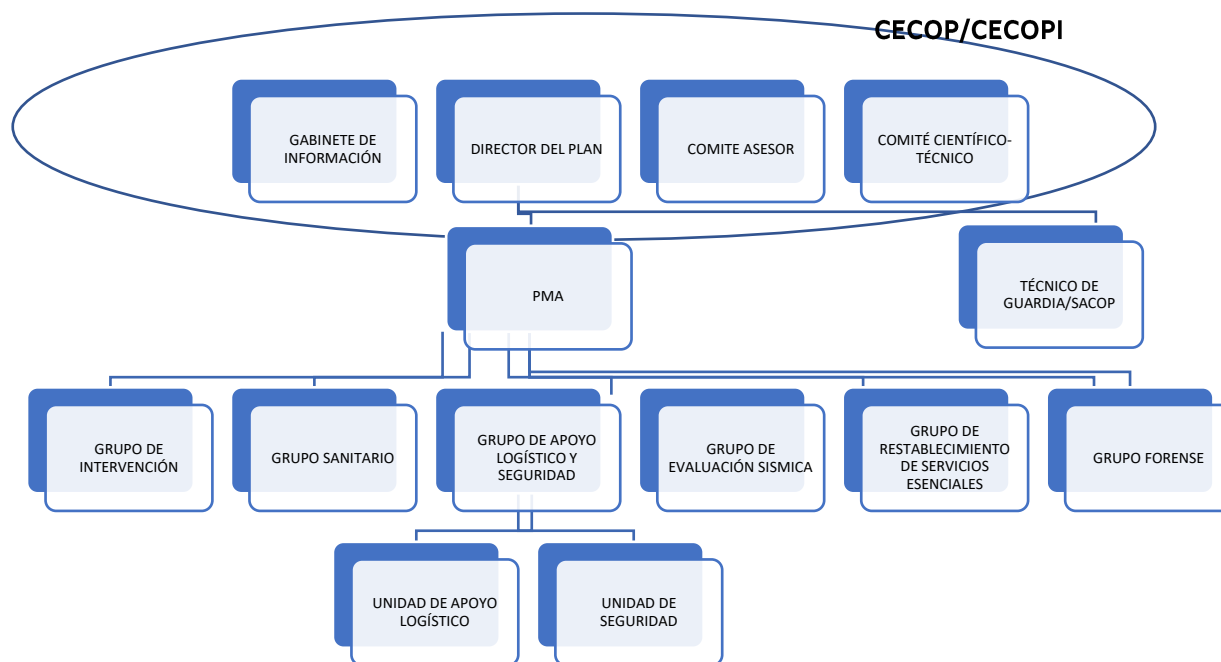


Esquema de la estructura en fase de emergencia, situación 1





## Esquema de la estructura en situación 2



En situación 3, recae la dirección operativa en el general jefe de la Unidad Militar de Emergencias.

### 3.2.3 El Centro de Coordinación Operativa, CECOP

El Centro de Coordinación Operativa (CECOP) es el centro de mando de las emergencias, que cuenta con los medios humanos y técnicos que permiten realizar las funciones de dirección y coordinación de recursos, además de asegurar las comunicaciones con el Puesto de Mando Avanzado (PMA) y en general con los medios externos que pudieran verse implicados en la emergencia. Con carácter general se constituirá en las dependencias del CIAE 112, una vez que se activa el plan; si las circunstancias lo aconsejan, se podrá constituir de forma íntegra o parcialmente en las cercanías de la zona de emergencia.

Está compuesto por el director del plan, el comité asesor y el Órgano de comunicación pública.

### 3.2.4 El Centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOPI)

El Centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOPI) es el órgano superior de gestión de emergencias, que se constituirá de acuerdo con el establecido en el presente plan, cuando se declare la emergencia de situación 3. También se podrá constituir en situación 2, a instancias del Director del plan especial cuando se prevea la necesidad de aportación de medios y recursos ubicados fuera de la comunidad.

Al igual que el CECOP, se constituirá en las dependencias del CIAE 112, una vez que se activa el plan; si las circunstancias lo aconsejan, se podrá constituir de forma íntegra o parcialmente en las cercanías de la zona de emergencia.

### 3.2.5 El Cecopal (Centro de Coordinación Municipal)

En aquellos ayuntamientos que cuentan con PEMU o PAM para riesgo de terremotos, se constituirá el Cecopal en caso de activación del SISMIGAL, para dirigir las actuaciones de los servicios municipales, establecer las prioridades de actuación y tomar las medidas necesarias de protección a personas y bienes.

En la organización y procedimientos de actuación se tendrán en cuenta las necesidades de las personas con discapacidad y otros grupos en situación de vulnerabilidad.[MS2]

Sus funciones son:

- En Fase de Preemergencia:
  - Recibir la declaración de preemergencia por parte de CIAE 112 y alertar a los recursos municipales
  - Activar a los recursos municipales que deban participar en el seguimiento de la situación de preemergencia
  - Proporcionar información de retorno al CIAE 112
- En Fase de Emergencia:
  - Reunirse con los miembros contemplados en el PAM y activar todos los servicios y recursos municipales necesarios en la gestión de la emergencia.
  - Decidir en cada momento las actuaciones más convenientes para hacer frente a la situación de emergencia y a la aplicación de las medidas de protección a la población, al medio ambiente, a los bienes y al personal adscrito al PAM.
  - Facilitar el avituallamiento de víveres y artículos de primera necesidad.
  - Mantener la comunicación con el CIAE 112 / CECOPI y solicitar, en su caso, la intervención de medios y recursos externos al municipio.
  - Determinar, coordinar y facilitar la información a la población durante la emergencia, a través de los medios propios y de comunicación social de ámbito local.
  - Establecer prioridades y ordenar las actuaciones necesarias para la restitución de los servicios básicos y la vuelta a la normalidad.
  -

### **3.2.6 La Sala de Control Operativo (SACOP)**

El SACOP se encuentra bajo la dependencia directa de un coordinador nombrado por la Dirección del Plan, que puede ser también miembro del comité asesor.

Se localiza en el CIAE-112, y será el encargado de elaborar los informes sobre el estado de la situación y las posibles evoluciones.

### **3.2.7 CETRA (Centro de transmisiones)**

El CETRA depende operativamente de la AXEGA y se sitúa en las instalaciones del CIAE-112. Su misión es la de constituir el núcleo a través del cual se canalizan todas las transmisiones necesarias durante la activación del Plan.

Dispone de medios de comunicaciones de voz y datos en sistema de telefonía (fijo y móvil); mensajería (telefónica y privada); radio e informática, con posibilidad de conmutación de los sistemas telefónicos, radio e informático.

Está comunicado, como mínimo, mediante dos sistemas a bomberos, personal sanitario de la Xunta de Galicia, Unidad de Policía Autonómica, CECOPAL, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, PMA, Módulos Móviles de Comunicación de la Xunta de Galicia, otros sistemas de comunicación, etc. Asimismo, lo CETRA es el encargado de establecer y garantizar las comunicaciones entre los distintos centros operativos establecidos en el SISMIGAL.

### **3.2.8 Dirección del Plan**

Corresponderá a la Xunta de Galicia la dirección del presente Plan en las emergencias declaradas de situación 0, 1 y 2. En las emergencias declaradas de «interés nacional» (situación 3) le corresponderá la dirección del Plan a un Comité de Dirección formado por una persona en representación de la Administración del Estado y una persona en representación de la Xunta de Galicia.

En la dirección de las emergencias, cuya competencia corresponda a la Xunta de Galicia, el Director del Plan será la persona que ostente la dirección general con competencias en materia de Protección Civil, que asumirá las funciones de Mando Único.

Tanto en situación 0 como en situación 1, el/la Alcalde/sa, como máxima autoridad de Protección Civil a nivel local, coordinará las actuaciones en su ayuntamiento, reportando la información de la emergencia al CECOP a través del CIAE-112.

Corresponden al Director del Plan:

- Declarar la situación de emergencia y su finalización según lo establecido en el presente Plan.
- Declarar el orden de constitución del CECOP/CECOPI y decidir, en su caso, una localización alternativa del mismo.
- Decidir las actuaciones para desarrollar desde el CECOP.
- Determinar los recursos humanos y materiales que deben asignarse a la emergencia, estableciendo las prioridades de actuación que estime oportunas.
- Determinar la información en relación con la situación de emergencia que se le debe facilitar a la población a través de los medios de comunicación social y otros medios a

disponer de la Dirección del Plan, de manera que se asegure que dicha información es accesible y comprensible para las personas con discapacidad y otros colectivos en situación de vulnerabilidad.

- Establecer las prioridades de cara al restablecimiento de los servicios públicos esenciales.
- Informar a la Comisión Galega de Protección Civil de aquellas emergencias que supongan la activación del presente plan en situación de emergencia 2.
- Asegurar la operatividad del Plan mediante su implantación y mantenimiento.

La dirección del plan se efectuará en coordinación con la Administración General del Estado y las Administraciones Locales de las zonas afectadas.

### **3.2.9 El Comité de Dirección**

Con el objeto de conseguir una mayor coordinación en la gestión de las emergencias, cuando se constituya lo CECOPI por declararse la emergencia de situación 3, se formará un Comité de Dirección integrado por una persona en representación de la Xunta de Galicia y una persona en representación de la Administración General del Estado.

El representante de la Xunta de Galicia en lo CECOPI será la persona titular de la Consellería con competencias en materia de Protección Civil. El representante de la Administración General del Estado será el delegado o delegada del Gobierno o persona designada por el titular del Ministerio del Interior.

### **3.2.10 El Comité Asesor**

Para asistir a la Dirección del Plan, se establecerá un comité asesor, al que se incorporarán, a juicio de la dirección del Plan, los siguientes miembros:

- La persona que ocupe la Delegación Territorial de la Xunta en la provincia en la que se tenga producida la emergencia.
- Una persona en representación de la Agencia Gallega de Emergencias.
- Subdirector/a General de la Dirección general con competencias en materia de protección civil.
- Una persona en representación de la Administración General del Estado
- Una persona en representación de cada uno de los ayuntamientos afectados y de cada una de las Diputaciones afectadas.
- Una persona en representación de cada una de las consellerías competentes en materia de Medio Ambiente, Infraestructuras y Vivienda, Obras Públicas, Transportes, Industria, Sanidad y Administración Local
- Una persona en representación del órgano de cuenca competente por razón del territorio afectado por la emergencia.
- Una persona en representación de cada uno de los titulares de infraestructuras y servicios de suministro: telefonía (voz y datos), gas, energía, agua.
- Una persona en representación del servicio Regional del IGN.

Estos representantes podrán efectuar sus funciones desde su propio centro de trabajo. En caso de considerarse necesaria su incorporación sería en el CECOP/I, ubicado en la sala de crisis del CIAE112.

### **3.2.11 Comité asesor técnico-científico**

Para asistir la Dirección del Plan, en la vertiente técnico-científica, se constituirá un comité asesor con personal nombrado por el servicio regional del Instituto Geográfico Nacional, por técnicos de las empresas suministradoras de infraestructuras y servicios esenciales, así como expertos de la universidad y empresas en materia de protección a la población, personal de intervención, animales, bienes, medioambiente y patrimonio histórico-artístico y cultural. También sobre todas aquellas materias que se requieran en función de la evolución de la emergencia. Se convocarán por el director del plan, a propuesta del Comité Asesor.

### **3.2.12 Órgano de Comunicación Pública.**

El Órgano de comunicación pública se constituye como la herramienta de la Dirección del Plan Especial en las tareas de difusión de la información en situación de emergencia. Estará compuesto por personal de los gabinetes de prensa de:

- Consellería competente en materia de Protección Civil.
- Delegación/Subdelegación del Gobierno (en caso de constitución del CECOP/I).
- Ayuntamiento/s afectado/s (en caso de ser necesario).

Estará a su cargo el jefe del Gabinete de Prensa de la Consellería competente en materia de Protección Civil para las situaciones 0, 1 y 2, y el Gabinete de la Delegación/Subdelegación del Gobierno para situación 3. Se podrá reunir físicamente o empleando medios telemáticos.

Sus funciones son:

- Difundir los órdenes, consignas y recomendaciones dictadas por la Dirección del Plan, a través de los medios de comunicación social previstos.
- Centralizar, coordinar y preparar la información general sobre la emergencia, de acuerdo con la Dirección del Plan y facilitarla a los medios de comunicación social.
- Informar sobre la emergencia a cuantas personas u organismos lo soliciten.
- Obtener, centralizar y facilitar toda la información relativa a los posibles afectados, facilitando los contactos familiares y localización de personas. Cuando la tarea informativa se dirija a víctimas con discapacidad, se realizará con las adaptaciones necesarias y, en su caso, con la ayuda de personal especializado.

En tanto no se constituya, realizará las funciones encomendadas el personal del Departamento de Prensa del CIAE112, quedando posteriormente integrado en el gabinete de prensa de la Consellería competente en materia de Protección Civil.

### **3.2.13 Dirección de la emergencia**

En la fase de preemergencia del SISMIGAL, no se prevén actuaciones propias de la Dirección de la Emergencia, realizándose por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias a través del CIAE112 las funciones de coordinación de los organismos que resulten necesarias.

En las emergencias de situación 1 y 2, el director del plan designará un Director de la Emergencia. La dirección de la Emergencia en situaciones 1 y 2 será ejercida por un representante de la Agencia Gallega de Emergencias, salvo que este no fuera desplegado sobre el terreno en atención a la naturaleza de la emergencia, en cuyo caso ejercerá las funciones de director operativo el responsable del Puesto de Mando Avanzado.

Son funciones de la Dirección de la Emergencia las siguientes:

- El plan, conducción y seguimiento de las operaciones sobre el terreno.
- La asignación a los servicios de intervención de misiones y la determinación de los ámbitos geográficos de actuación de cada uno de ellos.
- La solicitud al CECOP/CECOPI de medios y recursos necesarios extraordinarios para la respuesta a la emergencia.
- El establecimiento de las prioridades operativas de respuesta.
- La designación, en caso necesario, de responsables de puesto de mando avanzado.

La dirección operativa de la emergencia en situación 3 será ejercida por la Unidad Militar de Emergencias.

### **3.2.14 Puesto de mando avanzado (PMA).**

El PMA es el órgano de trabajo del director del plan in situ.

Según las zonas afectadas por el terremoto, podrá crearse más de un PMA; inicialmente uno por cada ayuntamiento afectado.

El responsable del PMA será designado por el director del plan. Siempre que sea posible será un responsable de Protección Civil de la Administración autonómica o, en su caso, de la Administración local.

El puesto de mando avanzado se mantendrá en comunicación permanente con el Cecop y los jefes de los diferentes grupos operativos.

El director del PMA se encargará de:

- Transmitir y transformar las directrices marcadas por el director del plan en acciones concretas a desarrollar por los grupos operativos.
- Coordinar las funciones autónomas de los citados grupos, encargándose de evitar duplicidades.
- Como representante del director del plan in situ, es el responsable de la seguridad de las personas y bienes de las mismas.



### **3.2.15 Grupos operativos.**

Son los grupos encargados de los servicios operativos ordinarios, y están diseñados para actuar coordinadamente y bajo una dirección única, dentro del marco que establece el plan.

En caso de municipios que redacten e implanten el PAM ante el riesgo de terremotos, los grupos operativos del plan local quedarán integrados en los grupos operativos previstos en el SISMIGAL, una vez activado.

#### **3.2.15.1 Grupo operativo de intervención**

*Composición:*

Unidades de bomberos desplazadas a las zonas afectadas, Grupos de Emergencia Supramunicipal (GES), Grupo de Apoyo Logístico a la Intervención (GALI) y medios de intervención de los Servicios Municipales de Protección Civil. También se integrarán en este grupo las unidades caninas de búsqueda de personas. La coordinación de este grupo será ejercida por el mando de mayor rango del servicio de extinción de incendios y salvamento del ámbito territorial donde se desarrolle la emergencia.

• *Funciones:*

- Hacer una primera evaluación del siniestro “in situ”, así como una estimación de los efectivos necesarios
- Controlar, reducir y neutralizar los efectos del siniestro y la causa de los riesgos derivados del mismo, tales como incendios, escapes, derrumbes, etc.
- Colabora con el Grupo de Evaluación Sísmica en actuaciones de desescombro, refuerzo y derribo de edificios dañados
- Determinar el área de intervención en el caso de que se deriven otras emergencias como consecuencia del terremoto
- Evaluar y controlar los riesgos latentes y los riesgos asociados
- Búsqueda de víctimas y detección de sepultados
- Colaborar con otros Grupos en la adopción de medidas de protección a la población
- Recuperación de cadáveres atrapados bajo los escombros o en condiciones de difícil acceso
- Colaborar en el restablecimiento de las condiciones básicas de seguridad en las infraestructuras de comunicación
- Informar a la Dirección del Plan, a través del responsable del PMA sobre el riesgo, los daños y la viabilidad de las operaciones a desarrolla
- Socorro de personas aisladas o desaparecidas

• *Medios materiales que movilizan:*

Todos los medios propios de los servicios que intervienen, como integrantes del grupo.

• *Medios especiales:*

Equipos públicos y privados de intervención en general, incluyendo maquinaria pesada y de obras, equipos de rescate y salvamento.

### **3.2.15.2 Grupo operativo sanitario**

#### *Composición:*

Corresponde al responsable del 061 designar en cada caso a la persona que dirija en Grupo, en función del ámbito territorial que se vea afectado. La atención psicológica y social será en todas las situaciones del plan coordinada por GIPCE.

El Grupo estará compuesto por los recursos humanos y materiales que sean necesarios en cada situación para atender las necesidades sanitarias de la población afectada, dependientes de los siguientes organismos e instituciones:

- 061
- Recursos de salud pública y atención primaria, incluyendo la Agencia Gallega de Sangre, Órganos y Tejidos.
- GIPCE
- Medios sanitarios pertenecientes a Cruz Roja

En caso de ser necesario, se incluirá en el grupo sanitario el ERIE de atención psicosocial de Cruz Roja, que actuará bajo la coordinación del GIPCE.

#### *Funciones:*

- Asistencia sanitaria in situ, traslado y evacuación sanitaria
- Protección y prevención de la salud pública
- Colaboración con el grupo de intervención, prestando los primeros auxilios a las personas aisladas.
- Atención psicológica y social
- Control de brotes epidemiológicos (contaminación del agua, alimentos).
- Cobertura de necesidades farmacéuticas.
- Vigilancia y control de la potabilidad del agua e higiene de los alimentos.
- Colaborar con el IMELGA en el traslado de cadáveres, almacenamiento provisional de cadáveres (establecimiento de morgues), enterramientos, así como colaborar con la unidad de Seguridad en la determinación de las causas de muerte y en la identificación de cadáveres.
- Colaborar con los demás grupos en la adopción de las medidas de protección a la población.
- Información necesaria para establecer actuaciones en sanidad ambiental, salud pública y cualquier otro aspecto de la actividad sanitaria.
- **Garantizar una asistencia idónea a personas con discapacidad y a otros colectivos en situación de vulnerabilidad.**[MS3]
-

- *Medios materiales que movilizan:*
  - Equipo/s del 061
  - Recursos sanitarios de Atención Primaria
  - Recursos de transporte sanitario
  - Recursos de Salud Pública
  - Servicios asistenciales dependientes del Sergas
  - Servicios hospitalarios dependientes del Sergas
  - Personal y medios sanitarios del/los Ayuntamiento/s implicado/s.
  - Personal de Servicios Sociales del/los Ayuntamiento/s afectado/s.
  - Medios dependientes de la Consellería de Sanidad

### **3.2.15.3 Grupo operativo de apoyo logístico y de seguridad**

Este grupo estará coordinado por el jefe de servicio de emergencias de la Xunta de Galicia de la provincia. Está formado por dos unidades básicas:

#### **Unidad operativa de seguridad**

- *Composición:*
  - Guardia Civil
  - Policía Nacional
  - UPA
  - Policías Locales

El mando del subgrupo de Seguridad corresponderá al miembro mayor graduación presente en la zona competente en el ámbito territorial afectado.

En situación 3 será designado por la Delegación o Subdelegación del Gobierno en *Galicia*.

- *Funciones:*
  - Preservar la seguridad ciudadana.
  - Controlar de accesos y regulación del tráfico.
  - Cooperar en los avisos a la población.
  - Señalizar los tramos de carreteras deterioradas o colapsadas.
  - Establecer junto con el grupo de evaluación sísmica las vías de evacuación e itinerarios alternativos.
  - Colaborar con el grupo forense en la identificación de cadáveres.
  - Balizar la zona de intervención.
  - Mantener de redes viales en condiciones expeditivas para su uso durante la emergencia.
  - Proteger los bienes

- *Medios materiales que movilizan:* Medios propios de los cuerpos y servicios integrantes de la unidad operativa.

#### **Unidad operativa de apoyo logístico**

- *Composición:*

Estará compuesto por las AVPC del municipio y municipios limítrofes, y por los recursos humanos y materiales necesarios para atender las necesidades de la población afectada, estando coordinado por la persona del municipio designada a tal efecto por el Alcalde.

A solicitud del jefe de grupo, podrán integrarse también los siguientes medios:

- Equipo de Respuesta Inmediata en Emergencia de Albergue de Cruz Roja.
  - Cualquier otro Organismo, Empresa o Institución con recursos logísticos aplicables.
- *Funciones:*
    - Realizar los avisos a la población
    - Ejecutar las evacuaciones y/o confinamientos decretados
    - Organizar albergues, auxilio de material y socorro alimentario a la población.
    - Llevar el control sobre los datos de estado y ubicación de las personas afectadas
    - Colaborar con el grupo de restablecimiento de servicios esenciales para resolver los problemas de abastecimiento de agua potable y alimentos.
    - Organizar los puntos de reunión de evacuados para su posterior traslado.
    - Gestionar la movilización y actuaciones de los medios necesarios para resolver las necesidades de las personas con discapacidad y así garantizar una asistencia eficaz, contemplando medidas y recursos específicos que garanticen la accesibilidad universal.
    - Colaborar en la adopción de las medidas necesarias de ayuda a los animales que pudiesen necesitar atención tras el acaecimiento de la emergencia, facilitando una mayor rapidez en su rescate y protección.
  - *Medios materiales que movilizan:*
    - Medios propios de los ayuntamientos
    - Medios privados de intendencia y albergue
    - Empresas de servicios privadas

#### **3.2.15.4 Grupo operativo de restablecimiento de servicios esenciales**

- *Composición:*
  - Personal de los ayuntamientos, diputaciones provinciales, brigadas de obras de los titulares de carreteras, técnicos de la consellería con competencia en materia de infraestructuras, transportes, industria. Podrá incorporarse personal técnico experto, solicitado a través de los Colegios Profesionales.

- Responsables de empresas de suministro de servicios básicos.
- Personal técnico en contaminación atmosférica, y vertidos de la Consellería de Medio Ambiente, dotados de equipos de medición y muestreo.
- Servicio de Conservación de Carreteras de la Comunidad Autónoma, Diputaciones provinciales, concesionarios de autopistas y del Ministerio de Fomento.
- Técnicos responsables de RENFE/ADIF
- Otro personal o empresas que pueda considerarse necesaria su cooperación.

La coordinación será ejercida por la persona nombrada a tal efecto por la secretaría xeral competente en materia de infraestructuras.

• *Funciones:*

- Inspeccionar el estado de seguridad de las líneas vitales (agua potable, combustibles, redes de gas, eléctricas y telefónicas, vías de transporte, etc.), asegurando su funcionamiento o llevando a cabo su restablecimiento para alcanzar la normalidad lo antes posible
- Establecer dispositivos de emergencia (grupos electrógenos, potabilizadoras, etc.) que faciliten el suministro provisional de los servicios esenciales afectados hasta que las infraestructuras sean definitivamente restablecidas
- Estudiar y garantizar las condiciones básicas de seguridad en las líneas vitales tras los movimientos sísmicos.
- Evaluar los daños producidos y las medidas a llevar a cabo para asegurar la disponibilidad de dichos servicios
- Evaluar los equipos especiales de trabajo y su equipamiento necesarios para la aplicación de estas medidas
- Informar al Director del Plan a través del PMA de los resultados obtenidos y de las necesidades que se van presentando con la evolución de la emergencia
- Dar directrices de construcción y manejo para las instalaciones de nuevas construcciones e incluso para la modificación de las actuales

• *Medios materiales que movilizan:*

- Medios propios de los ayuntamientos
- Medios propios da deputación ou deputacións provincias.
- Medios propios de la Xunta de Galicia
- Empresas de servicios de agua, luz, teléfono; así como otras, tales como combustibles, gas, alimentos
- Empresas de construcción y obras públicas privadas

### **3.2.15.5 Grupo de evaluación sísmica**

Es el grupo encargado de evaluar y supervisar los daños producidos en las viviendas, así como su habitabilidad.

Será el encargado del estudio del fenómeno sísmico y sus réplicas, aconsejando a la Dirección del plan a través del Director del PMA las actuaciones más recomendables para la población de la zona en el caso de que se pueda prever la aparición de réplicas que puedan ocasionar más daños.

Su objetivo principal es asegurar que se establezcan las medidas necesarias para eliminar el reducir los daños producidos sobre la población por la caída de viviendas tras los terremotos.

La Jefatura del Grupo de Evaluación Sísmica la ostenta un responsable del departamento de la Xunta de Galicia con competencias en obras públicas y urbanismo.

- *Composición:*

- Personal técnico de la Dirección General responsable de Urbanismo.
- Personal técnico que se pueda solicitar a través de los respectivos Colegios Profesionales de arquitectos, geólogos e ingenieros.
- Personal técnico en materia de urbanismo perteneciente a la administración local..
- Personal técnico de las Consellerías y Organismos de la Comunidad Autónoma, que así se considere por parte de la Dirección del Plan.
- Personal técnico de bomberos.
- Personal técnico calificado de los distintos organismos de la Administración, Universidades y empresas que estudian el riesgo sísmico y sus efectos, así como los riesgos que se pudieran presentar derivados de los terremotos.

Otro personal que la Dirección del Plan considere adecuado.

- *Funciones*

- Elaborar un informe preliminar "in situ" de carácter inmediato, que aporte información sobre la extensión del daño, posibles víctimas, áreas con mayor intensidad de daños, edificios inseguros que requieran procedimientos de emergencia, estimando necesidades y solicitando, a través del PMA en su defecto del Director/la de Operaciones, posible ayuda externa.
- Estudio y valoración de los daños causados por la emergencia.
- Inspección del estado de construcciones clasificadas de "importancia especial" en la NCSE-02, basándose en un primer momento, en la inspección visual y en el criterio de los expertos y priorizando aquellas que resulten básicas para la gestión de la emergencia (hospitales, centros de coordinación de emergencias, lugares de albergue, etc).
- Efectuar el seguimiento técnico de la emergencia y de sus acciones.
- Delimitación geográfica del área afectada.
- Inspección y clasificación del estado de seguridad de edificios afectados por el terremoto, señalizando las viviendas y construcciones que tienen que ser derribadas y saneadas y establecer las medidas necesarias entorno a éstas.



- Informar al Director del Plan de ámbito local, a los efectos oportunos, sobre las viviendas qué han de ser evacuadas lo de otros procedimientos qué relacionados con las edificaciones, se deban llevar a cabo.
- Emitir recomendaciones técnicas sobre el acordonamiento de áreas inseguras, él apuntalamiento de edificios el elementos inestables y/lo la demolición de elementos en peligro de caer.
- Proporcionar a la autoridad local los informes técnicos pertinentes que justifiquen cualquier orden de demolición parcial el total en aquellos casos en los que él colapso del edificio sea inminente.
- Controlar, reducir y neutralizar los efectos del siniestro.
- Colaborar con otros Grupos para la adopción de medidas de protección la la población.
- Valoración de fenómenos asociados, tales como incendios, fugas y vertidos de sustancias tóxicas lo peligrosas, desprendimientos y movimientos del terreno, inundaciones, etc. Recomendar al Director del Plan las medidas de protección más adecuadas en cada momento tanto para la población, como para él medio ambiente, los grupos de actuación y los bienes.
- Asesorar sobre los equipos especiales de trabajo y equipamiento necesarios para la aplicación de estas medidas.
- Colaborar y dar todo él soporte necesario al Coordinador del Puesto de Mando Avanzado.
- Colaborar con él Grupo de restablecimiento de servicios esenciales seguimiento de las tareas de rehabilitación.
- Gestionar y coordinar la eliminación, tratamiento, recuperación, reciclaje y reutilización de los residuos que se hayan generado.
- Controlar la contaminación atmosférica que se pudiera producir.
- Informar a la Dirección del Plan a través del PMA sobre el riesgo, los daños y la viabilidad de las operaciones a realizar.
- El Grupo de Evaluación Sísmica desarrollará su labor en el lugar del siniestro.

#### **3.2.15.6 Grupo forense**

Es el encargado de realizar las funciones encomendadas a los forenses en coordinación con los demás grupos operativos.

La Jefatura de este Grupo será ejercida por quien así lo establezca su estructura y sus protocolos.

- *Composición*

Estará formado por las personas del Instituto de Medicina Legal de Galicia designadas por el Director del mismo, así como de la Policía Judicial.

#### **Funciones**

Las funciones encomendadas por la normativa judicial.

Los recursos pertenecientes a las Fuerzas Armadas y, en particular, los de la Unidad Militar de Emergencias, no están asignados al SISMIGAL. En aquellos casos en los que se solicite a la Administración General del Estado su intervención (Situación 2), y se apruebe o se prevea su aprobación, los recursos de las Fuerzas Armadas podrán, en función de sus capacidades y formación, integrarse en los distintos grupos operativos. En todos los casos, los recursos de las Fuerzas Armadas estarán dirigidos por sus mandos naturales.

### **3.2.16 Coordinación de los grupos operativos en el terreno**

Las emergencias por terremotos comportan en los primeros momentos un gran número de actuaciones en el terreno. Asimismo, son emergencias que pueden abarcar un ámbito territorial muy amplio (varios municipios o una o varias comarcas, e incluso varias provincias).

En un primer momento, el funcionamiento de los servicios en el terreno será coordinado desde el/los CECOPAL de los municipios afectados. Cada servicio en el terreno será gestionado desde sus respectivas centrales de gestión (centrales de los servicios de bomberos y otros servicios de gestión de emergencias), movilizándose sus servicios a solicitud de la dirección del plan y en su caso coordinado en el terreno desde el Cecopal del municipio al que se haya trasladado, mientras el director del plan especial, a propuesta del responsable del servicio desplazado al lugar de la emergencia, no considere necesaria la constitución de uno o varios PMAs (puestos de mando avanzado).

Cuando el director del SISMIGAL considere necesaria la constitución del PMA, podrá decidir que la dirección de los PMAs sea asumida por el jefe del servicio de emergencias de la provincia. Hasta su incorporación, el mando del PMA será asumido por el responsable de Protección Civil recogido en el PAM del municipio. Así mismo, el responsable de cada grupo integrante del PMA asumirá las funciones propias de coordinación de dicho grupo.

### **3.3 INTERFASE ENTRE EL SISMIGAL Y EL PEMU/PAM**

El PEMU/PAM es la respuesta de la Administración Local para una mejor gestión ante una emergencia dentro del ámbito territorial del municipio. Es responsabilidad de las corporaciones locales la elaboración y aprobación de su propio Plan para aquellas emergencias que afecten a su territorio y sean susceptibles de ser controladas exclusivamente por los Servicios operativos locales, pudiendo contar con la aportación puntual de medios y recursos adscritos de otros ámbitos territoriales superiores.

En el PAM/ deben quedar reflejadas las actuaciones del municipio, los medios técnicos y humanos disponibles y su operatividad. En caso de activación del SISMIGAL los grupos operativos previstos en el PAM/PEMU, quedarán integrados en los grupos operativos previstos en el plan de ámbito superior.

## 4 OPERATIVIDAD

La operatividad la constituyen el conjunto de procedimientos previamente planificados, que permiten la puesta en marcha del plan SISMIGAL.

### 4.1 NOTIFICACIÓN Y ACTIVACIÓN DEL PLAN

Dado que no es posible predecir la ocurrencia de un seísmo, **la notificación** viene determinada por la notificación por parte del IGN de que se ha producido uno movimiento. Él IGN notifica al CIAE112 los movimientos de magnitud superior a 2.5.

También puede recibirse la notificación a través del CIAE112, por medio de ciudadanos que hayan sentido el movimiento.

Si la notificación proviene de la ciudadanía, el técnico de guardia (TG en adelante) contrastará la información con el IGN, con objeto de conocer los parámetros focales del sismo (localización, profundidad, magnitud y estimación del área afectada y la estimación de intensidades (E.M.S.) en los municipios del área afectada.

Tras esta primera evaluación, y teniendo en cuenta la información procedente de las llamadas recibidas en el CIAE112, el TG valorará si se puede generar una situación 0, 1, 2 o 3, que implique la activación del plan.

La activación del plan, en la fase y situación que corresponda, será establecida por el director del plan, previa consulta al gerente de la AXEGA y el subdirector de Planificación y Protección Civil, y notificada a:

- CENEM
- IGN
- Jefe del servicio de emergencias de la provincia que se trate
- Grupo de intervención: consorcio provincial de bomberos/parque municipal de bomberos, Grupo de Emerxencias Supramunicipal do ámbito territorial afectado
- Responsable del grupo de Evaluación Sísmica
- Alcalde del/los municipios afectado
- Policía local del/los municipio afectado
- AVPC del/los municipios afectados
- Guardia Civil (COS y COTA)
- Delegación/Subdelegación del Gobierno
- 061
- Jefe del GALI de la AXEGA

El cambio de fases/situaciones, así como la desactivación del plan cuando corresponda, será comunicada del mismo modo y a los mismos organismos, instituciones y personas a las que se les comunicó la activación del plan.

### **4.1.1 Fase de seguimiento o preemergencia**

Con carácter general, se activará el plan en fase de seguimiento o preemergencia (alerta y seguimiento), y en situación 0, en caso de ocurrencia de terremotos que impliquen cierta alarma social, sin daños personales o materiales relevantes.

Esta fase se caracteriza por el seguimiento instrumental y la información a los órganos y autoridades competentes y a la población en general, en caso de terremotos ampliamente sentidos.

El Centro Nacional de Información Sísmica del IGN, que está atendido por personal especializado las 24 horas del día, los 365 días del año, notifica mediante email al CIAE112, en menos de 15 minutos, los parámetros focales de cualquier terremoto de magnitud igual o superior a 3, que se haya registrado en un área, o cuando en aun no alcanzando esa magnitud, se tenga constancia de que ha sido sentido por la población.

Así el IGN emite un Boletín con los parámetros focales del terremoto y otros datos básicos del mismo: número de evento, hora de origen, coordenadas geográficas del epicentro, la magnitud, la profundidad del foco, Zona Epicentral, una estimación de la Intensidad Macrosísmica para aquellos puntos de los que exista referencia, y un croquis de la zona con la localización del epicentro.

El seguimiento y la información sobre el/los seísmos/s ocurridos en situación 0, se darán por finalizados, pasadas 48 horas desde el último seísmo ocurrido percibido por la población lo desde la última réplica significativa registrada. El fin de esta Situación 0, no requerirá una declaración formal, ni la transmisión a los organismos y municipios alertados.

### **4.1.2 Fase de emergencia.**

Esta fase se declarará cuando haya ocurrido un terremoto que haya producido daños materiales y/o víctimas y se prolongará hasta que hayan sido puestas en práctica todas las medidas necesarias para el socorro y la protección de personas y bienes. El restablecimiento de servicios básicos en las zonas afectadas, pertenece a la fase de Recuperación.

Una vez identificados los efectos del terremoto, se notificará a los servicios de emergencia de las zonas afectadas. Se desplazarán al lugar de la emergencia los recursos de intervención, y personal de los demás grupos operativos, constituyendo el/los Puestos de Mando Avanzado que sean necesarios.

En esta fase se distinguen las siguientes situaciones operativas:

Situación 1: Ocurrencia de fenómenos sísmicos, cuya atención, en lo relativo a la protección de personas y bienes, puede quedar asegurada mediante el empleo de los medios y recursos disponibles en las zonas afectadas.

Situación 2: Ocurrencia de fenómenos sísmicos que, por la gravedad de los daños ocasionados, el número de víctimas o la extensión de las áreas afectadas, hacen necesario para el socorro y protección de personas y bienes, el concurso de medios, recursos o servicios situados fuera de dichas áreas. Constituye el máximo nivel de las emergencias de dirección autonómica, en la que la respectiva comunidad autónoma, puede requerir la asistencia de medios de otras administraciones públicas no asignados al plan, o movilizables por otras administraciones públicas, en particular por la Administración general del Estado.

Situación 3: Emergencias sísmicas en las que, considerándose que está en juego el interés nacional, así sean declaradas por el ministro del Interior.

A continuación se presenta la fase y situación del plan **inicial** en función de la percepción y los daños previstos:

Percepción	Daños a personas	Daños edificios	Daños a líneas vitales	Fase y situación SISMIGAL
Escasa	No	No	No	No activar
Amplia	Irrelevante	Irrelevante	No	Fase de Seguimiento Situación 0
Amplia	Personas afectadas	Daños pero sin edificios inhabitables	Afectación escasa en líneas de escala local	Fase de Emergencia Situación 1
Amplia	Víctimas	Edificios Inhabitables	Afectación en líneas vitales de escala provincial y/o autonómica	Fase de Emergencia Situación 2

*Tabla 12: Fase y situación inicial de activación del SISMIGAL*

### 4.1.3 Fase de Recuperación

Según la Ley 5/2007 de emergencias de Galicia, en el artículo 38; las administraciones públicas, dentro de sus respectivas competencias, restablecerán los servicios esenciales para la comunidad afectada por un catástrofe o calamidad.

Se entiende por servicios básicos o esenciales aquellos cuya carencia afecta notablemente a la calidad de vida de los ciudadanos y a la continuación de los servicios y actividades industriales, pudiendo provocar en ocasiones problemas de seguridad.

Principalmente se incluyen en este tipo de servicios los siguientes:

- Suministro de agua potable.
- Suministro eléctrico y gas.
- Servicio telefónico.

En situaciones de emergencia se exponen problemas en el restablecimiento y Recuperación de los servicios básicos en los municipios afectados, agravados por lo progresivo agotamiento de los recursos municipales y la frecuente inexistencia en el terreno municipal de materiales y maquinaria especial para estas funciones.

Por tanto, corresponderá al CECOP, siguiendo las directrices del director del SISMIGAL, coordinar las labores y actuaciones tendentes al apoyo a los recursos municipales en la reposición de los servicios que son básicos o esenciales para la población.



## 4.2 PRIMERAS ACTUACIONES

**En fase de seguimiento**, las actuaciones serán aquellas desarrolladas por el Órgano de comunicación pública, relativas a garantizar la información a la ciudadanía y organismos integrados en el SISIMGAL.

**En fase de emergencia** las primeras actuaciones serán las siguientes:

Director del Plan	Activación del plan Convocatoria al comité asesor Evaluación de la situación. Definición de consignas e información
Comité Asesor	Recopilación de información de los organismos representados, para la toma de decisiones.
SACOP/CETRA	Evaluación de la situación: Control de medios desplazados, recopilación de información sobre daños producidos Mantenimiento de la comunicación con los medios.
Órgano de comunicación pública	Difusión de comunicados explicando lo sucedido e indicando teléfonos de atención a los afectados, tan pronto como sea posible. Difusión periódica de comunicados sobre la situación y su evolución: municipios afectados y grado de afectación, estado de las vías de comunicación y rutas alternativas, situación de los servicios esenciales y previsiones de Recuperación, contacto con los responsables de comunicación de la Administración Local afectada, y de las entidades gestoras de infraestructuras y proveedores de servicios esenciales.
Grupo de intervención	Desplazamiento a la zona afectada y confirmación sobre el terreno para evaluar la magnitud de los daños y posibles complicaciones: daños estructurales en edificios e infraestructuras, servicios esenciales y vías de comunicación, elementos de riesgo de la zona. - Búsqueda y rescate de heridos y desaparecidos.
Grupo sanitario	Movilización de todos los recursos sanitarios necesarios y disponibles y atención a los heridos. Información sobre el estado de los centros asistenciales de la zona. Medidas de higiene y salud ambiental debido a roturas en las conducciones de agua de la red de abastecimiento y saneamiento. Atención psicológica a los afectados.
Unidad de seguridad	Señalización y control de accesos a la zona afectada. Indicación de rutas alternativas. Mantenimiento del orden público.
Unidad de apoyo logístico	Relacionar y difundir los centros de acogida útiles habilitados. Movilizar y coordinar todos los recursos técnicos necesarios. Asegurar el abastecimiento de agua potable, víveres e intendencia a la población afectada.

Grupo de restablecimiento de servicios esenciales	de de	Colaboración con el Grupo de Intervención en la valoración y minimización de los daños. Movilización de medios a la zona afectada.
Grupo de evaluación sísmica		Desplazamiento a la zona afectada para elaboración de informe sobre los daños y consecuencias
Grupo forense		Activación de los miembros del grupo, designación de morgues.

### 4.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Se consideran medidas de protección los procedimientos, actuaciones, movilizaciones y medios previstos en el presente Plan, con el fin de evitar o atenuar las consecuencias de los terremotos, inmediatas y diferidas, para la población, el personal de los grupos de operativos, el medio ambiente y los bienes.

El aviso a la población tiene por finalidad alertar a la población e informarla sobre la actuación más conveniente en cada caso y sobre la aplicación de las medidas de protección adecuadas. Se consideran como medidas de protección las acciones que tienden a impedir o disminuir los daños a personas y bien que pudieran producirse, o que se producen en la emergencia; se contemplan las siguientes, sin excluir la posibilidad de adoptar otras diferentes que cada situación concreta pudiera requerir:

#### **Medidas de protección a la población:**

- Avisos a la población afectada.
- Evacuación y albergue
- Asistencia sanitaria.
- Control de carreteras.

#### **Medidas de protección de los bienes:**

- Previniendo las consecuencias de los riesgos.
- Evitando riesgos asociados.

#### **Medidas de socorro y rescate:**

- Búsqueda, rescate y salvamento de personas.
- Primeros auxilios.
- Triage sanitario.
- Albergue de emergencia.
- Abastecimiento (ropa, alimentos, agua).

#### **Medidas de intervención:**

- Acciones tendentes a combatir los sucesos.
- Habilitar accesos.
- Regulación de tráfico.
- Conducción de medios a la zona de intervención.

#### **Medidas reparadoras:**

- Establecer sistemas alternativos de: electricidad, agua y comunicaciones.
- Restablecer los servicios públicos afectados.
- Acciones específicas para la vuelta a la normalidad.

#### **Medidas de protección al medio ambiente:**

- Activación del plan de control de verquidos

- Seguimiento de las condiciones de calidad del aire y de las aguas
- Revisión e inspección de los establecimientos IPPC (Prevención y Control Integrados de la Contaminación)

#### **Medidas de protección al patrimonio histórico y cultural**

- Identificación de daños actuales y previstos sobre el patrimonio histórico y cultural.
- Triage de los bienes de patrimonio histórico y cultural en riesgo.
- Asesoramiento en los procedimientos de rescate y depósito de los bienes muebles.
- Apuntalamientos y estabilizaciones en bienes inmuebles
- Identificación de lugares seguros próximos al bien cultural inmueble para el triaje y depósito

#### **Medidas de protección a los animales**

- Rescate y traslado temporal de animales, a los centros de recogida de animales /hogares de acogida autorizados.
- Designación de lugares alternativos donde los animales vayan a ser alojados temporalmente.
- Asesoramiento y coordinación del personal encargado de llevar a cabo a recogida de los animales.
- Supervisión y monitorización en el caso de imposibilidad de acceso y/o traslado.
- Atención veterinaria
- Provisión de comida, agua y refugio.

La decisión de evacuar y alojar corresponde al Director del SISMIGAL, de acuerdo la autoridad municipal, que deberá coordinar y dirigir la evacuación en su municipio.

Las medidas de protección a la población las llevarán a cabo los distintos grupos operativos.

La responsabilidad de transmitir información a la población es de la Dirección del Plan y se realiza a través de su Órgano de comunicación pública. Toda la información deberá generarse en dicho centro, debiendo ser veraz y contrastada y que las directrices y consignas sean únicas y congruentes.

### **4.3.1 Avisos a la población**

En las distintas fases de la emergencia se darán avisos periódicos a la población, y aquellos otros puntuales que considera conveniente la dirección del SISMIGAL, que permitan mantenerla informada de la situación y su evolución.

Para informar a la población también se utilizarán los medios de comunicación social (radio, televisión), concretamente Radio Gallega, RNE-1, TVE-1, TVG, y las redes sociales oficiales: X (twitter) y webs de la Xunta de Galicia y del ayuntamiento o ayuntamientos afectados. Los mensajes serán establecidas por el Órgano de Comunicación Pública, así como los canales de comunicación, conforme a los protocolos y procedimientos de los Gabinetes de Prensa que lo conforman.

Así mismo, el sistema de alertas ES-Alert va a permitir el envío de mensajes de alerta inmediatos de modo generalizado a los teléfonos móviles localizados en un área afectada por una emergencia.

## **4.4 CATÁLOGO DE MEDIOS Y RECURSOS**

Son medios y recursos movilizables en el presente Plan los elementos humanos y materiales, y de estos últimos los de cualesquier naturaleza o titularidad, susceptibles de ser utilizados en casos de situación de riesgo o calamidad.

El catálogo de medios y recursos adscrito al SISMIGAL es el correspondiente al Plan Territorial de Emergencias de Galicia, PLATERGA.

## **5 IMPLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **5.1 IMPLANTACIÓN DEL PLAN**

Una vez aprobado el plan, la Consellería competente en materia de protección civil y el resto de organismos y departamentos implicados en la operatividad desarrollarán todas las actuaciones necesarias para su implantación y el posterior mantenimiento de su operatividad.

Se entiende por implantación del Plan al conjunto de acciones a desarrollar en una primera fase cuyo objetivo es que el Plan sea un documento plenamente operativo y conocido por todos los recursos que deben intervenir en la emergencia.

La implantación consta de las siguientes fases:

- Difusión del Plan.
- Verificación de la infraestructura del Plan.
- Formación del personal de los organismos implicados
- Información a la población

Tras la entrada en vigor del Plan, el proceso de implantación se iniciará con la distribución del mismo a todos los organismos implicados. Para ello, la Dirección General competente en materia de Protección Civil, procederá a efectuar dicha remisión, incluyendo a los municipios con riesgo de terremotos.

A medida que se vayan elaborando los PAM, cada municipio comprobará la suficiencia e idoneidad de los sistemas de avisos a la población de los que se dispone (dotación a las fuerzas del orden y en especial la Policía Local), así como la dotación del CECOPAL y el resto de recursos municipales previstos en lo PAM.

Corresponde a cada organismo la dotación a sus efectivos del material necesario para lo desempeño de las funciones que el presente Plan le asigna.

Asimismo, los programas de formación impartidos por la Academia Gallega de Seguridad Pública incluirán cursos para el personal de los grupos operativos previstos en el SISMIGAL, para garantizar una actuación adecuada y coordinada frente al riesgo de terremotos.

### **5.2 MANTENIMIENTO DE LA OPERATIVIDAD DEL PLAN**

Una vez finalizada la fase de implantación, el plan especial pasará a la fase de mantenimiento de la operatividad, que consiste en la realización de un conjunto de acciones encaminadas a garantizar que los procedimientos de actuación previstos en el mismo permanecen vigentes con lo paso del tiempo, de modo que se garantiza su actualización y adecuación a modificaciones que ocurran en la instalación, el entorno o los recursos que intervienen en caso de emergencia. El mantenimiento de la operatividad del plan consta de las siguientes fases:

- Comprobaciones periódicas.
- Formación permanente.
- Realización de ejercicios y simulacros
- Revisión y actualización del Plan.

Las comprobaciones (verificación del estado de los equipos adscritos al Plan) se harán periódicamente, de acuerdo con los programas establecidos por el responsable del organismo propietario del recurso y con las recomendaciones del suministrador del equipo.

La formación del personal implicado, contemplada en la fase de implantación debe ser una labor continuada, que se llevará a cabo a través de los programas de formación de la Academia Gallega de Seguridad Pública.

Para asegurar que la operativa descrita en el Plan continua vigente, la Consellería competente en materia de protección civil organizará ejercicios o simulacros en coordinación con el resto de organismos implicados. Una vez aprobado el plan, y llevadas a cabo las acciones de implantación, los ejercicios y simulacros del SISMIGAL se integrarán en la programación que establece la Dirección general de Emergencias e Interior cada año.

Las actualizaciones se realizarán con periodicidad anual y se dirigen básicamente a la incorporación de modificaciones de carácter común y con relación principalmente a aspectos tales como:

- Estructuras organizativas.
- Cambios en nombramientos y asignaciones.
- Disponibilidad y asignación de recursos.
- Adecuación de procedimientos operativos.
- Adecuación de los sistemas y medios de comunicaciones.
- Adecuación de los sistemas y procedimientos de avisos y comunicación a la población.
- Sistemas informáticos aplicados a la gestión de la emergencia.

Corresponde a la Consellería competente en materia de protección civil la revisión y actualización del plan, así como la difusión a los responsables de los organismos intervinientes.

Aquellos aspectos del plan especial que, tras la realización de los ejercicios y simulacros, se demuestren no eficaces, serán modificados, incorporándose dichas variaciones al texto del mismo. Asimismo, se incorporarán al plan especial las enseñanzas surgidas de la actuación frente a emergencias, de ser el caso.

Toda aquella alteración en el contenido del Plan que afecte a la organización del mismo, deberá ser comunicada con la suficiente antelación, con el fin de mantener la vigencia y operatividad del mismo. Dicho compromiso se extiende a todos los Organismos y entidades que participan en el Plan.

### **5.2.1 Información a la población**

Dentro de la fase de implantación y, en especial en la fase de mantenimiento de la operatividad se organizarán campañas informativas en las zonas de riesgo, para conseguir la concienciación de la población informando sobre las medidas de autoprotección y protección necesarias en caso de emergencia (ver anexo VI). Estas campañas, en todo caso, se deberán hacer en coordinación con las administraciones locales.



Asimismo, cuando la emergencia se produjo, se transmitirá información a la población y a los medios de comunicación social, todo ello a través del Órgano de comunicación pública adscrito al Comité de Dirección, en la situación correspondiente.

### **5.3 FINANCIACIÓN**

La finalidad del SISMIGAL es coordinar los distintos organismos que, dentro de su ámbito de competencias, tienen que desarrollar acciones ante una emergencia por terremotos. Para ello, anualmente, se destinará una cantidad en los presupuestos de la Xunta de Galicia, suficiente para la realización de las actuaciones formuladas.

La aprobación del presente plan en lo conlleva coste adicional para la Administración, puesto que los presupuestos necesarios para su ejecución saldrán de las partidas presupuestarias establecidas para la protección civil y emergencias en función de su disponibilidad. La naturaleza de las partidas que financian la actividad de la Dirección General de Emergencias e Interior y de la Agencia Gallega de Emergencias pueden proceder de fondos de la Comunidad Autónoma de Galicia, fondos europeos del FEDER o de FEADER. Todas las actuaciones conllevan la parte proporcional del capítulo I de estos departamentos sin que impliquen nuevas necesidades de personal ni incremento en este capítulo presupuestario.

# ANEXO I

## GLOSARIO

A los efectos del plan, se entenderá por:

*Aceleración sísmica:* Aceleración del movimiento del terreno producido por las ondas sísmicas generadas por un terremoto.

*Axega:* Agencia Gallega de Emergencias

*Cartografía oficial:* la realizada de acuerdo con las prescripciones de la Ley 7/1986, de ordenamiento de la cartografía, por las administraciones públicas o bajo su dirección y control.

*Cecop:* Centro de Coordinación Operativo. Está compuesto por el Comité de Dirección (en su caso), y el Comité Asesor.

*Cecopi:* Centro de Coordinación Operativo Integrado.

*Cecopal:* Centro de Coordinación Operativo Municipal

*Cetra:* Centro de Transmisiones.

*CIAE 112:* Centro Integrado de Atención a las Emergencias de Galicia.

*Coordenadas hipocentrales:* Son las coordenadas del foco sísmico. Están formadas por las coordenadas epicentrales y la profundidad focal.

*Elementos en riesgo (E):* población, núcleos de población, viviendas, instalaciones industriales y comerciales, infraestructuras de comunicaciones, servicios básicos (agua, gas y electricidad), etc. que se encuentren en peligro en una zona determinada.

*Epicentro:* Proyección del hipocentro sobre la superficie terrestre.

*Escala EMS:* Escala Europea de Intensidad Macrosísmica (en inglés, European Macroseismic Scale).

*Escala MSK:* Escala de Intensidad Macrosísmica de Medvedev, Sponheuer y Karnik, ampliamente utilizada en Europa, sobre todo hasta la aparición de la escala EMS.

*Falla:* Zona de fractura dentro de la Tierra en la que se produjo movimiento relativo entre las dos partes en las que está dividida.

*Falla activa:* Falla que presenta evidencias de movimiento en tiempos recientes (por ejemplo, en los últimos 10000 años).

*Hipocentro:* Punto donde se produce el terremoto.

*Intensidad sísmica:* Número escalado que indica los daños o efectos de un terremoto en un lugar determinado sobre las personas, estructuras y material terrestre. La escala ampliamente utilizada en Europa y España era la MSK, con grados de I a XII, hasta la aparición de la escala EMS (Escala Europea de Intensidad Macrosísmica).

*Isosista:* Línea que une puntos de igual intensidad sísmica.

*Magnitud:* Cuantificación de la energía liberada por un terremoto basada en la medida instrumental de la amplitud de las ondas sísmicas. Hay diferentes escalas dependiendo del tipo de onda medida. La más utilizada es la escala de Richter.

*Magnitud de la fase Lg (mbLg):* Parámetro de tamaño del terremoto que se basa en la amplitud y en el período del tren de ondas Lg. Es el tipo de magnitud utilizado en el catálogo del IGN.

*Magnitud momento ( $M_w$ ):* Parámetro de tamaño del terremoto derivado del momento sísmico escalar, que se define como el producto de la superficie de ruptura en el plano de falla, el desplazamiento neto en la falla, la dislocación y el coeficiente de rigidez. Es el parámetro de tamaño que mejor correlaciona con la energía liberada por el terremoto.

*Magnitud de ondas internas ( $m_b$ ):* Parámetro de tamaño del terremoto deducido a partir de la amplitud y del período de ondas internas.

*Magnitud de ondas superficiales ( $M_s$ ):* Parámetro de tamaño del terremoto deducido a partir de la amplitud y del período de ondas superficiales.

*Método determinista:* Método de cálculo del peligro sísmico basado en la hipótesis de que la sismicidad futura será igual que la ocurrida en el pasado.

*Método probabilista:* Método de cálculo del peligro sísmico basado en que, conocida la sismicidad pasada, se pueden establecer las leyes estadísticas que definen los fenómenos sísmicos de una zona.

*Método zonificado:* Método de cálculo del peligro sísmico en el que se consideran las fuentes sismogénicas, es decir, zonas de características sismotectónicas comunes.

*Modelo del movimiento fuerte del suelo:* O simplemente, modelo del movimiento, es una expresión matemática que da el valor del parámetro del movimiento en un emplazamiento dado en función de su distancia a la fuente y de la magnitud del seísmo y, frecuentemente, en función de otras variables como el tipo de suelo, el mecanismo focal, etc. También se denomina ley de atenuación y relación de predicción del movimiento. Frecuentemente se considera que el logaritmo del parámetro del movimiento predicho con el modelo del movimiento sigue una distribución normal.

*Modelo del terremoto característico:* Modelo de recurrencia temporal de terremotos que asume que cada determinado tiempo (denominado período de recurrencia) se produce un terremoto de gran magnitud (denominado terremoto característico).

*Movilización:* Conjunto de operaciones o tareas para la puesta en actividad de medios, recursos o servicios que hayan de intervenir en emergencias.

*Peligro sísmico:* Probabilidad de que en un lugar determinado y durante un período de tiempo de referencia ocurra un terremoto que alcance o pase de una intensidad determinada. Su inversa es el período de retorno.

*Período de recurrencia:* Es el intervalo de tiempo que transcurre entre la ocurrencia de un gran terremoto y otro en el modelo del terremoto característico.

*Período de retorno:* Es la inversa de la probabilidad anual.

*Profundidad focal:* Profundidad a la que se produce un terremoto.

*Réplicas:* Terremotos que siguen al terremoto principal de una zona y ligados genéticamente con él.

*Riesgo sísmico:* Número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad y alteración de la actividad económica debido a la ocurrencia de terremotos.

*Sacop:* Sala de Control Operativo.

*Terremoto característico:* Terremoto de gran magnitud que ocurre aproximadamente periódicamente que define la sismicidad de una fuente sismogénica de acuerdo con el modelo del mismo nombre.

*Terremoto de control:* Es el terremoto que presenta mayor contribución al peligro para un nivel de movimiento determinado. En estudios probabilistas, se usa la técnica del desglose del peligro para conocer las características del dicho terremoto (típicamente, la magnitud y la intensidad).

*Velocidad pico del suelo (PGV):* Valor máximo que toma la velocidad en el registro o historia temporal de velocidades.

*Vulnerabilidad sísmica:* Es el grado de pérdida de un elemento en riesgo dado, expresado en una escala de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total), que resulta de la ocurrencia de un terremoto de una determinada magnitud.

*Zona sismogénica:* Zona extensa que representa la proyección en superficie de un volumen de litosfera con características sismotectónicas homogéneas. Se considera que la ocurrencia de un seísmo en los diferentes puntos de la zona es equiprobable en el espacio y en el tiempo.

*Zonificación:* Es una división del terreno en diferentes fuentes sismogénicas (zonas o fallas) de acuerdo con uno o unos determinados criterios sísmicos, tectónicos, geomorfológicos, etc.

## **ANEXO II**

# **ANÁLISIS DEL RIESGO**

1.	CONTEXTO GEOLÓGICO DE GALICIA .....	65
1.1.	ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA.....	67
1.2.	ZONA CENTROIBÉRICA .....	69
1.3.	ZONA DE GALICIA-TRAS OS MONTES .....	71
1.4.	DOMINIO ESQUISTOSO .....	72
1.5.	DOMINIO DE LOS COMPLEJOS CON ROCAS MÁFICAS Y AFINES.....	72
2.	ZONIFICACIONES SISMOTECTÓNICAS .....	74
2.1.	ZONIFICACIONES SISMOGÉNICAS UTILIZADAS EN ESTUDIOS ANTERIORES QUE CONSIDERAN EL NO DE ESPAÑA .....	74
2.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS ZONIFICACIONES SISMOTECTÓNICAS MÁS RECIENTES SELECCIONADAS EN EL ESTUDIO.....	78
3.	EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA .....	84
3.1.	PELIGROSIDAD SÍSMICA SEGÚN LA NCSE-94. ....	84
3.2.	PELIGROSIDAD SÍSMICA SEGÚN LA NCSE-02. ....	86
3.3.	PELIGROSIDAD SÍSMICA PROPUESTA en el estudio de Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012 (IGN 2013).....	90
4.	CATÁLOGO DE SISMICIDAD .....	93
5.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	96
5.1.	MAPA DE ACELERACIONES POR MUNICIPIOS.....	96
5.2.	MAPA DE INTENSIDADES POR MUNICIPIOS.....	96
6.	CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE GALICIA.....	98
7.	REFERENCIAS .....	111
	VULNERABILIDAD .....	115



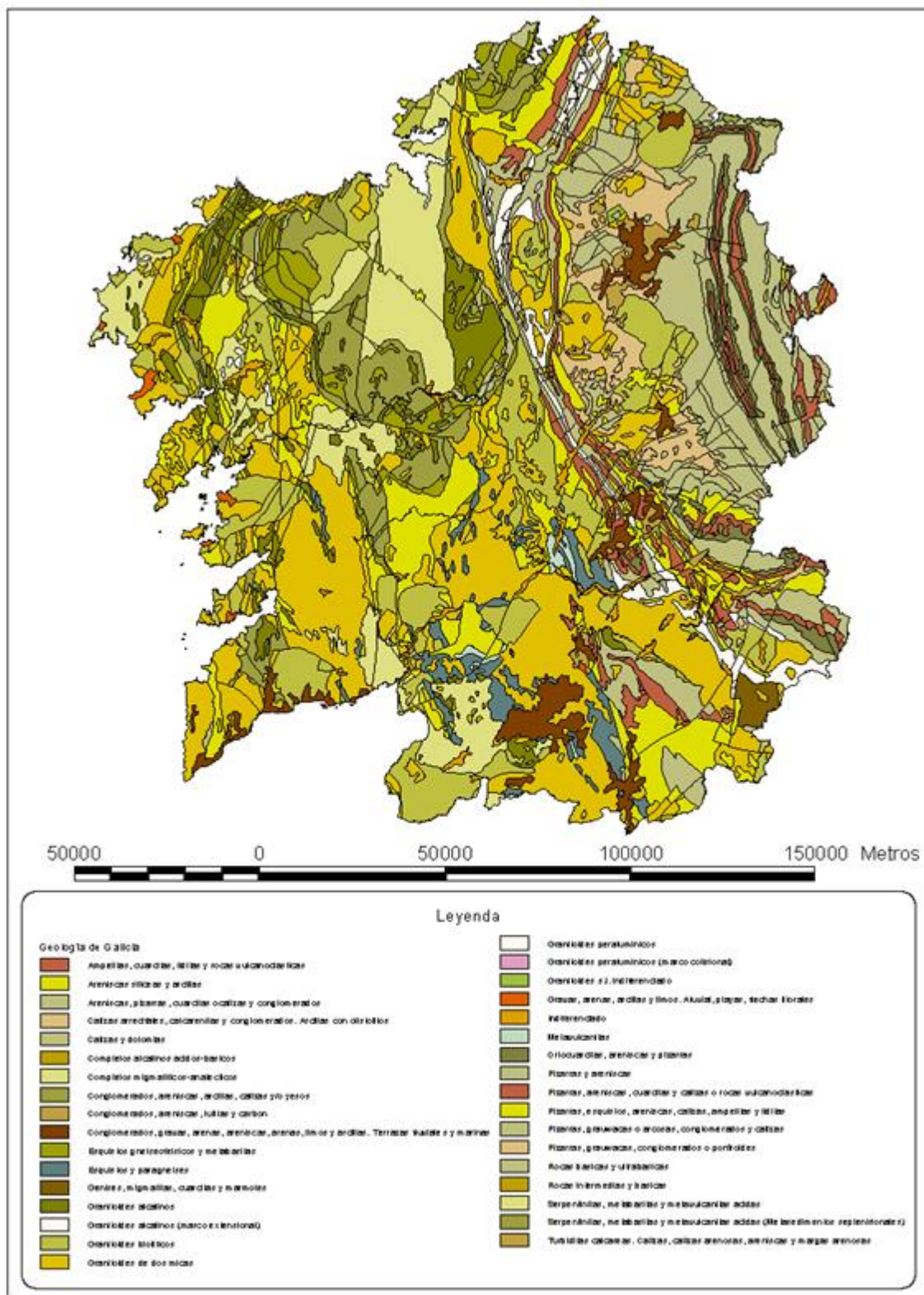
1. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD .....	116
2. DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES EN GALICIA .....	116
2.1. CLASES DE VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS SEGÚN LA ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA. ....	117
2.2. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE VULNERABILIDADES .....	122
2.3. COMPARACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS MUNICIPIOS CON UNA POBLACIÓN SUPERIOR A 50.000 HABITANTES.....	128
2.4. ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES.....	130
3. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS.....	141
3.1. POBLACIÓN DE GALICIA: CENSO DE POBLACIÓN Y DE EDIFICACIÓN.....	141
3.2. ESTIMACIÓN DE DAÑOS A LA POBLACIÓN.....	145
4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS ESENCIALES.....	149
4.1. METODOLOGÍA.....	149
REFERENCIAS.....	196

## 1. CONTEXTO GEOLÓGICO DE GALICIA

El macizo hespérico o ibérico se destaca como uno de los principales macizos de edad hercínica en Europa, extendiéndose a lo largo de una amplia área que se encuentra entre la cadena montañosa alpina y el escudo básico, específicamente en el extremo suroeste del orógeno Caledónico. De hecho, es el macizo más extenso de todos y proporciona un completo corte transversal de estas formaciones montañosas.

En la clasificación establecida por Lotze en 1945, se subdividió este macizo en seis áreas distintas, teniendo en cuenta las variaciones observadas en la estratigrafía, las estructuras, el metamorfismo y el magmatismo a medida que se atraviesan las grandes estructuras de manera transversal, mientras que estas características tienden a mantenerse relativamente constantes en dirección longitudinal. Sin embargo, posteriormente, Julivert et al. en 1973 redujeron el número de áreas a cinco al fusionar la Galaico-Castellana y la Lusooccidental-Alcúdica en una sola área conocida como Centro-Ibérica.

Las cinco áreas que componen el Macizo Hespérico son las siguientes: Cantábrica, Asturoccidental-Leonesa, Centro-Ibérica, Ossa-Morena y Surportuguesa. Cada una de estas áreas presenta características geológicas y geográficas distintivas que las diferencian entre sí. A continuación, se analizan con mayor detalle las dos áreas presentes en Galicia, dentro de las cinco mencionadas anteriormente, según se ilustra en la Figura 1.1. En esta región, se encuentran las zonas Cantábrica y la zona Asturoccidental-Leonesa, las cuales exhiben particularidades propias en términos de su composición geológica, estructuras y evolución histórica.



**Figura 1.1.** Mapa litológico de Galicia (I.G.M.E)

## **1.1. ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA**

La zona Asturoccidental-Leonesa está delimitada hacia el este y el oeste por dos pliegues en cuyos núcleos se exponen materiales precámbricos. Hacia el este se encuentra el pliegue del Narcea, que exhibe materiales precámbricos pizarrosos con niveles de porfiroides derivados de rocas volcánicas. Hacia el oeste se encuentra el pliegue del Olla de Sapo, donde se encuentran materiales precámbricos porfiroides. En el núcleo del pliegue tumbado de Mondoñedo, afloran materiales precámbricos esquistosos.

Concretamente, en esta zona se pueden identificar tres dominios:

### **1. Dominio del Navia-Alto Sil:**

Este dominio se caracteriza por un surco hundido donde se acumulan grandes espesores de sedimentos pertenecientes al Paleozoico Inferior. Está limitado al este por el pliegue del Narcea, mientras que hacia el oeste y suroeste es sobrepasado por el dominio del Manto de Mondoñedo.

### **2. Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba:**

En este dominio, el Paleozoico inferior está incompleto y las series de rocas son menos espesas que en el dominio anterior. El límite meridional de este dominio con el dominio de Truchas es gradual.

### **3. Dominio del Caurel-Truchas:**

En este dominio, el Paleozoico inferior no está completamente representado, especialmente en su límite meridional, donde el Ordovícico inferior se apoya sobre materiales precámbricos. Este dominio ocupa la parte más interna de la zona Asturoccidental-Leonesa, y su límite sur está marcado por el anticlinal del "Olla de Sapo".

## **a. Estratigrafía**

La secuencia estratigráfica en la región del Dominio del Navia-Alto Sil está compuesta por los siguientes niveles:

- a) Materiales precámbricos del pliegue del Narcea, los cuales pueden ser clasificados, en líneas generales, en tres conjuntos litológicos principales: la serie de grauwacas, pizarras y porfiroides.
- b) Areniscas de Cándana-Herrería. Estas presentan facies detríticas (con episodios esporádicos de carbonatos) depositadas en ambientes marinos muy someros. Corresponden al Cámbrico Inferior.
- c) Calizas de Vegadeo. Estas están constituidas por calizas y dolomías. Se ubican en el Cámbrico Inferior-Medio.

- d) Serie de los Cabos. Esta muestra una secuencia detrítica compuesta por cuarcitas, areniscas y pizarras. Su edad abarca desde el Cámbrico Medio-Superior hasta el Ordovícico Inferior.
- e) Pizarras de Luarca. Esta formación está principalmente compuesta por pizarras y se depositó en un ambiente euxínico. Corresponde al Ordovícico Medio-Superior.
- f) Formación Agüeira. Esta exhibe facies de origen turbidítico. Se ubica en el Ordovícico Superior.
- g) Pizarras y ampelitas silúricas.

En la región del Dominio del Manto de Mondeñedo-Peñalba, se observan las mismas formaciones que en la región anterior (con diferencias en espesor y algunos cambios litológicos), a excepción de la Formación Agüeira, que no aflora en el Ordovícico Superior. Además, es importante mencionar la presencia de una nueva formación, las Calizas de la Aquiana, las cuales son calizas masivas con presencia de briozoarios y equinodermos, y se les atribuye una edad Asghiliense. También se encuentran sinclinales de calizas y pizarras de edad devónica en el núcleo de esta región.

En el Dominio del Caurel-Truchas afloran las siguientes formaciones: la Serie de los Cabos, las Pizarras de Luarca, la Formación Agüeira y las Pizarras y ampelitas silúricas.

## **b. Tectónica**

Las secuencias mencionadas anteriormente han sido afectadas por tres fases principales de deformación de origen hercínico.

La primera fase da origen a pliegues cuyos ejes siguen las direcciones del Arco Astúrico y presentan una esquistosidad de flujo. Estas estructuras tienden a ser menos apretadas en dirección este-oeste. Acompañando a esta fase, se produce un metamorfismo regional de tipo epizonal.

Durante la segunda fase, predominan los esfuerzos de cizalla que dan lugar a cabalgamientos y pliegues de menor escala, los cuales deforman la esquistosidad previa y generan una nueva esquistosidad de crenulación denominada S2.

La tercera fase de plegamiento origina pliegues generalmente alineados con los de la primera fase, aunque su plano axial tiende a ser subvertical o mostrar una vergencia hacia el oeste. Esta fase se acompaña de una esquistosidad adicional de crenulación denominada S3.

## **c. Magmatismo**

La actividad magmática es de escasa relevancia. El vulcanismo alcanza su mayor expresión en el sinclinal del Truchas. En cuanto al plutonismo, su importancia aumenta de este a oeste. Los plutones son de dimensiones reducidas y, a excepción del límite occidental de la zona, se trata de intrusiones claramente posteriores a los procesos tectónicos.

## 1.2. ZONA CENTROIBÉRICA

La zona Centroibérica, ubicada al oeste del antiformal del Olla de Sapo, presenta varias características destacadas:

- Existe una gran importancia de los procesos de granitización hercínica.
- Se observa una extensión considerable de la estructura S1.
- Afloran rocas metamórficas de grado medio a alto.
- Se encuentran complejos polimetamórficos alóctonos con posibles edades antehercínicas.

Debido a la intensidad de la estructura S1, el metamorfismo y la abundancia de granitoides, en muchas áreas resulta difícil apreciar la estructura. En líneas generales, se observa una disposición en forma de domos y sinformes. Las zonas antiformales, que suelen coincidir con áreas de alto metamorfismo, están marcadas por la presencia de plutones graníticos de tendencia alcalina. En los sinformes, el metamorfismo es menos intenso, correspondiendo a la facies de esquistos verdes. Estos sinformes son estrechos y alargados, y en su núcleo afloran rocas silúricas y ocasionalmente devónicas.

Se pueden distinguir tres fases principales de deformación hercínica:

1. La primera fase (F1), visible en las zonas externas de esta región, genera pliegues con un plano axial muy inclinado y una esquistosidad de flujo. En las zonas más metamórficas, solo se aprecia de forma residual en los microlitones de la segunda fase (F2).
2. La segunda fase (F2) origina estructuras con una foliación asociada caracterizada por la alternancia de capas ricas en cuarzo y capas principalmente compuestas por micas (crenulación de S1). Esta foliación se presenta con inclinaciones de bajo ángulo, similares a la S1. La esquistosidad S2 es dominante en las zonas de alto metamorfismo, mientras que en las áreas más externas puede ser débil, dejando ver la S1 como la esquistosidad principal.
3. La tercera deformación (F3) da lugar a estructuras con un plano axial subvertical y una esquistosidad de crenulación que interseca con un ángulo pronunciado a las fases anteriores, relacionadas con bandas de cizalla dúctil.

Los complejos alóctonos, como Ortegá, Órdenes y Malpica-Tuy, se presentan en cuencas cuyo núcleo está formado por materiales afectados por un metamorfismo de alta presión y temperatura, que incluye rocas máficas y ultramáficas.

En cuanto al plutonismo, se pueden distinguir dos grupos principales de granitoides hercínicos: los sincinemáticos, que están relacionados con alguna de las fases principales de deformación hercínica, y los postcinemáticos, que son posteriores a estas fases de deformación.

Dentro de los granitoides sincinemáticos, se destacan dos tipos: aquellos con composición predominantemente biotítica (con edades entre 340 y 320 millones de años) y tendencia calcoalcalina débilmente peraluminosa, y los granitos de dos micas, con una clara tendencia peraluminosa, que intruyen en los anteriores y tienen edades ligeramente más recientes.



Los granitoides sincinemáticos, principalmente biotíticos, se presentan en macizos bien definidos de carácter alóctono, aunque a veces muestran contactos graduales hacia los granitoides de dos micas. Estos macizos suelen alinearse siguiendo las macroestructuras hercínicas de la región. Es posible identificar bandas o ejes plutónicos de granitoides que se suceden paralelamente entre sí, separados por bandas de metasedimentos de cobertura o intrusiones batolíticas de dos micas. Desde el punto de vista petrológico, estos granitoides suelen exhibir una llamativa textura porfídica con grandes megacristales de feldespato (entre 4 y 20 cm) en una matriz rica en biotita. A menudo, se asocian con pequeños stocks de diorita y cuarzodiorita que son precursoras del magmatismo calcoalcalino al que pertenecen. En términos geoquímicos, presentan un carácter peraluminoso débil, en parte debido a la abundancia de biotita que contienen.

Por otro lado, los granitoides sincinemáticos de dos micas muestran una marcada tendencia peraluminosa y presentan diversas variaciones tanto en su composición petrográfica como en su textura, dependiendo de la relación entre molibdeno y bismuto (Mo/Bi) o del tamaño de grano y la porfidismo, respectivamente. Por ejemplo, algunos macizos exhiben una relación  $Bi > Mo$ , mientras que otros presentan únicamente Mo, lo que da lugar a facies leucocráticas. Estos granitoides pueden encontrarse en emplazamientos que van desde áreas autóctonas con características migmatíticas heterogéneas hasta macizos individualizados y circunscritos de manera alóctona.

El segundo conjunto, compuesto por granitoides postcinemáticos, se distingue por ser una serie de macizos bien definidos y aislados, dispersos a lo largo de toda la cadena montañosa. Estos macizos son predominantemente de composición biotítica, con pocas facies de dos micas, y exhiben una variedad de texturas. Algunos de ellos muestran una clara geometría concéntrica. Estos granitoides intruyeron en la cadena en épocas tardihercínicas, alrededor de hace 280 millones de años, después de que las últimas fases de deformación de la cadena hubieran cesado, por lo que su emplazamiento se produjo en condiciones alóctonas. Estos granitoides se emplazaron en niveles epizonales y generaron un evidente metamorfismo de contacto que se superpone al metamorfismo regional. En términos geoquímicos, se caracterizan por tener una tendencia calcoalcalina y subalcalina, en marcado contraste con los grupos sincinemáticos peralcalinos.

En general, las áreas metamórficas de la región presentan una geometría en forma de bandas paralelas y alargadas que siguen las estructuras principales de la cadena hercínica. La distribución de las isogradas dentro de cada una de estas bandas es más o menos simétrica con respecto a un eje térmico, que generalmente se asocia con la presencia de granitoides ácidos de tipo calcoalcalino y peraluminico.

En la región gallega, se observa una polaridad metamórfica de este a oeste. El primer eje térmico corresponde a la antiforma del Narcea, donde se desarrolla una zona de bajo grado metamórfico con presencia de minerales como biotita y moscovita.

Hacia el oeste, el segundo eje térmico se encuentra en la zona de Boal-Los Ancares y se caracteriza por un metamorfismo de mayor grado con presencia de minerales como biotita, andalucita y cordierita, indicativo de un gradiente térmico más elevado.



Avanzando hacia el oeste, adentrándose en terrenos de alto grado metamórfico, se encuentra el eje Vivero-Lugo-Sarria, que marca la primera de las bandas donde se desarrollan, de manera sintética, dos gradientes metamórficos: uno de presión-temperatura media y otro posterior de baja presión y alta temperatura, que se superponen en el tiempo y en el espacio. Estos fenómenos de superposición, que implican un metamorfismo plurifacial, continúan manifestándose más hacia el oeste, donde la superposición de isogradas revela una estructura térmica resultado de una evolución temporal compleja, en combinación con los efectos de las intrusiones graníticas. En consecuencia, se observan bandas superpuestas de baja presión junto con otras de presión intermedia. Por ejemplo, en Portugal, se encuentra la banda Porto-Viseu (baja presión) y Albergaria-Oliveira (presión intermedia).

El continuo desarrollo de este polimetamorfismo hace que en algunos casos solo se encuentren las últimas paragénesis de este proceso. Por ejemplo, en la banda Villa Real-Moncorvo-Vitigudino, se presenta únicamente un metamorfismo de baja presión con minerales como andalucita, cordierita y sillimanita. Estas bandas son aquellas donde las isogradas están más cercanas entre sí, lo que corresponde a un gradiente térmico más elevado.

En coincidencia con la intensificación del metamorfismo en las zonas de mayor grado, se producen fenómenos de anatexia, dando lugar a extensas áreas migmatíticas. Estas áreas se forman a partir de la fusión parcial de las secuencias sedimentarias paleozoicas y precámbricas, así como de los ortogneises glandulares que representan un ciclo granítico prehercínico. Ejemplos de estas áreas migmatíticas son Celanova-Lovios, Finisterre-La Guardia, Sanabria, Sierra del Guadarrama, estribaciones occidentales de la Sierra de Gredos y Fermoselle-Vitigudino. Estas áreas migmatíticas se caracterizan por asociaciones de minerales como sillimanita, biotita, feldespato potásico, moscovita y cordierita.

Además de las bandas metamórficas mencionadas anteriormente, existen otras áreas con características petro-estructurales especiales, como los macizos de Cabo Ortegal, Órdenes y Lalín, y la denominada Fosa Blastomilonítica. Esta última es una banda alargada que se extiende desde la zona de Malpica en Galicia y corre paralela a la costa atlántica. Es característico de estas áreas la presencia de eclogitas de tipo C, que indican condiciones metamórficas de granulita de alta presión, e incluso se encuentran algunas eclogitas.

### **1.3. ZONA DE GALICIA-TRAS OS MONTES**

Recientemente, se ha propuesto una nueva subdivisión del Macizo Hespérico, según Farias en 1986 (Farias, 1986), que incluye la zona de "Galicia-Tras Os Montes", que hasta ahora se consideraba parte de la zona Centroibérica. Esta nueva subdivisión se compone del "dominio esquistoso" y el "dominio de los complejos".

La interpretación geotectónica actual de esta zona es aloctonista, lo que significa que se supone que se desplazó y emplazó durante la segunda fase de deformación hercínica. Los dominios del Bajo Duero, que forman parte de la zona Centroibérica, se consideran autóctonos en relación con esta zona. Durante la segunda fase de deformación hercínica, se produjo el emplazamiento de los complejos sobre el dominio esquistoso. Estos complejos están compuestos por varias láminas cabalgantes que tienen diferentes características y

significados geotectónicos. Varios estudios, como los de Iglesias et al. en 1981, Bastida et al. en 1984, González Lodeiro et al. en 1981, Martínez Catalán et al. en 1984, Arenas et al. en 1985 y Arenas et al. en 1986, han contribuido a la comprensión de estos complejos. En los sinformes generados durante la tercera fase de deformación hercínica, estos complejos han sido preservados en forma de klipjes.

#### **1.4. DOMINIO ESQUISTOSO**

Las litologías dominantes son metasedimentos pelíticos (esquistos y paraneises) con algunas intercalaciones de rocas ortoderivadas de origen volcánico o subvolcánico. También se encuentran niveles de cuarcitas, rocas calcosilicatadas y ampelitas. La edad de estos materiales es incierta, probablemente comprendida entre el Precámbrico y el Devónico, según estudios realizados por Romariz en 1969 (Romariz, 1969), Fernández Tomas en 1981 (Tomas, 1981), González Lodeiro et al. en 1981 y Marquínez en 1984 (Marquínez, 1984).

La deformación que afecta a estos materiales es polifásica y se desarrolló durante la orogenia hercínica, acompañada de un metamorfismo progresivo. La primera fase de deformación es responsable de una esquistosidad penetrativa que se observa en todas las zonas. Esta fase ocurrió simultáneamente con un metamorfismo de bajo grado y presión intermedia, según Marquínez en 1984 (Marquínez, 1984).

La segunda fase de deformación generó pliegues asimétricos que se inclinan hacia el este, y se asocia con una esquistosidad. La deformación presenta una distribución irregular y se concentra en ciertas bandas de cizalla dúctil, de acuerdo con los estudios de Marquínez en 1984 (Marquínez, 1984) y Farias en 1986 (Farias, 1986). Durante esta fase, se desarrollaron condiciones metamórficas de rango epi a mesozonal, llegando en algunos puntos a paragénesis con almandino-biotita-estaurolita. También ocurrió el cabalgamiento de esta zona sobre la zona Centroibérica y el emplazamiento de los complejos catazonales. Hacia el final de la segunda fase o al comienzo de la tercera, en diferentes áreas, hubo un aumento del gradiente térmico relacionado con el emplazamiento de los granitoides, lo que se asocia con un metamorfismo de baja presión y paragénesis andalucita-biotita.

La tercera fase tuvo lugar en condiciones epizonales y dio origen a grandes pliegues subverticales que configuran la macroestructura. En los núcleos de las grandes sinformas de esta fase se encuentran los complejos catazonales polimetamórficos.

También existen bandas de cizalla subverticales con dirección NNW-SSE, con desplazamiento principalmente en dirección horizontal. Algunos autores consideran que este episodio está próximo a la tercera fase de deformación, mientras que otros lo ven como una fase compresiva generalizada tardía.

Por último, existe una fase de fracturación hercínica que contribuye a la configuración estructural de este dominio.

#### **1.5. DOMINIO DE LOS COMPLEJOS CON ROCAS MÁFICAS Y AFINES**

Este dominio se considera formado por cinco conjuntos aflorantes: Cabo Ortegal, Órdenes, Morais, Braganza y la banda Malpica-Tuy.

Estos complejos están compuestos por la superposición de varias unidades alóctonas independientes que presentan características litológicas, químicas y evoluciones tectometamórficas distintas (Iglesias et al, 1981; González Lodeiro et al, 1984; Arenas, 1985; Arenas et al, 1986).

Según Arenas et al. en 1986, estos complejos están formados por la superposición de siete unidades alóctonas diferentes, enumeradas de abajo hacia arriba en el orden de apilamiento:

1. Unidad basal de metasedimentos, ortoneis y rocas metabásicas, localmente en facies de eclogita. Esta unidad constituye la totalidad de la banda de Malpica-Tuy y el borde oeste del complejo de Órdenes. Los datos de edad disponibles indican que todos los materiales son posteriores al Cámbrico. Esta unidad ha experimentado un metamorfismo de alta presión y temperaturas intermedias, alcanzando la facies de eclogita, con retrogradaciones posteriores a facies de esquistos verdes. Según la interpretación de Arenas et al. en 1986, esta unidad representa un fragmento de margen continental con una evolución tectometamórfica compleja.
2. Unidad de metasedimentos epizonales. Esta unidad se encuentra exclusivamente en la unidad inferior de Moeche, dentro del complejo de Cabo Ortegal. Presenta un metamorfismo en facies de esquistos verdes y su edad probablemente es del Ordovícico medio o más reciente.
3. Unidad inferior de ofiolitas epizonales. Esta unidad se encuentra en el sector sureste y este del complejo de Órdenes (equivalente a lo que se denomina Unidad de Villa de Cruces según González Lodeiro et al. en 1981 y Martínez Catalán et al. en 1984), así como en la Unidad de Moeche dentro del complejo de Cabo Ortegal. En el complejo de Órdenes está compuesta por metavulcanitas básicas (esquistos verdes), anfibolitas y metasedimentos. En Cabo Ortegal está formada por serpentinitas (rocas dominantes), metavulcanitas básicas y ácidas. El metamorfismo de esta unidad no supera la facies de esquistos verdes. Se considera que esta litología representa una ofiolita altamente desmembrada, y sus características geoquímicas indican que se trata de una corteza oceánica normal.
4. Unidad catazonal inferior. Se halla en el sector occidental del Complejo de Órdenes y en la unidad de Moeche dentro del Complejo de Ortegal. En el complejo de Órdenes está formada por neises con intercalaciones de metabasitas y anfibolitas, ambos con relictos catazonales. En Cabo Ortegal existen metabasitas (eclogitas, anfibolitas, neises anfibólicos con granate y esquistos verdes) y, en menor proporción, ortoneises, metapelitas y rocas ultrabásicas. Estas rocas han sufrido un metamorfismo progrado hasta facies de eclogita y retrogradaciones posteriores de anfibolita y esquistos verdes. ARENAS et al, 1986 sugieren que podría tratarse al igual que la unidad catazonal superior, de una cuenca back-arc en un largo periodo de actividad.
5. Unidad superior de ofiolitas epi-mesozonales. Se halla representada en Galicia en el sector oriental y occidental del Complejo de Órdenes (unidad de Sierra de Careón-Bazar de Martínez Catalán et al, 1984) y en el Cabo Ortegal, por lo que se ha venido denominando por diversos autores "anfibolitas de Purrido-Peña Escrita". En el Complejo de Órdenes está constituida por rocas ultramáficas, metagabros y anfibolitas. Gran parte de las rocas

ultramáficas de este complejo pertenecen a esta unidad. En Ortegal está formada por anfibolitas, y otras litológicas como los metagabros, son muy raras. El metamorfismo más evidente que presentan estas rocas es la facies anfibolita, aunque se han descrito relictos de piroxeno y granate en anfibolitas, que podrían indicar una facies granulítica previa.

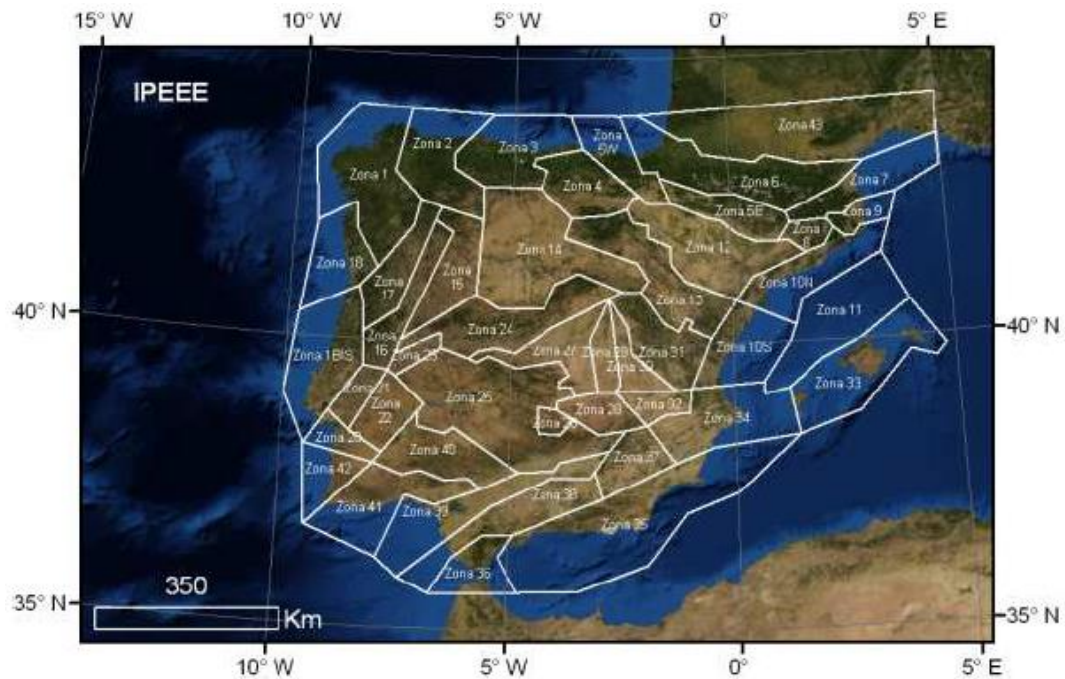
6. Unidad catazonal superior. Comprende el núcleo del Complejo de Cabo Ortegal y dos áreas deferentes en Órdenes, en las proximidades de Sobrado y Mellid (unidad de Sobrado-Mellid de González Lodeiro et al, 1981 y Martínez Catalán et al, 1984). En ambos complejos existen litologías metasedimentarias, metabásicas y metaultramáficas. El metamorfismo ha alcanzado las facies de eclogita y granulita con retrogradaciones posteriores hasta esquistos verdes.
7. Unidad superior de metabasitas, metasedimentos y ortoneises. Se trata de la unidad más extensa del Complejo de Ordenes (no existe en Cabo Ortegal). Está compuesta de metabasitas (con intercalaciones lenticulares de rocas ultramáficas), metasedimentos y rocas intrusivas prehercínicas (granodioríticas a gabroicas). El metamorfismo que la ha afectado es de fáciles anfibolitas, con posteriores retrogradaciones, aunque localmente se han citado paragénesis catazonales (Zuuren, 1969). Arenas et al, 1986, interpretan esta unidad del mismo modo que las dos unidades catazonales, es decir, una cuenta marginal o back-arc.

## 2. ZONIFICACIONES SISMOTECTÓNICAS

### 2.1. ZONIFICACIONES SISMOGÉNICAS UTILIZADAS EN ESTUDIOS ANTERIORES QUE CONSIDERAN EL NO DE ESPAÑA

#### a. Zonificación del IPEEE (1993)

El modelo propuesto por el Instituto para la Protección y Estudios Nucleares y Espaciales (IPEEE) en 1993 se desarrolló en el contexto del análisis de la peligrosidad sísmica para las plantas nucleares en España en la década de los noventa. Se establecieron dos enfoques basados en zonas como fuentes sísmicas, centrados en la sismicidad y la tectónica. Ambos modelos actuaban de manera complementaria: el modelo local comprendía zonas de tamaño relativamente reducido que abarcaban la península y las Islas Baleares; el modelo regional agrupaba varias zonas del modelo local en regiones más extensas y añadía otras fuentes en áreas distantes de la península, como el suroeste del cabo San Vicente. Posteriormente, algunas de estas zonificaciones fueron ajustadas en ciertas áreas (J. G. Sánchez Cabañero, comunicación personal, CSP).

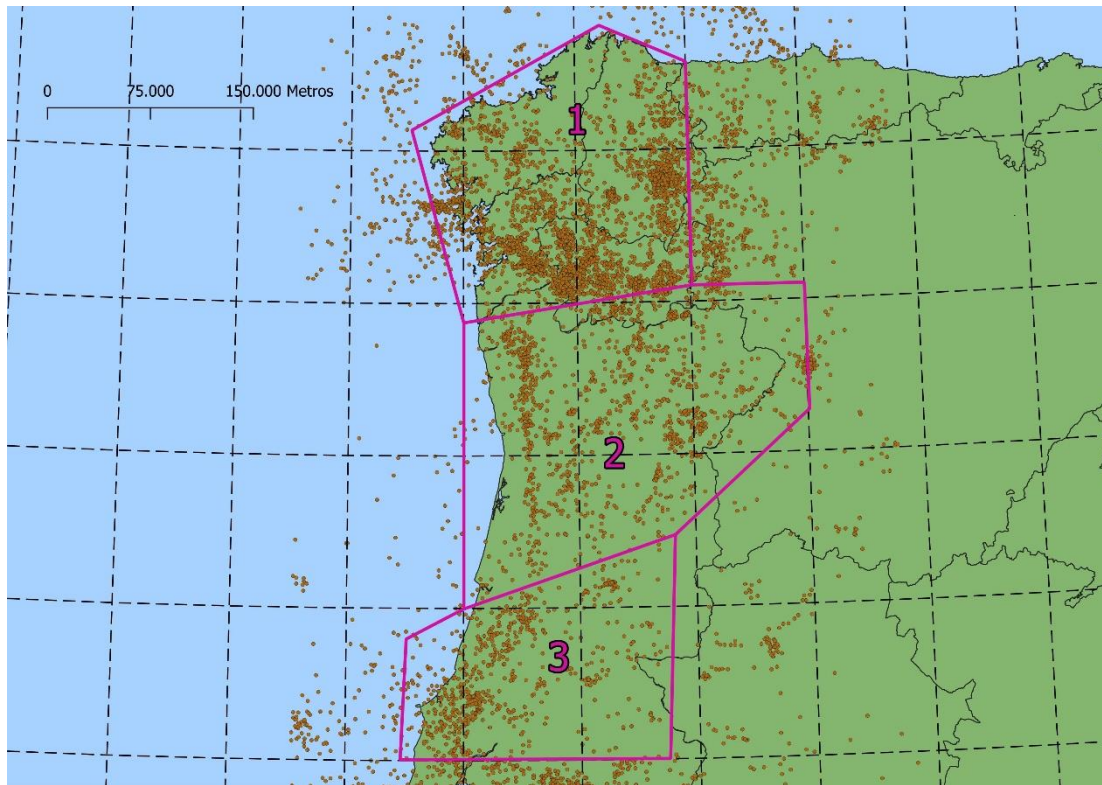


**Figura 2.3.** Mapa del proyecto IPEEE

### **b. Zonificación de la NCSE-94 (1994)**

Un antecedente de la zonificación sísmica en la Norma de Construcción Sismorresistente de España (NCSE-94) se encuentra en el trabajo de A. J. Martín (1983). Este fue el primer modelo a nivel nacional empleado para evaluar la peligrosidad sísmica utilizando el método de Cornell. Para su desarrollo se utilizó información geológica (grandes unidades geotectónicas de la península Ibérica) y sismológica (distribución de epicentros, mapas de intensidades máximas, distribución espacial del parámetro b, orientación de isosistas y otros datos geofísicos). Su validez fue confirmada mediante un análisis de coherencia sísmica.

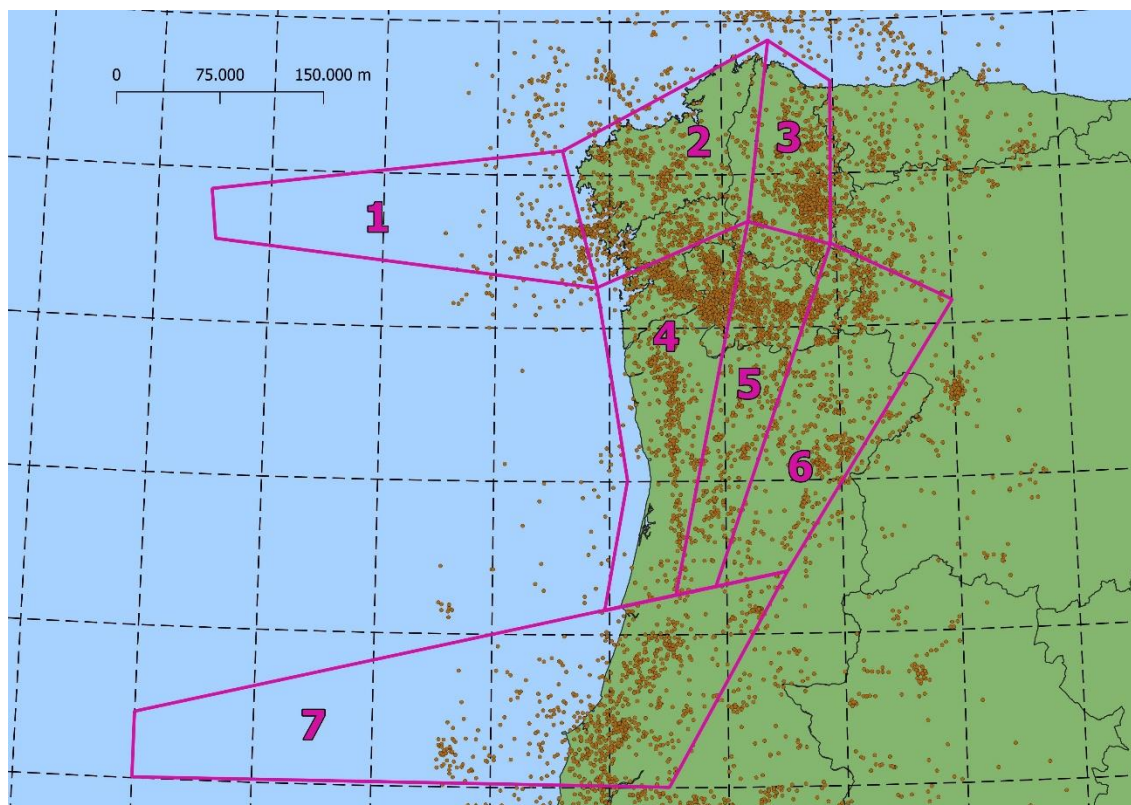




**Figura 2.4.** Zonas sismogénicas consideradas en la NCSE-94

### c. Zonificación de la NCSE-02 (2002)

La zonificación sísmica en la Norma de Construcción Sismorresistente de España (NCSE-02) fue elaborada por un comité de expertos del IGN. Esta zonificación es bastante similar a la de su predecesora, la NCSE-94, con algunas modificaciones en las áreas del extremo nordeste de la Península (zona de Olot).



**Figura 2.5.** Zonas sísmogénicas consideradas en la NCSE-02

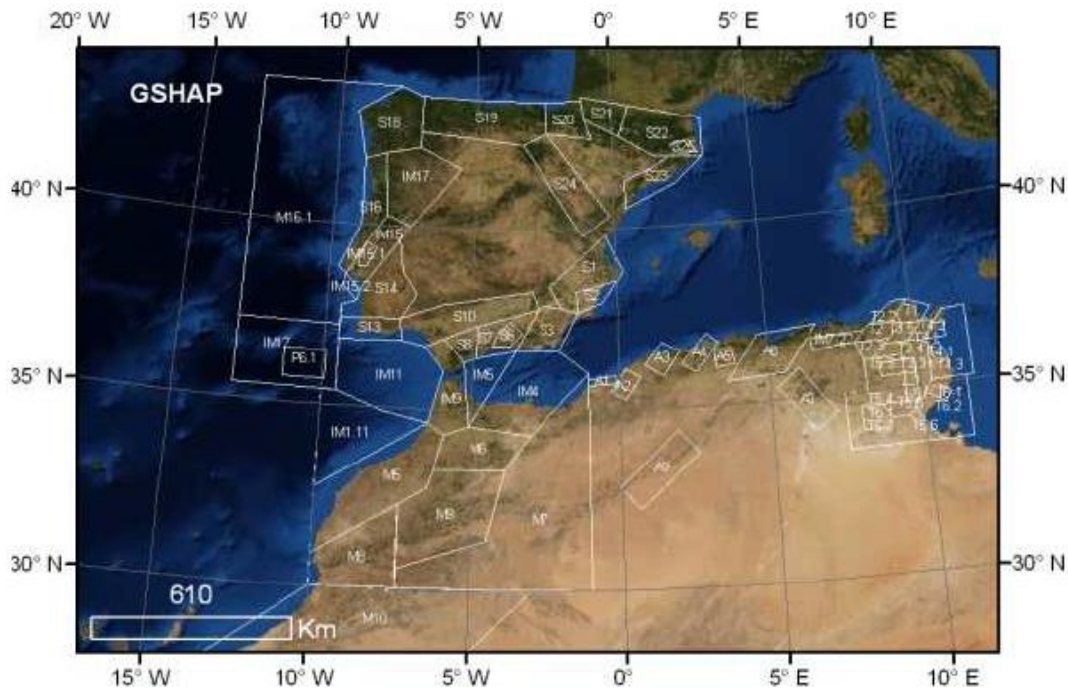
En este sentido, la zonificación de la NCSE-02 engloba una extensa parte de la península Ibérica, abarcando Portugal y las áreas marítimas del mar de Alborán y del suroeste del cabo San Vicente. Concretamente, analizando las zonas que afectan a Galicia y parte del norte de Portugal (Figura 2.5), se puede observar que la Zona 1, está relacionada casi exclusivamente con una lineación de terremotos que en los últimos años ha podido delimitarse en dirección E-O aproximadamente desde la costa occidental de Galicia hasta el Banco de Galicia. Su existencia puede estar justificada como los restos de una antigua sutura que se unía con la dorsal centrooceánica y que sirvió de lineación de contacto entre Europa y África. La zona 2 en el noroeste de la Zona Galaico-Castellana se extiende hacia la región Centro-Ibérica. En esta área, las principales características tectónicas son las fallas de Valdoviño y Pico Sacro, junto con otras fallas en el Complejo de Órdenes. La zona 3, con históricos stas fallas de empuje a profundidades mayores a 10 km muestran movimiento en dirección NO-SE. Por último, las zonas 4, 5, 6 y 7 corresponden a la zonificación para Portugal en estudios de peligrosidad sísmica y para la delimitación del estado de esfuerzos en el oeste de la península Ibérica. Presentan estructuras de fallas en un régimen compresivo. Por ejemplo, la zona 4 tiene la falla del Monte Chao y las zonas 6 y 7 están definidas por la falla de desgarre Vilariça y las fallas Seia-Lousa y Ponsul. La distribución de sismicidad en estas zonas no está bien diferenciada.

#### **d. Zonificación GSHAP (2003)**

La zonificación propuesta por el proyecto GSHAP (Giardini et al., 2003) tenía como objetivo unificar las zonificaciones oficiales de diversos países para generar un mapa global de



peligrosidad sísmica. Posteriormente, el proyecto SESAME actualizó el GSHAP, aunque gran parte de su zonificación se mantuvo sin cambios. En el territorio español, esta zonificación guarda una fuerte similitud con la de la norma NCSE-94.



**Figura 2.6.** Mapa del proyecto IPEEE

#### **e. Zonificación de C. López-Fernández (2008)**

En un trabajo posterior, llevado a cabo por C. López-Fernández (2008), se procedió a una revisión y redefinición de la zonificación en el noroeste de la península. Esta nueva delimitación se basó en un análisis pormenorizado de la actividad sísmica más reciente y en su correlación con las diversas provincias tectónicas identificadas en esta área. La metodología involucró la evaluación de estructuras de origen ancestral y la consideración de la tectónica presente y pasada. El resultado es una subdivisión que abarca el NO de la península hasta la costa Cantábrica y se compone de cinco zonas.

## **2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONIFICACIONES SISMOTECTÓNICAS MÁS RECIENTES SELECCIONADAS EN EL ESTUDIO.**

### **a. Zonificación propuesta por garcía-mayordomo et al. (2012)**

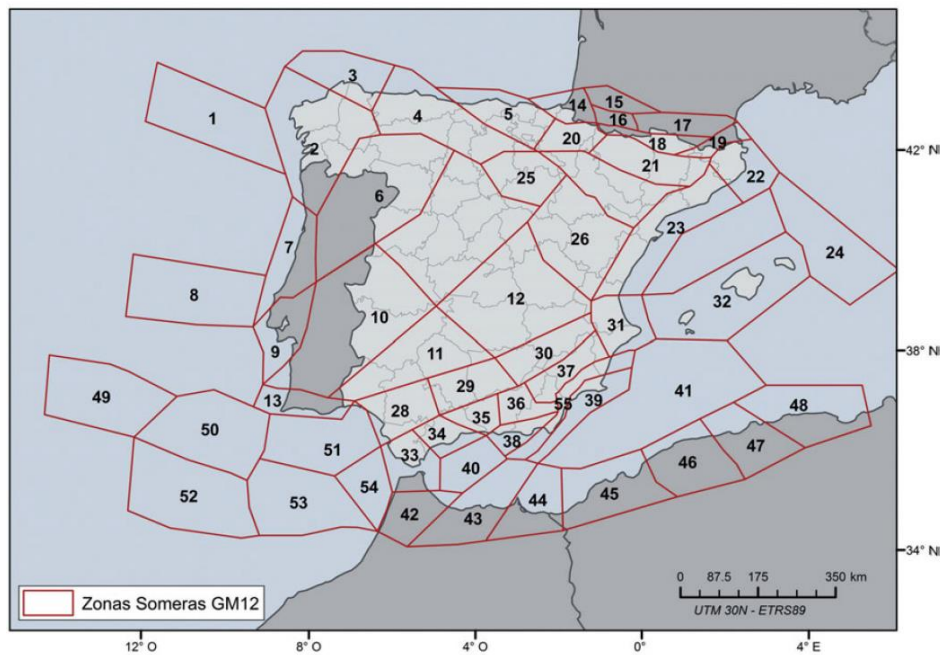
La zonificación propuesta por García-Mayordomo et al. (2012), utilizada en los cálculos para la actualización del mapa de peligrosidad sísmica en España, es el resultado de la adaptación de un modelo previo que se presentó en la Primera Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismicidad (IBERFAULT, 2010). Posteriormente, este modelo fue refinado a través de la

colaboración de expertos portugueses y franceses en el marco del proyecto europeo SHARE (Armonización de la Peligrosidad Sísmica en Europa, 2011). Finalmente, se realizaron ajustes adicionales basados en comentarios críticos proporcionados por la Comisión de Seguimiento del Proyecto y el grupo de trabajo correspondiente. La zonificación resultante se presentó durante la 7ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica (García-Mayordomo et al., 2012).

En las secciones siguientes, ofrecemos una descripción de estas zonas, basándonos en la información proporcionada por sus autores (J. García-Mayordomo y J. Martínez Díaz), e incorporando también las modificaciones propuestas en el Plan de Mapas de Peligrosidad Sísmica de España 2012.

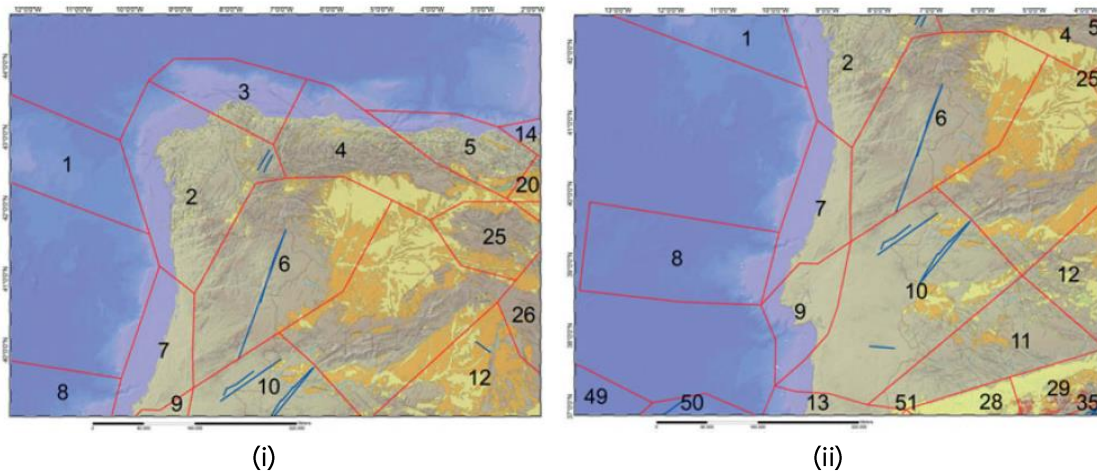
***Descripción de las zonas sismogénicas:***

Los límites geográficos de las zonas se visualizan en el contexto del mapa neotectónico de España, el cual exhibe tanto los materiales geológicos correspondientes a la era neotectónica como las fallas con actividad en esta misma época. Adicionalmente, las trazas de las fallas con actividad cuaternaria están destacadas en tonos azul oscuro, y se basan en la base de datos de fallas con actividad reciente. Cada zona será identificada mediante su número de referencia correspondiente en el mapa.



**Figura 2.7.** Modelo final de zonificación (GM12), de García Mayordomo et al. (2012). Zonas superficiales.

Para facilitar la comprensión de las zonas del Macizo Hespérico (1 a la 6), se presentan ampliaciones de diferentes regiones del mapa de zonas. Estas ampliaciones incorporan datos sobre un modelo digital de elevaciones, lo cual permite apreciar claramente las características del relieve en esas áreas particulares.



**Figura 2.8.** (i) Región Noroccidental (Zonas 1 a 5) proyectada sobre el modelo digital de elevaciones; (ii) Región Atlántico-Portuguesa (Zonas 6 a 10) proyectada sobre el modelo digital de elevaciones.

Las regiones identificadas asimiladas en este análisis se ubican en los sectores 2 a 5, abarcando la parte occidental de los relieves pertenecientes al sistema orogénico Pirineos-Cordillera Cantábrica, así como una porción de los montes Galaico-Portugueses. Estos sectores se encuentran geográficamente localizados en la porción noroeste del macizo Varisco, como se ilustra en la Figura 2.8. Los límites de estas áreas han sido definidos considerando tanto la distribución de la actividad sísmica como la uniformidad en la naturaleza de los sistemas de fracturas neotectónicas.

Particularmente, el sector 2 exhibe una corteza de menor grosor, lo cual puede incidir en la mayor resistencia de las fallas presentes en esta región. En este dominio geográfico, predominan los mecanismos focales con direcciones específicas, a diferencia de lo que se observa en los sectores 3, 4 y 5. En el caso del sector 2, las fallas tienden a orientarse mayoritariamente en sentido norte, en contraste con las zonas 3, 4 y 5, donde prevalecen las fallas con orientaciones predominantemente este-oeste y noroeste-sureste.

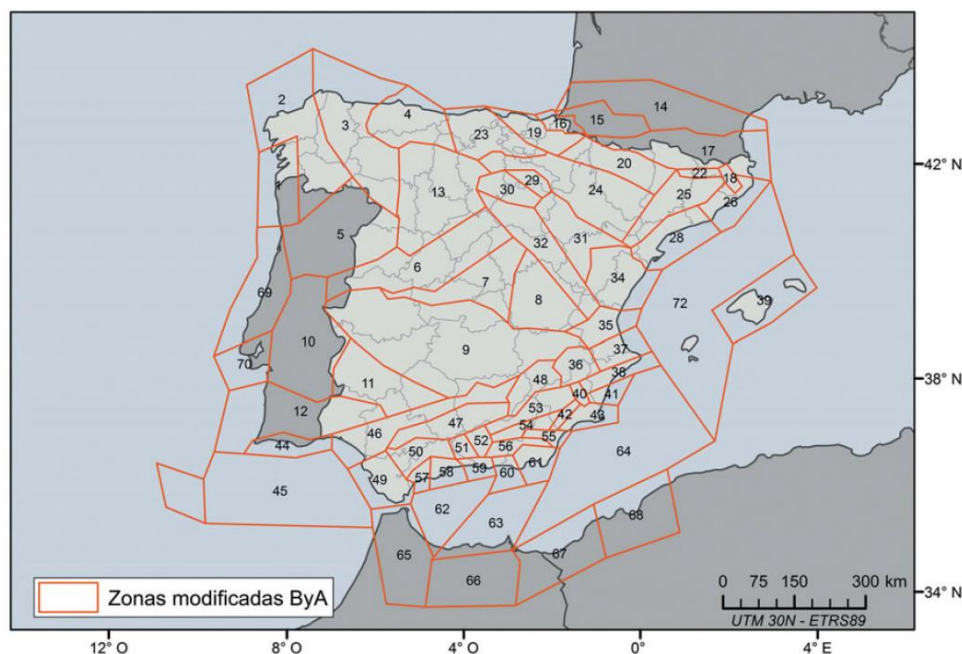
El límite divisorio que separa el sector 4 del sector 5 está condicionado por la existencia de la falla de Ventaniella, una característica cortical de gran escala que regula la distribución de la deformación entre los bloques colindantes. Los límites territoriales del sector 3 se fundamentan en cambios en el grosor cortical y en las características inherentes a la actividad sísmica en esa región. La delimitación del sector 1 se encuentra completamente circunscrita en las aguas del océano Atlántico, y su establecimiento se basa exclusivamente en criterios sismológicos, con la finalidad de considerar la contribución de la actividad sísmica en dicha área a la evaluación global de la peligrosidad sísmica.

Por último, la zona numerada como 6 abarca las formaciones geológicas más prominentes, incluyendo macizos y sierras compuestos por materiales resistentes que están delimitados por sistemas de fallas. Las fronteras que separan las regiones 7 a 9 de la 6, así como las áreas

6 y 10, se fundamentan en un cambio detectable en las disposiciones estructurales que coinciden con una transformación en los mecanismos focales predominantes en la zona. En específico, estos cambios transitan de direcciones orientadas hacia el norte a movimientos inversos orientados hacia el sur. Esta transición puede ser visualizada en los mapas de distribución de los regímenes de fuerza-deformación confeccionados por Olaiz et al. (2009).

### **b. Zonificación propuesta por ByA12**

La delimitación propuesta por Bernal y colaboradores emerge como el fruto de diversas investigaciones sobre peligrosidad sísmica efectuadas por el equipo de expertos de ByA Estudio de Ingeniería S.L. En este contexto, a continuación se describen las divisiones que se han establecido en términos de provincias sismotectónicas.



**Figura 2.9.** Zonificación final (ByA12) adoptada para el estudio.

La región del Macizo Hespérico (Zonas 1 a 13) es un área que exhibe una actividad sísmica moderada en comparación con otras regiones. Corresponde al cratón hercínico, el cual actualmente enfrenta fuerzas predominantemente compresivas con una orientación cercana al eje norte-sur. En el núcleo de esta región, la sismicidad es mínima, mientras que, en su límite occidental junto al Atlántico, es algo más pronunciada. La intensidad máxima percibida de los sismos en esta zona ha alcanzado un nivel de 7 en la escala de intensidad.

#### *Zona 1: Rías Bajas*

En esta región, los terremotos podrían estar relacionados con fracturas de cizallamiento de dirección norte-sur, siendo la más destacada cerca de Braga. Estas fracturas también interactúan con otras en dirección N40/50E. El epicentro más significativo ocurrió cerca de



Pontevedra (26/11/1920) con una intensidad máxima de 7 en la escala  $I_0$ . Estas fracturas influyeron en la sedimentación terciaria en la zona.

#### *Zona 2: Taboada y Celanova*

Los terremotos con mayor intensidad y magnitud en esta área se alinean en dirección N150/160E, y están ubicados cerca de Ourense y Cruces (La Coruña). Los sismos en Taboada podrían estar conectados con reajustes recientes en la falla de Puentes de García Rodríguez. Los eventos sísmicos en Celanova, Allariz y Cortegana podrían estar asociados con intersecciones de fracturas en direcciones cercanas a N150/160E y N40/50E.

#### *Zona 3: Zona Astur-Occidental Leonesa*

El epicentro de terremotos más significativo en esta área se encuentra al oeste de Sarriá. Además, se han registrado algunos terremotos aislados, como el del 10/2/1961 cerca de Zamora, con una intensidad de  $I_0 = 6$  y una magnitud de  $M = 5.2$ . La actividad sísmica en esta zona se relaciona con valles tectónicos marcados por fuertes escarpes de falla, especialmente vinculados con la familia de fallas NNE-SSO. También existe una posible conexión con otra familia de fallas en direcciones NNO-SSE a NO-SE, aunque esta relación no está completamente definida.

#### *Zona 5: Bajo Duero*

Esta área abarca una porción importante del noreste de Portugal. Los terremotos se concentran en tres regiones: Viseu, al sur de Vila Real y en el suroeste del macizo de Morais. El terremoto más intenso fue sentido en França el 28/11/1347, con una intensidad de  $I_0 = 8$ . Otros cinco terremotos oscilan entre  $I_0$  6 y 7, siendo notables los eventos en Folgoza (6) el 10/10/1856, Caldas de Moledo (7) el 11/1/1910 y Moncorvo (7) el 19/3/1858. La relación de estos sismos con la tectónica parece estar clara, relacionándose con la familia de fallas en dirección N30E que atraviesan las estructuras del macizo de Morais. Estas incluyen las grandes fracturas de Vila Real y Puebla de Sanabria, con movimiento de cizallamiento siniestro y un extenso desarrollo longitudinal.

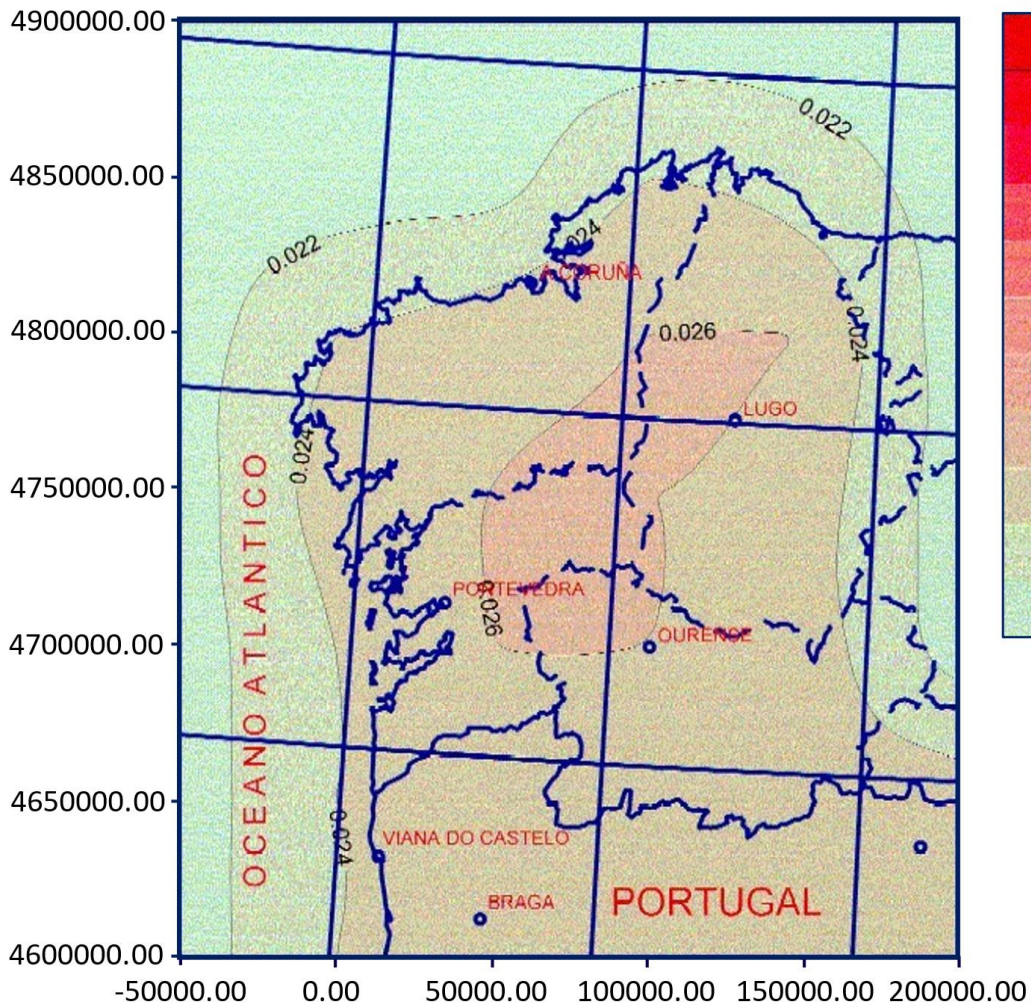
### 3. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

En el método probabilista, el cálculo de la peligrosidad sísmica se realiza por cada zona sobre el punto de emplazamiento. Para realizar este cálculo, se deben considerar varios factores. En primer lugar, se multiplica la tasa o número de terremotos por unidad de tiempo en la zona por las probabilidades de que el terremoto ocurra en cualquier punto de esa zona. Además, se tiene en cuenta la probabilidad de que ese evento sísmico tenga una magnitud específica y la probabilidad de que el movimiento del suelo correspondiente a cada distancia y magnitud sea del movimiento especificado. Estos factores se combinan para obtener una evaluación completa de la peligrosidad sísmica en cada zona considerada.

#### 3.1. PELIGROSIDAD SÍSMICA SEGÚN LA NCSE-94.

La figura 3.1 muestra el valor de la peligrosidad sísmica de acuerdo con la Norma NCSE-94 para un periodo de retorno de 500 años. Está expresado en términos de aceleración sísmica básica en unidades de g (aceleración de la gravedad). Estos valores se obtuvieron utilizando datos hasta 1983, con la misma subdivisión sismotectónica establecida en la norma mencionada, junto con las correcciones aplicadas al catálogo previamente descritas y una valoración energética de cada terremoto basada en su magnitud momento. Como era de esperar, los resultados obtenidos son aproximadamente iguales a los establecidos en la norma. Aunque esta no especifica valores exactos más allá de indicar que son inferiores a 0.04 g, los cálculos originales no publicados coinciden con esta evaluación. Este resultado resalta que los cambios realizados en la revisión del catálogo hasta 1983 no afectan de manera significativa los a los resultados de la peligrosidad (Rueda y Mezcua, 2001).

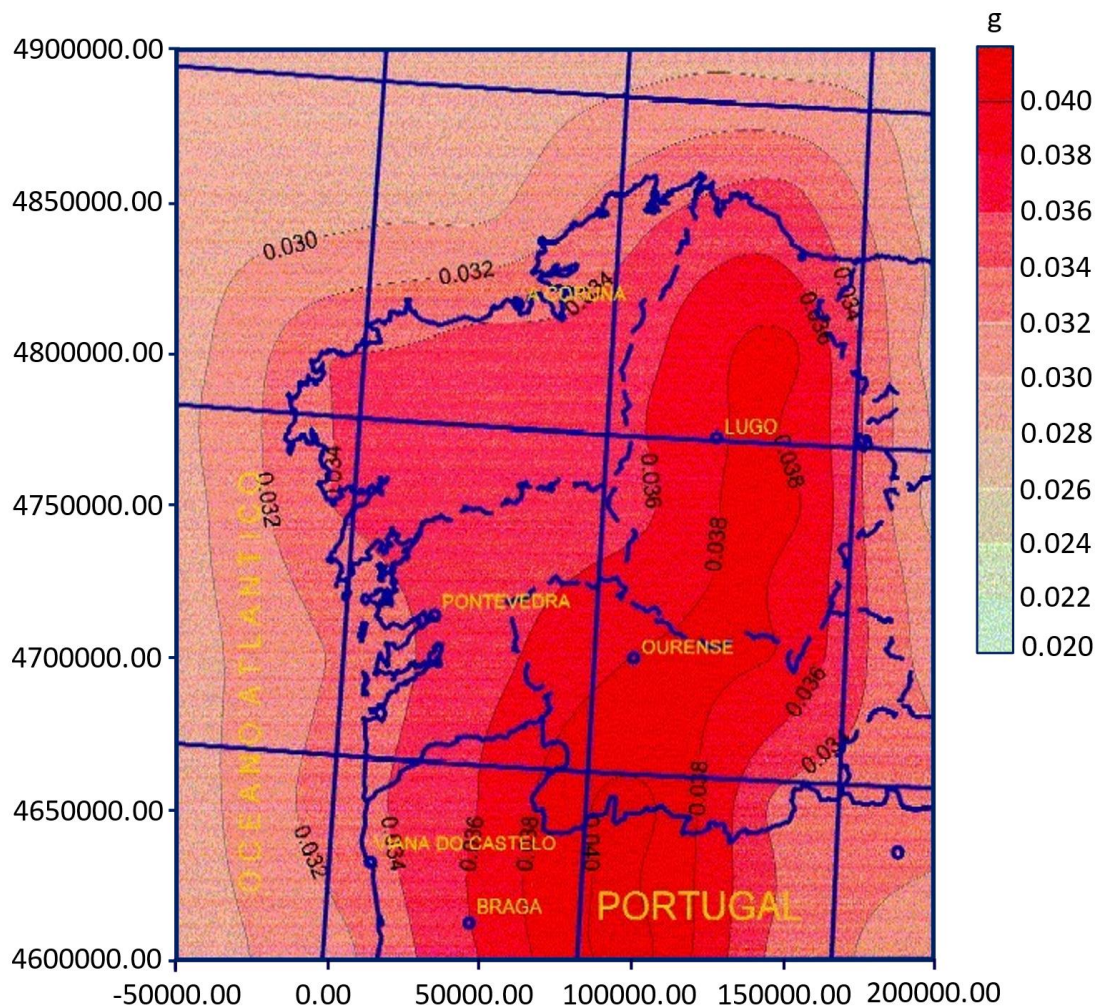




**Figura 3.1.** Mapa de peligrosidad sísmica en la NCSE-94

### 3.2. PELIGROSIDAD SÍSMICA SEGÚN LA NCSE-02.

Los valores de la peligrosidad sísmica en el noroeste de la Península Ibérica según lo estipulado en la NCSE-02, también para un periodo de retorno de 500 años, se muestran en la Figura 3.2. Concretamente, en ella se tiene en cuenta la actividad sísmica ocurrida durante el periodo de 1983-1998. Además, se ha considerado una nueva subdivisión sismotectónica, resultado del análisis tanto del estado de esfuerzos como de la interpretación realizada con la información magnética. El resultado presentado, aunque muestra una distribución diferente a la presentada en la Norma NCSE-94, está dentro de las acciones establecidas por dicha norma, tal como se esperaba. Sin embargo, ahora los valores de aceleración sísmica básica resultantes están más cercanos al mínimo establecido por la norma.



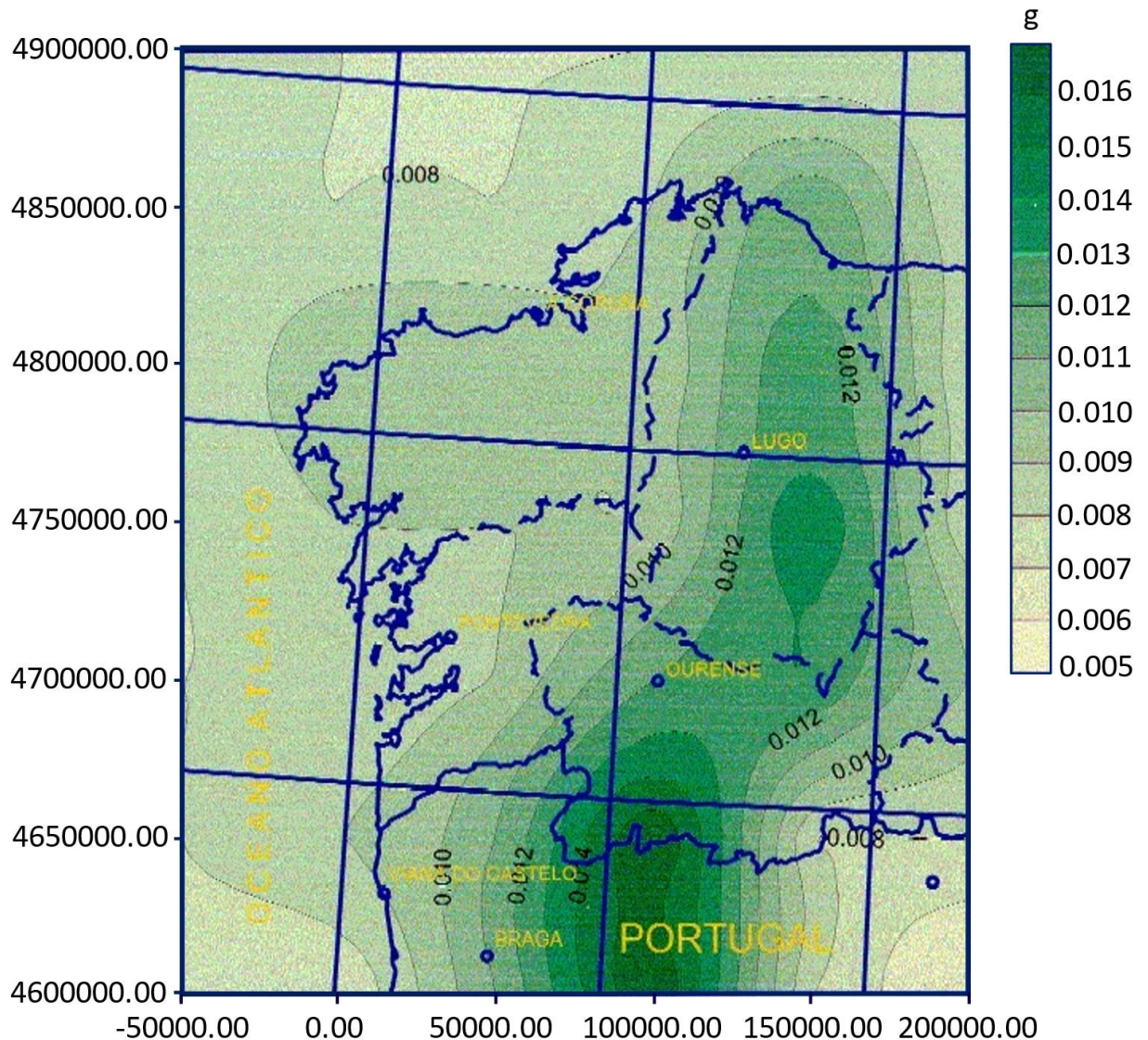
**Figura 3.2.** Mapa de peligrosidad sísmica en la NCSE-02

Estos resultados permitieron establecer una nueva distribución de la peligrosidad sísmica en Galicia, evidenciando diferencias significativas en el parámetro de la aceleración sísmica

básica entre distintas regiones (Rueda y Mezcua, 2001). En esta actualización de 2002, se ha logrado reevaluar tanto la ubicación epicentral como la intensidad máxima asignada a los eventos sísmicos. Del mismo modo, se llevó a cabo una reevaluación del periodo instrumental de la actividad, tomando en consideración datos desde el año 1960.

Asimismo, es especialmente destacable para este período la formación de la isosista correspondiente al terremoto del 21 de mayo de 1997, que se ha identificado como el evento sísmico más significativo del siglo XX y posiblemente de la historia sísmica reciente de la zona. En un número suficiente de estaciones, se ha podido determinar la polaridad del primer movimiento, lo que ha permitido identificar un mecanismo de falla de empuje que actúa sistemáticamente en la zona de Sarria y es responsable de la actividad sísmica tan importante en esta área. Dado que este tipo de falla, sobre todo a la profundidad en la que ocurre la actividad, no puede ser modelizada utilizando los procesos tectónicos presentes en la zona, se ha intentado verificarla mediante otros métodos geofísicos. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio aeromagnético de la zona y, mediante la técnica de deconvolución de Euler, Socías (comunicación personal), se han obtenido las fuentes magnéticas responsables, respaldando los modelos estructurales propuestos por otros autores que utilizaron estos datos aeromagnéticos. Como consecuencia de estos dos tipos de datos y los modelos estructurales obtenidos a través de la sísmica de refracción, Cordoba et al. (1987), se ha logrado efectuar una zonificación sismogénica que se puede aplicar para determinar la peligrosidad sísmica. Esta zonificación ha permitido aislar la actividad física en la zona oriental de Galicia y asociarla con una estructura geológica importante y relativamente bien definida. Esto ha llevado a que la peligrosidad en esta zona sea más importante que la que cabría esperar con la zonificación empleada en la NCSE-94. Estas diferencias se han representado en el mapa de la figura 3.3.

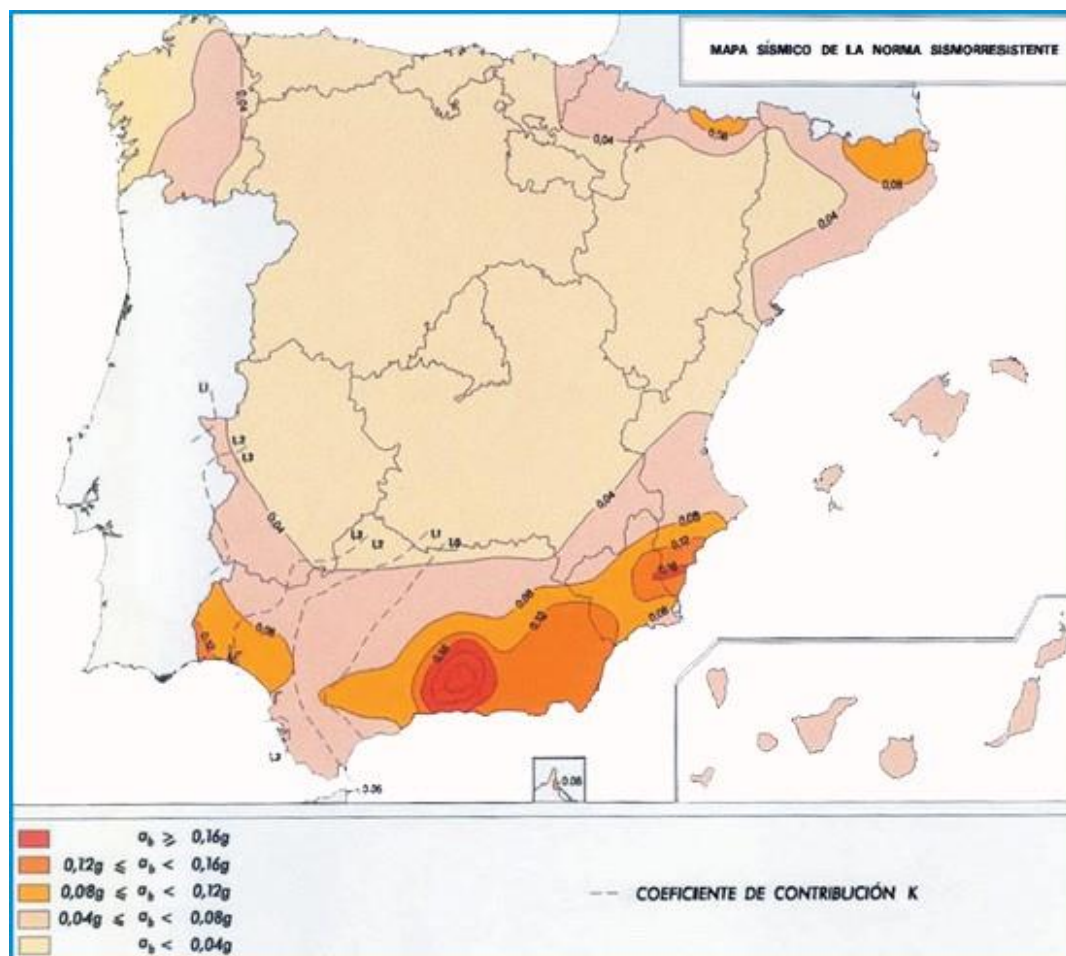




**Figura 3.3.** Diferencias en la aceleración sísmica básica, en unidades de g entre la peligrosidad sísmica de la NCSE-94 y la NCSE-02

Es evidente que las mayores diferencias se producen en las provincias de Lugo y Ourense con valores entre 0,014-0,016 g y que su distribución refleja la nueva compartimentación utilizada. Los eventos sísmicos en Galicia han permitido un detallado análisis del estado de esfuerzos y las estructuras subyacentes. Se identificó un modelo sismotectónico en la zona oriental, una falla inversa de empuje que se curva de NE-SO en el norte a NO-SE en el sur, bajo el Manto de Mondoñedo a unos 15 km de profundidad, sin manifestación en la superficie. La modelización magnética en 2D y 3D permitió identificarla y definir su extensión.

Con base en el conocimiento de las tensiones y la revisión de la sismicidad, se estableció una zonificación sísmica para el noroeste de la Península Ibérica expuesto en la NCSE-02 (Figura 3.4)



**Figura 3.4.** Mapa de peligrosidad sísmica de la Península Ibérica en la NCSE-02

### 3.3. PELIGROSIDAD SÍSMICA PROPUESTA EN EL ESTUDIO DE ACTUALIZACIÓN DE MAPAS DE PELIGROSIDAD SÍSMICA DE ESPAÑA 2012 (IGN 2013)

En las últimas dos décadas, la metodología PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Assessment) se ha vuelto prevalente en el estudio de riesgos sísmicos. PSHA se utiliza para calcular la probabilidad de eventos sísmicos en diferentes ubicaciones, considerando la incertidumbre inherente al proceso debido a la falta de conocimiento de los modelos reales que gobiernan el fenómeno.

Dicha metodología surge al considerar que el cálculo de la peligrosidad requiere asumir ciertas hipótesis para cuantificar la influencia de la fuente y del medio por el que se propagan las ondas, por lo que el proceso global de cálculo conlleva numerosas incertidumbres que derivan en un alto grado de dispersión en los resultados. Entre las posibles hipótesis, si se asume que la sismicidad sigue un modelo de Poisson, entonces el movimiento del suelo en una ubicación dada también puede considerarse un proceso poissoniano. Esto permite estimar la aceleración pico del suelo (PGA) para una probabilidad anual de excedencia o un período de retorno preestablecido en varios puntos de un territorio, con el objetivo de crear mapas de peligrosidad en términos de PGA para esa probabilidad o período de retorno.

En este sentido, las normativas de diseño sísmico generalmente adoptan un período de exposición de cincuenta años, y la probabilidad de excedencia  $P$  del movimiento depende de la importancia de la estructura. Por ejemplo, en el Eurocódigo 8 (EC-8), se considera una probabilidad de excedencia del 10% durante un período de exposición de cincuenta años para estructuras de importancia normal, lo que equivale a un período de retorno de 475 años.

Los valores de los parámetros de diseño aumentan a medida que se incrementa el período de retorno, lo que resulta en un diseño más conservador. Por ejemplo, en el caso de presas de categoría A en áreas de sismicidad moderada o alta, se requiere un espectro de diseño asociado a un sismo extremo (con un período de retorno de 1.000 años) y una comprobación para un sismo aún más extremo (con un período de retorno de 3.000 a 5.000 años) de acuerdo con los reglamentos técnicos de seguridad de presas y embalses.

Por otro lado, los resultados derivados de este análisis de riesgo no pueden ser directamente cotejados con el mapa de riesgo sísmico incorporado en la normativa de construcción sísmica vigente, la NCSE-02 (Real Decreto 997/2002, del 27 de septiembre). En dicha norma, el mapa establece la evaluación del riesgo en el área para un período de retorno de 500 años, tomando como base el valor de la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) y el coeficiente de contribución ( $K$ ).

Para poder considerar esta propuesta válida, es crucial tener en cuenta que la Norma NCSE-02 en el apartado 1.2.1 establece lo siguiente:

*El proyectista o director de obra podrá adoptar, bajo su responsabilidad, criterios distintos a los que se establecen en esta Norma, siempre que el nivel de seguridad y de servicio de la construcción no sea inferior al fijado por la Norma, debiéndolo reflejar en el proyecto.*

Esto permite hacer uso del mapa de peligrosidad de la actualización del 2012, PGA (Periodo de retorno (TR) de 475), para llevar a cabo el cálculo de las acciones sísmicas. Según dicha actualización, es recomendable que en los cálculos con las normas NCSE-02 y NCSP-07 se reemplace la aceleración sísmica básica proporcionada dada para el emplazamiento de la estructura, por la aceleración máxima correspondiente del suelo dada por este nuevo mapa, siempre que el valor de la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , resulte superior, ya que con ello se habrá incrementado la seguridad.

La aceleración de referencia se encuentra especificada en las normas NCSE-02 y NCSP-07 como la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) (NCSE-02, art. 2.1). Esta aceleración de referencia ( $a_r$ ), en combinación con el coeficiente de riesgo ( $r$ ) y el coeficiente del terreno ( $C$ ), tiene un efecto condicionante sobre el coeficiente de amplificación del terreno ( $S$ ), con el que se determina la aceleración de cálculo (definida en NCSE-02, art. 2.2).

En consecuencia, al considerar la PGA (TR = 475) del nuevo mapa como la aceleración de referencia, referenciada a un tipo de suelo I, el nuevo coeficiente de amplificación del terreno  $S$  vendrá dado (siguiendo lo establecido en la NCSE) por los siguientes valores:

Para  $r \cdot a_r \leq 0.1 \text{ g}$ :

$$S = C$$

Para  $0.1 \text{ g} < r \cdot a_r < 0.4 \text{ g}$

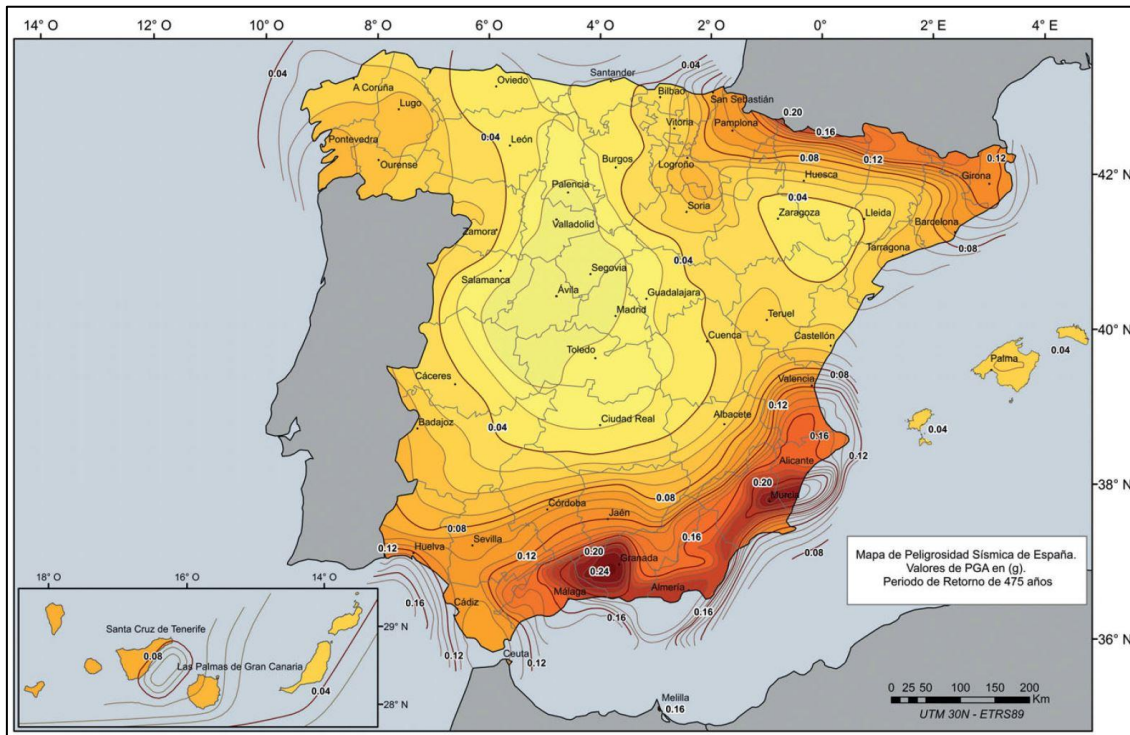
$$S = 1 + 3.33(1-C) [(r \cdot a_r/g)-0.4]$$

Para  $0.4 \text{ g} \leq r \cdot a_r$

$$S = 1.0$$

La actualización del coeficiente de ampliación del terreno ( $S$ ), provoca una alteración sustancial en la aceleración de referencia del nuevo mapa de peligrosidad sísmica propuesto en el estudio de Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012 (IGN 2013) (Figura 3.5.).





**Figura 3.5.** Mapa de peligrosidad sísmica para un período de retorno de 475 años (IGN, 2013)

En rasgos generales, en la actualización del nuevo mapa se puede observar que la aceleración pico del terreno (PGA) ha aumentado en el territorio gallego si comparamos ambos mapas. Destaca especialmente el caso de la provincia de Pontevedra, particularmente en su parte suroeste, donde la aceleración sísmica ha experimentado un aumento significativo con respecto al mapa de la NCSE-02 (Figura 3.4), pasando de valores inferiores a 0.04g a valores de 0.07g.

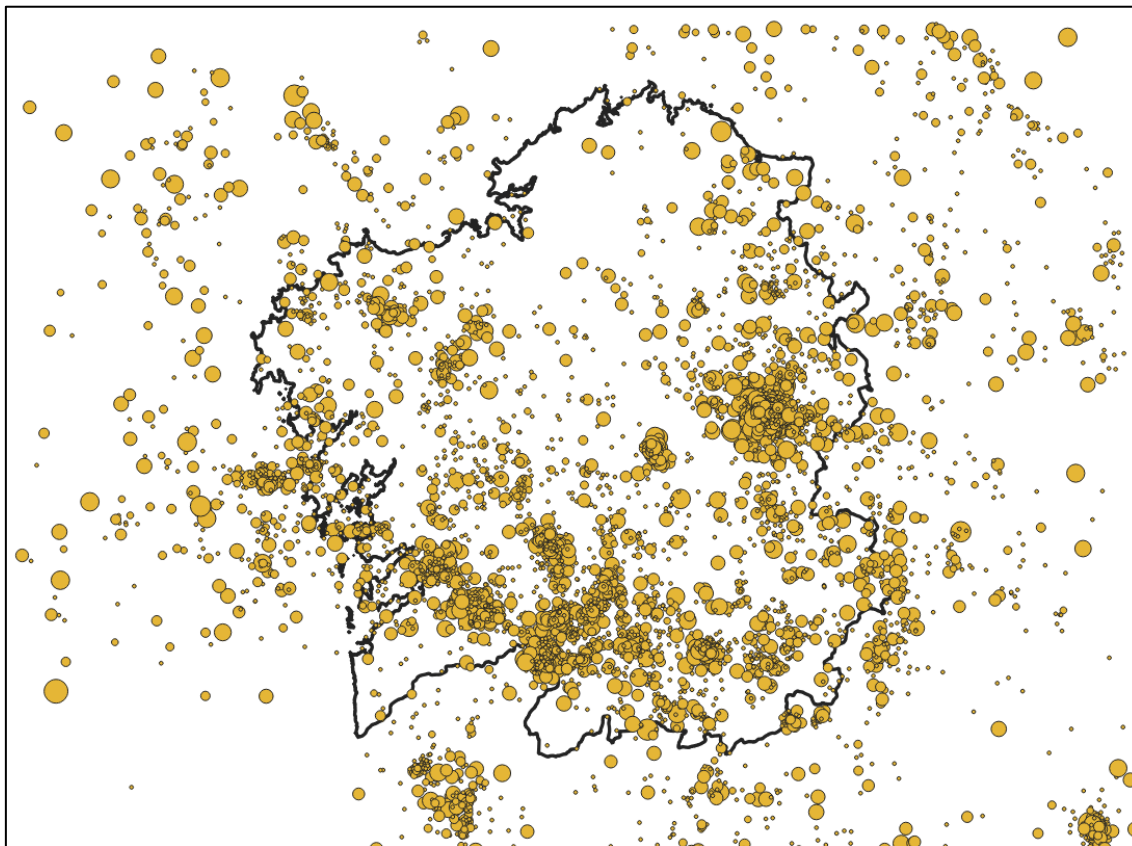
## 4. CATÁLOGO DE SISMICIDAD

Según los datos recopilados del Catálogo Sísmico, se puede afirmar es de gran importancia la instalación del observatorio de Santiago de Compostela (STS) en el año 1971, ya que a partir de ese momento se comenzó a registrar la actividad sísmica cercana para magnitudes intermedias. Sin embargo, fue en la década de 1980, con la implementación, por parte del IGN, de la nueva Red Sísmica (Mezcua, 1991) cuando se produjo un gran avance en el registro de la actividad sísmica en Galicia (Figura 4.1.).



**Figura 4.1.** Red de alerta sísmica del IGN, 2024

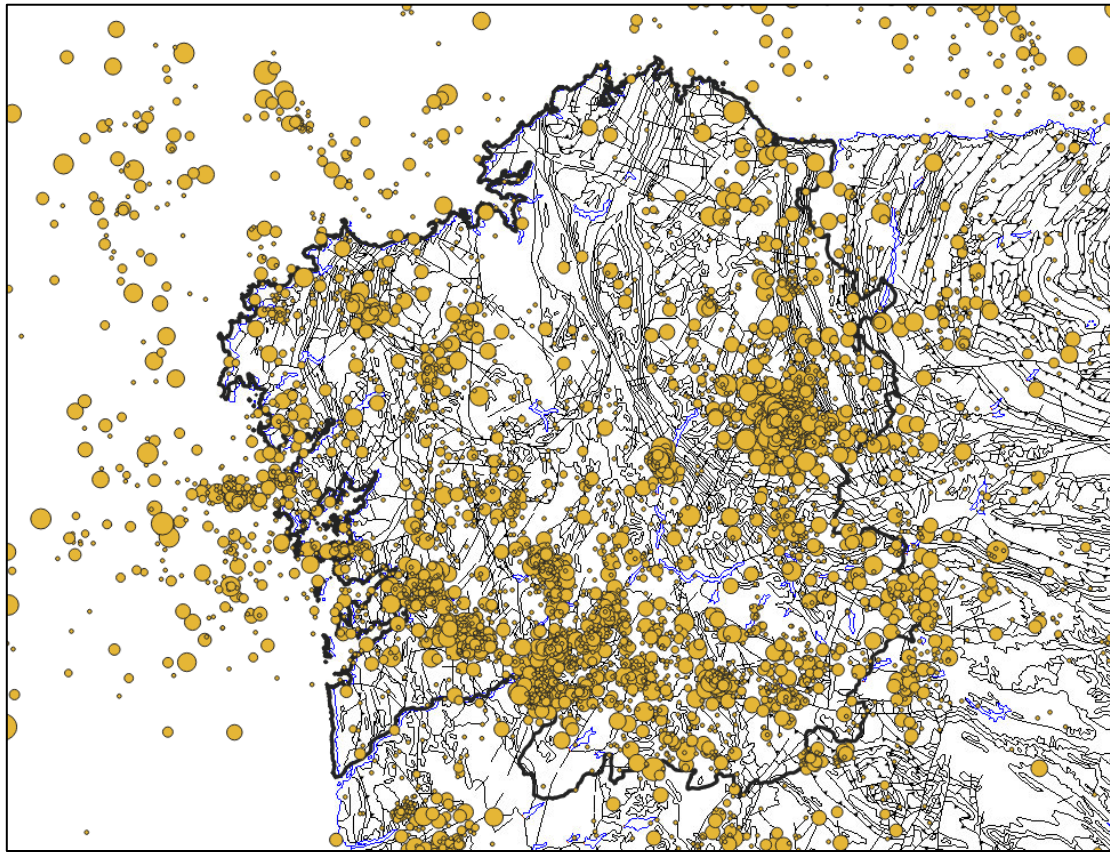
Asimismo, observando la densidad de sismos registrados desde 1960 hasta la actualidad es posible poder llegar a correlacionar un mayor número de sismos en aquellas zonas de Galicia con mayor número de estaciones de medida (Figura 4.2).



**Figura 4.2.** Mapa de sismos instrumentales de Galicia (epicentros)

No obstante, en la Figura 4.3. las principales estructuras tectónicas y fracturas se superponen con el mapa de sismos históricos para su análisis. Concretamente, en los episodios sísmicos registrados en Galicia se han identificado tres tipos de mecanismos focales:

- Falla normal con eje de presión vertical y plano de falla muy vertical también, orientado en dirección NO-SE. Registro más importante detectado el 15 de abril de 1994 de magnitud 4,1. De este tipo son los episodios sísmicos que se producen en la zona de Mondoñedo.
- Falla inversa con eje de presión orientado en dirección SE-NO. Registro más destacado en mayo de 1997, de magnitud 5,3.
- Falla de desgarre con eje de presión orientado en dirección SSE-NNO. Registros relevantes el 29 de noviembre y 24 de diciembre de 1995, ambos con una magnitud de 4,6.



**Figura 4.3.** Sismicidad instrumental y estructuras tectónicas de Galicia

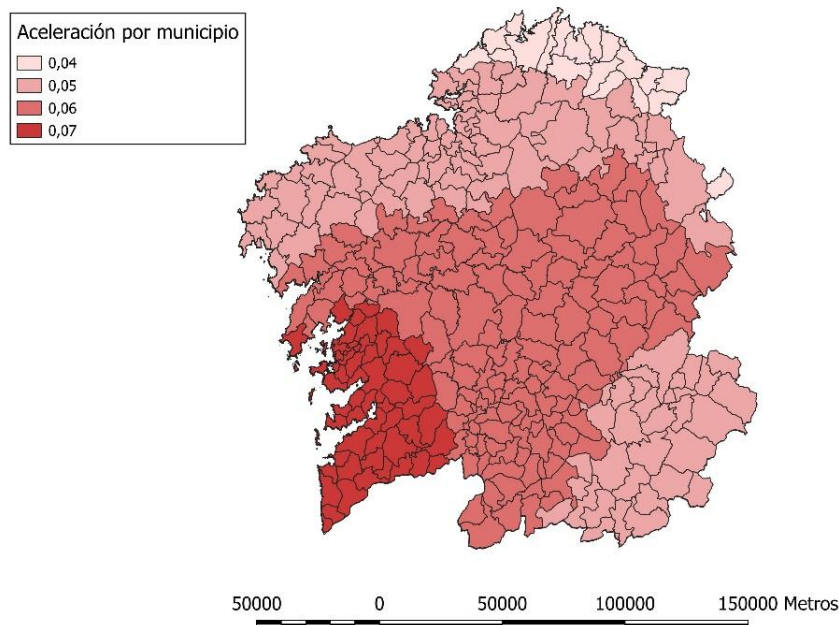
Sin embargo, la débil correlación entre los sismos instrumentales registrados y las fallas cartografiadas es posible interpretarla de dos maneras. Por un lado, puede ser resultado de que el registro detallado de la sismicidad con ubicaciones hipocentrales sea relativamente reciente y se encuentre principalmente circunscrito en la zona oriental y sur de Galicia. Por otro lado, las estructuras responsables de la sismicidad no tienen representación superficial.



## 5. RESULTADOS OBTENIDOS

### 5.1. MAPA DE ACELERACIONES POR MUNICIPIOS

Trasladando los valores de aceleración a cada municipio de Galicia, se genera un mapa de aceleraciones por municipio, el cual se muestra en la figura 5.1.

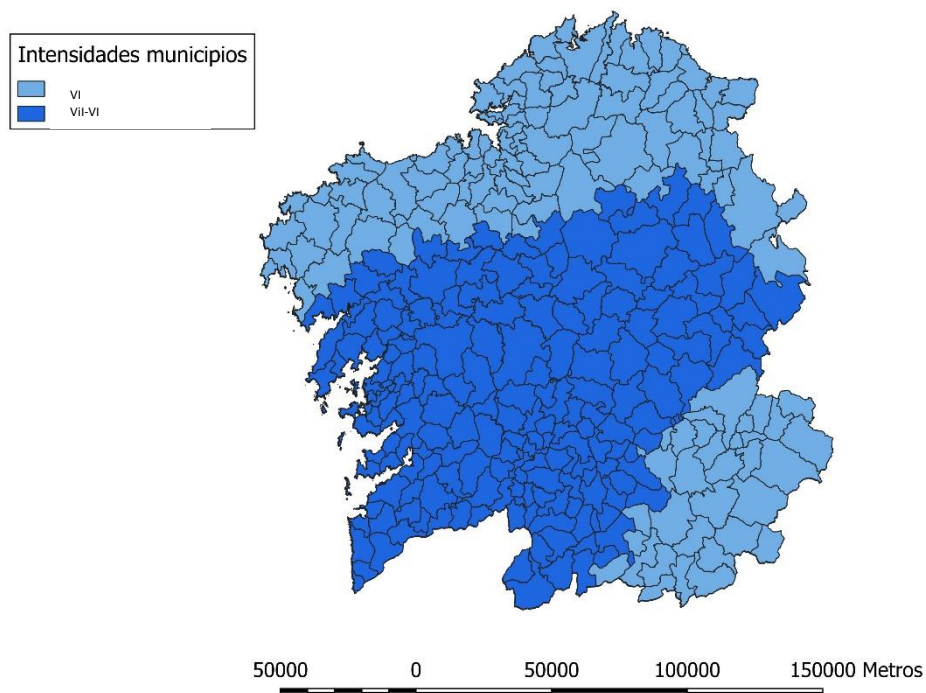


**Figura 5.1.** Mapa de aceleraciones por municipios

### 5.2. MAPA DE INTENSIDADES POR MUNICIPIOS

A continuación, para obtener el mapa de intensidades por municipios de Galicia se emplea la relación existente entre la aceleración de referencia y la intensidad propuesta en la Norma de la Construcción Sismorresistente (Figura 5.2).

Los valores de estas intensidades varían desde VI hasta VII, según la escala de intensidades EMS-98, diferenciándose claramente dos zonas, correspondiendo la más oscura de ellas (intensidades de valor entre 6.6 y 7) con los municipios donde se han registrado más actividad sísmica en los últimos años.



**Figura 5.2.** Mapa de intensidades reales por municipios

## 6. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE GALICIA

En la Tabla 1 se presenta el listado de municipios gallegos con su correspondiente código municipal, superficie, e intensidad asignada a cada unidad administrativa.

**Tabla 1.** Clasificación sísmica de Galicia: Aceleración e intensidad por municipios.

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
15001	Abegondo	A Coruña	0.05	Menor a VII
15002	Ames	A Coruña	0.06	VI-VII
15003	Aranga	A Coruña	0.05	menor a VII
15004	Ares	A Coruña	0.05	menor a VII
15005	Arteixo	A Coruña	0.05	VI
15006	Arzúa	A Coruña	0.06	VI-VII
15007	Baña	A Coruña	0.06	VI-VII
15008	Bergondo	A Coruña	0.05	menor a VII
15009	Betanzos	A Coruña	0.05	menor a VII
15010	Boimorto	A Coruña	0.06	VI-VII
15011	Boiro	A Coruña	0.06	VI-VII
15012	Boqueixón	A Coruña	0.06	VI-VII
15013	Brión	A Coruña	0.06	VI-VII
15014	Cabana de Bergantiños	A Coruña	0.05	menor a VII
15015	Cabanas	A Coruña	0.05	menor a VII
15016	Camariñas	A Coruña	0.05	menor a VII
15017	Cambre	A Coruña	0.05	menor a VII
15018	Capela	A Coruña	0.05	menor a VII
15019	Carballo	A Coruña	0.05	menor a VII
15020	Carnota	A Coruña	0.05	menor a VII
15021	Carral	A Coruña	0.05	menor a VII
15022	Cedeira	A Coruña	0.04	menor a VII



<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
15023	Cee	A Coruña	0.05	menor a VII
15024	Cerceda	A Coruña	0.05	menor a VII
15025	Cerdido	A Coruña	0.04	menor a VII
15026	Oza-Cesuras	A Coruña	0.05	menor a VII
15027	Coirós	A Coruña	0.05	menor a VII
15028	Corcubión	A Coruña	0.05	menor a VII
15029	Coristanco	A Coruña	0.05	menor a VII
15030	A Coruña	A Coruña	0.05	menor a VII
15031	Culleredo	A Coruña	0.05	menor a VII
15032	Curtis	A Coruña	0.05	menor a VII
15033	Dodro	A Coruña	0.06	VI-VII
15034	Dumbría	A Coruña	0.05	menor a VII
15035	Fene	A Coruña	0.05	menor a VII
15036	Ferrol	A Coruña	0.05	menor a VII
15037	Fisterra	A Coruña	0.05	menor a VII
15038	Frades	A Coruña	0.06	VI-VII
15039	Irixoa	A Coruña	0.05	menor a VII
15040	Laxe	A Coruña	0.05	menor a VII
15041	A Laracha	A Coruña	0.05	menor a VII
15042	Lousame	A Coruña	0.06	VI-VII
15043	Malpica de Bergantiños	A Coruña	0.05	menor a VII
15044	Mañón	A Coruña	0.04	menor a VII
15045	Mazaricos	A Coruña	0.05	menor a VII
15046	Melide	A Coruña	0.06	VI-VII
15047	Mesía	A Coruña	0.05	menor a VII
15048	Miño	A Coruña	0.05	menor a VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
15049	Moeche	A Coruña	0.05	menor a VII
15050	Monfero	A Coruña	0.05	menor a VII
15051	Mugardos	A Coruña	0.05	menor a VII
15052	Muxía	A Coruña	0.05	menor a VII
15053	Muros	A Coruña	0.06	VI-VII
15054	Narón	A Coruña	0.05	menor a VII
15055	Neda	A Coruña	0.05	menor a VII
15056	Negreira	A Coruña	0.06	VI-VII
15057	Noia	A Coruña	0.06	VI-VII
15058	Oleiros	A Coruña	0.05	menor a VII
15059	Ordes	A Coruña	0.05	menor a VII
15060	Oroso	A Coruña	0.06	VI-VII
15061	Ortigueira	A Coruña	0.04	menor a VII
15062	Outes	A Coruña	0.06	VI-VII
15064	Paderne	A Coruña	0.05	menor a VII
15065	Padrón	A Coruña	0.06	VI-VII
15066	O Pino	A Coruña	0.06	VI-VII
15067	A Pobra do Caramiñal	A Coruña	0.06	VI-VII
15068	Ponteceso	A Coruña	0.05	menor a VII
15069	Pontedeume	A Coruña	0.05	menor a VII
15070	As Pontes de García Rodríguez	A Coruña	0.05	menor a VII
15071	Porto do Son	A Coruña	0.06	VI-VII
15072	Rianxo	A Coruña	0.07	VI-VII
15073	Ribeira	A Coruña	0.07	VI-VII
15074	Roís	A Coruña	0.06	VI-VII
15075	Sada	A Coruña	0.05	menor a VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
15076	San Sadurniño	A Coruña	0.05	menor a VII
15077	Santa Comba	A Coruña	0.05	menor a VII
15078	Santiago de Compostela	A Coruña	0.06	VI-VII
15079	Santiso	A Coruña	0.06	VI-VII
15080	Sobrado	A Coruña	0.06	VI-VII
15081	As Somozas	A Coruña	0.05	menor a VII
15082	Teo	A Coruña	0.06	VI-VII
15083	Toques	A Coruña	0.06	VI-VII
15084	Tordoia	A Coruña	0.05	menor a VII
15085	Touro	A Coruña	0.06	VI-VII
15086	Trazo	A Coruña	0.06	VI-VII
15087	Valdoviño	A Coruña	0.04	menor a VII
15088	Val do Dubra	A Coruña	0.05	menor a VII
15089	Vedra	A Coruña	0.06	VI-VII
15090	Vilasantar	A Coruña	0.05	menor a VII
15091	Vilarmador	A Coruña	0.05	menor a VII
15092	Vimianzo	A Coruña	0.05	menor a VII
15093	Zas	A Coruña	0.05	menor a VII
15901	Cariño	A Coruña	0.04	menor a VII
27001	Abadín	Lugo	0.05	menor a VII
27002	Alfoz	Lugo	0.04	menor a VII
27003	Antas de Ulla	Lugo	0.06	VI-VII
27004	Baleira	Lugo	0.06	VI-VII
27005	Barreiros	Lugo	0.04	menor a VII
27006	Becerreá	Lugo	0.06	VI-VII
27007	Begonte	Lugo	0.06	VI-VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
27008	Bóveda	Lugo	0.06	VI-VII
27009	Carballedo	Lugo	0.06	VI-VII
27010	Castro de Rei	Lugo	0.06	VI-VII
27011	Castroverde	Lugo	0.06	VI-VII
27012	Cervantes	Lugo	0.06	VI-VII
27013	Cervo	Lugo	0.04	menor a VII
27014	O Corgo	Lugo	0.06	VI-VII
27015	Cospeito	Lugo	0.05	menor a VII
27016	Chantada	Lugo	0.06	VI-VII
27017	Folgoso do Courel	Lugo	0.06	VI-VII
27018	A Fonsagrada	Lugo	0.05	menor a VII
27019	Foz	Lugo	0.04	menor a VII
27020	Friol	Lugo	0.06	VI-VII
27021	Xermade	Lugo	0.05	menor a VII
27022	Guitiriz	Lugo	0.05	menor a VII
27023	Guntín	Lugo	0.06	VI-VII
27024	O Incio	Lugo	0.06	VI-VII
27025	Xove	Lugo	0.04	menor a VII
27026	Láncara	Lugo	0.06	VI-VII
27027	Lourenzá	Lugo	0.04	menor a VII
27028	Lugo	Lugo	0.06	VI-VII
27029	Meira	Lugo	0.05	menor a VII
27030	Mondoñedo	Lugo	0.05	menor a VII
27031	Monforte de Lemos	Lugo	0.06	VI-VII
27032	Monterroso	Lugo	0.06	VI-VII
27033	Muras	Lugo	0.05	menor a VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
27034	Navia de Suarna	Lugo	0.05	menor a VII
27035	Negueira de Muñiz	Lugo	0.04	menor a VII
27037	As Nogais	Lugo	0.06	VI-VII
27038	Ourol	Lugo	0.04	menor a VII
27039	Outeiro de Rei	Lugo	0.06	VI-VII
27040	Palas de Rei	Lugo	0.06	VI-VII
27041	Pantón	Lugo	0.06	VI-VII
27042	Paradela	Lugo	0.06	VI-VII
27043	O Páramo	Lugo	0.06	VI-VII
27044	A Pastoriza	Lugo	0.05	menor a VII
27045	Pedrafita do Cebreiro	Lugo	0.06	VI-VII
27046	Pol	Lugo	0.06	VI-VII
27047	A Pobra do Brollón	Lugo	0.06	VI-VII
27048	A Pontenova	Lugo	0.05	menor a VII
27049	Portomarín	Lugo	0.06	VI-VII
27050	Quiroga	Lugo	0.05	menor a VII
27051	Ribadeo	Lugo	0.04	menor a VII
27052	Ribas de Sil	Lugo	0.05	menor a VII
27053	Ribeira de Piquín	Lugo	0.05	menor a VII
27054	Riotorto	Lugo	0.05	menor a VII
27055	Samos	Lugo	0.06	VI-VII
27056	Rábade	Lugo	0.06	VI-VII
27057	Sarria	Lugo	0.06	VI-VII
27058	O Saviñao	Lugo	0.06	VI-VII
27059	Sober	Lugo	0.06	VI-VII
27060	Taboada	Lugo	0.06	VI-VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
27061	Trabada	Lugo	0.04	menor a VII
27062	Triacastela	Lugo	0.06	VI-VII
27063	O Valadouro	Lugo	0.04	menor a VII
27064	O Vicedo	Lugo	0.04	menor a VII
27065	Vilalba	Lugo	0.05	menor a VII
27066	Viveiro	Lugo	0.04	menor a VII
27901	Baralla	Lugo	0.06	VI-VII
27902	Burela	Lugo	0.04	menor a VII
32001	Allariz	Ourense	0.06	VI-VII
32002	Amoeiro	Ourense	0.06	VI-VII
32003	A Arnoia	Ourense	0.06	VI-VII
32004	Avión	Ourense	0.06	VI-VII
32005	Baltar	Ourense	0.05	menor a VII
32006	Bande	Ourense	0.06	VI-VII
32007	Baños de Molgas	Ourense	0.06	VI-VII
32008	Barbadás	Ourense	0.06	VI-VII
32009	O Barco de Valdeorras	Ourense	0.05	menor a VII
32010	Beade	Ourense	0.06	VI-VII
32011	Beariz	Ourense	0.06	VI-VII
32012	Os Blancos	Ourense	0.06	VI-VII
32013	Boborás	Ourense	0.06	VI-VII
32014	A Bola	Ourense	0.06	VI-VII
32015	O Bolo	Ourense	0.05	menor a VII
32016	Calvos de Randín	Ourense	0.06	VI-VII
32017	Carballada de Valdeorras	Ourense	0.05	menor a VII
32018	Carballada de Avia	Ourense	0.06	VI-VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
32019	O Carballiño	Ourense	0.06	VI-VII
32020	Cartelle	Ourense	0.06	VI-VII
32021	Castrelo do Val	Ourense	0.05	menor a VII
32022	Castrelo de Miño	Ourense	0.06	VI-VII
32023	Castro Caldelas	Ourense	0.05	menor a VII
32024	Celanova	Ourense	0.06	VI-VII
32025	Cenlle	Ourense	0.06	VI-VII
32026	Coles	Ourense	0.06	VI-VII
32027	Cortegada	Ourense	0.06	VI-VII
32028	Cualedro	Ourense	0.05	menor a VII
32029	Chandrexa de Queixa	Ourense	0.05	menor a VII
32030	Entrimo	Ourense	0.06	VI-VII
32031	Esgos	Ourense	0.06	VI-VII
32032	Xinzo de Limia	Ourense	0.06	VI-VII
32033	Gomesende	Ourense	0.06	VI-VII
32034	A Gudiña	Ourense	0.05	menor a VII
32035	O Irixo	Ourense	0.06	VI-VII
32036	Xunqueira de Ambía	Ourense	0.06	VI-VII
32037	Xunqueira de Espadanedo	Ourense	0.06	VI-VII
32038	Larouco	Ourense	0.05	menor a VII
32039	Laza	Ourense	0.05	menor a VII
32040	Leiro	Ourense	0.06	VI-VII
32041	Lobeira	Ourense	0.06	VI-VII
32042	Lobios	Ourense	0.06	VI-VII
32043	Maceda	Ourense	0.06	VI-VII
32044	Manzaneda	Ourense	0.05	menor a VII



<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
32045	Maside	Ourense	0.06	VI-VII
32046	Melón	Ourense	0.06	VI-VII
32047	A Merca	Ourense	0.06	VI-VII
32048	A Mezquita	Ourense	0.05	menor a VII
32049	Montederramo	Ourense	0.05	menor a VII
32050	Monterrei	Ourense	0.05	menor a VII
32051	Muíños	Ourense	0.06	VI-VII
32052	Nogueira de Ramuín	Ourense	0.06	VI-VII
32053	Oímbra	Ourense	0.05	menor a VII
32054	Ourense	Ourense	0.06	VI-VII
32055	Paderne de Allariz	Ourense	0.06	VI-VII
32056	Padrenda	Ourense	0.06	VI-VII
32057	Parada de Sil	Ourense	0.06	VI-VII
32058	O Pereiro de Aguiar	Ourense	0.06	VI-VII
32059	A Peroxa	Ourense	0.06	VI-VII
32060	Petín	Ourense	0.05	menor a VII
32061	Piñor	Ourense	0.06	VI-VII
32062	Porqueira	Ourense	0.06	VI-VII
32063	A Pobra de Trives	Ourense	0.05	menor a VII
32064	Pontedeva	Ourense	0.06	VI-VII
32065	Punxín	Ourense	0.06	VI-VII
32066	Quintela de Leirado	Ourense	0.06	VI-VII
32067	Rairiz de Veiga	Ourense	0.06	VI-VII
32068	Ramirás	Ourense	0.06	VI-VII
32069	Ribadavia	Ourense	0.06	VI-VII
32070	San Xoán de Río	Ourense	0.05	menor a VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
32071	Ríós	Ourense	0.05	menor a VII
32072	A Rúa	Ourense	0.05	menor a VII
32073	Rubiá	Ourense	0.05	menor a VII
32074	San Amaro	Ourense	0.06	VI-VII
32075	San Cibrao das Viñas	Ourense	0.06	VI-VII
32076	San Cristovo de Cea	Ourense	0.06	VI-VII
32077	Sandiás	Ourense	0.06	VI-VII
32078	Sarreaus	Ourense	0.05	menor a VII
32079	Taboadela	Ourense	0.06	VI-VII
32080	ATeixeira	Ourense	0.05	VI
32081	Toén	Ourense	0.06	VI-VII
32082	Trasmiras	Ourense	0.05	menor a VII
32083	AVEiga	Ourense	0.05	menor a VII
32084	Verea	Ourense	0.06	VI-VII
32085	Verín	Ourense	0.05	menor a VII
32086	Viana do Bolo	Ourense	0.05	menor a VII
32087	Vilamarín	Ourense	0.06	VI-VII
32088	Vilamartín de Valdeorras	Ourense	0.05	menor a VII
32089	Vilar de Barrio	Ourense	0.06	VI-VII
32090	Vilar de Santos	Ourense	0.06	VI-VII
32091	Vilardevós	Ourense	0.05	menor a VII
32092	Vilariño de Conso	Ourense	0.05	menor a VII
36001	Arbo	Pontevedra	0.07	VI-VII
36002	Barro	Pontevedra	0.07	VI-VII
36003	Baiona	Pontevedra	0.07	VI-VII
36004	Bueu	Pontevedra	0.07	VI-VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
36005	Caldas de Reis	Pontevedra	0.07	VI-VII
36006	Cambados	Pontevedra	0.07	VI-VII
36007	Campo Lameiro	Pontevedra	0.07	VI-VII
36008	Cangas	Pontevedra	0.07	VI-VII
36009	A Cañiza	Pontevedra	0.07	VI-VII
36010	Catoira	Pontevedra	0.07	VI-VII
36011	Cerdedo -Cotobade	Pontevedra	0.07	VI-VII
36013	Covelo	Pontevedra	0.07	VI-VII
36014	Crecente	Pontevedra	0.06	VI-VII
36015	Cuntis	Pontevedra	0.07	VI-VII
36016	Dozón	Pontevedra	0.06	VI-VII
36017	A Estrada	Pontevedra	0.06	VI-VII
36018	Forcarei	Pontevedra	0.06	VI-VII
36019	Fornelos de Montes	Pontevedra	0.07	VI-VII
36020	Agolada	Pontevedra	0.06	VI-VII
36021	Gondomar	Pontevedra	0.07	VI-VII
36022	O Grove	Pontevedra	0.07	VI-VII
36023	A Guarda	Pontevedra	0.07	VI-VII
36024	Lalín	Pontevedra	0.06	VI-VII
36025	A Lama	Pontevedra	0.07	VI-VII
36026	Marín	Pontevedra	0.07	VI-VII
36027	Meaño	Pontevedra	0.07	VI-VII
36028	Meis	Pontevedra	0.07	VI-VII
36029	Moaña	Pontevedra	0.07	VI-VII
36030	Mondariz	Pontevedra	0.07	VI-VII
36031	Mondariz-Balneario	Pontevedra	0.07	VI-VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
36032	Moraña	Pontevedra	0.07	VI-VII
36033	Mos	Pontevedra	0.07	VI-VII
36034	As Neves	Pontevedra	0.07	VI-VII
36035	Nigrán	Pontevedra	0.07	VI-VII
36036	Oia	Pontevedra	0.07	VI-VII
36037	Pazos de Borbén	Pontevedra	0.07	VI-VII
36038	Pontevedra	Pontevedra	0.07	VI-VII
36039	O Porriño	Pontevedra	0.07	VI-VII
36040	Portas	Pontevedra	0.07	VI-VII
36041	Poio	Pontevedra	0.07	VI-VII
36042	Ponteareas	Pontevedra	0.07	VI-VII
36043	Ponte Caldelas	Pontevedra	0.07	VI-VII
36044	Pontecesures	Pontevedra	0.06	VI-VII
36045	Redondela	Pontevedra	0.07	VI-VII
36046	Ribadumia	Pontevedra	0.07	VI-VII
36047	Rodeiro	Pontevedra	0.06	VI-VII
36048	O Rosal	Pontevedra	0.07	VI-VII
36049	Salceda de Caselas	Pontevedra	0.07	VI-VII
36050	Salvaterra de Miño	Pontevedra	0.07	VI-VII
36051	Sanxenxo	Pontevedra	0.07	VI-VII
36052	Silleda	Pontevedra	0.06	VI-VII
36053	Soutomaior	Pontevedra	0.07	VI-VII
36054	Tomiño	Pontevedra	0.07	VI-VII
36055	Tui	Pontevedra	0.07	VI-VII
36056	Valga	Pontevedra	0.07	VI-VII
36057	Vigo	Pontevedra	0.07	VI-VII

<b>CODIGO MUNICIPAL</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>ACELERACIÓN TR=475 AÑOS</b>	<b>INTENSIDAD</b>
36058	Vilaboa	Pontevedra	0.07	VI-VII
36059	Vila de Cruces	Pontevedra	0.06	VI-VII
36060	Vilagarcía de Arousa	Pontevedra	0.07	VI-VII
36061	Vilanova de Arousa	Pontevedra	0.07	VI-VII
36901	A Illa de Arousa	Pontevedra	0.07	VI-VII

## 7. REFERENCIAS

**Aller, J., H.J. Zeyen, A. Pérez-Estaún, J.A. Pulgar y J.M. Parés (1994).** A 2.5D interpretation of the eastern Galicia magnetic anomaly (northwestern Spain): geodynamical implications. *Tectonophysics* 237, 201-213.

**Argus, D.F., R.G. Gordon, C. DeMets and S. Stein (1989).** Closure of the Africa-Eurasia-North America plate motion circuit and tectonics of the Gloria fault. *J. Geophys. Res.*, 94(B5), 5585-5602.

**Bender, B. y D.M. Perkins (1987).** SEISRISK III: A computer program for seismic hazard estimation. *U. S. Geological Survey Bulletin*. 1772, 48 pp.

**Campos-Costa, A.; Sousa, M. L. y Carvalho, A. (2008):** *Seismic zonation for portuguese national Annex of Eurocode 8*. The 14th World Conference

**Cordoba, D., E. Banda y J. Ansorgue (1987).** The Hercynian crust in northwestern Spain: a seismic survey. *Tectonophysics*, 132, 321-333.

**Dias, R.P. y J. Cabral (1991).** Neogene and Quaternary reactivation of the Ponsul river fault (Central Portugal). En *Seismicity, Seismotectonics and Seismic Risk of the Ibero-Maghrebian region*. Pub. IGN serie maonog. 8. Ed: J. Mezcua y A. Udias., 269-282.

**Fleta, J., Estruch, I. & Goula, X. (1998).** "Geotechnical Characterization for the regional assessment of seismic risk in Catalonia". Proc. Of the IV Meeting of Environmental and Engineering Geophysical Society (European Section). Barcelona, 609.702.

**García-Mayordomo, J.; Martínez-Díaz, J. J.; Capote, R.; Martín-Banda, R.; Insua-Arevalo, J. M.; Álvarez-Gómez, J. A.; Perea, H.; González, A.; Lafuente, P.; Martín-González, F.; Pérez-López, R.; Rodríguez-Pascua, M. A.; Giner-Robles, J.; Azanon, J. M.; Masana, E.; Moreno, X.; Benito, B.; Rivas, A.; Gaspar-Escribano, J. G.; Cabanas, L.; Vilanova, S.; Fonseca, J.; Nemser, E. y Baize, S. (2012a):** *Modelo de Zonas Sismogénicas para el Cálculo de la Peligrosidad Sísmica en España*. 7.a Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica, Donostia (España), 2012.

**García-Mayordomo, J.; Martín-Banda, R.; Insua-Arevalo, J. M.; Álvarez-Gómez, J. A.; Cabanas, L.; Cantavella, J. V.; Crespo, M. J.; Pereira Dias, R.; Moniz, C.; Pascual, G.; Alfageme, S. y Rodríguez-Escudero, E. (2012b):** *La Base de Datos de Fallas Activas Cuaternarias de Iberia (QAFI v.2): Características, Aplicaciones y Problemas*. 7.a Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica, Donostia (España), 2012.

**García-Mayordomo, J.; Insua-Arevalo, J. M.; Martínez-Díaz, J. J.; Jiménez-Díaz, A.; Martín-Banda, R.; Martín-Alfageme, S.; Álvarez-Gómez, J. A.; Rodríguez-Peces, M.; Pérez-López, R.; Rodríguez-Pascua, M. A.; Masana, E.; Perea, H.; Martín-González, F. Giner-Robles, J.; Nemser, E. S.; Cabral, J. y QAFI Compilers. (2012c):** «La Base de Datos de Fallas Activas en el Cuaternario de Iberia (QAFI v.2.0)». *Journal of Iberian Geology*, 38 (1), pp. 285-302.

**García-Mayordomo, J.; Martín-Alfageme, R.; Martín-Banda, R.; Insua-Arevalo, J. M.; Martínez-Díaz, J. J.; Jiménez-Díaz, A.; Rodríguez-Escudero, E.; Rodríguez-Peces, M. A.; Cabanas-Rodríguez, L. y Gaspar-Escribano J. M. (2012d):** *Seismogenic fault-source characterization in SE Spain: Implications for probabilistic seismic hazard assessment*. 15th World Conference of Earthquake Engineering, Lisboa.

**Giardini, D.; Grunthal, G.; Shedlock, K. y Zhang, P. (2003):** *The GSHAP Global Seismic Hazard Map* (Lee, W.; Kanamori, H. y Jennings, P., eds.). International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, IASPEI.

**Grunthal, G. (1998).** European Macroseismic Scale 1998. Conseil de l'Europe Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Vol. 15.

**IGME (1982).** Mapa Geológico de España E: 1:200.000, Lugo. *Inst. Geol. Min. Esp. Pub.* 122 pp.

**IGN (1998).** Catálogo Sísmico Nacional. *Instituto Geográfico Nacional España*.

**IPEEE (1993):** *IPEEE seismic hazard study for Spanish nuclear power plants. Part I-Generis study, SMT/93/001R*. Westinghouse Energy Systems Europe, EQE Engineering Inc., Geomatrix Consultants Inc., 89 pp.

**Jiménez M.J., M. García, M. Chadi, D. El Foul, A. Izquierdo, J.M. Martínez, C. Sousa y B-A. Tadili. (1999).** Seismic hazard assessment in the Ibero-Maghreb region. *Annali di Geofisica*, 42, 1057-1065.

**Julivert, M., J.M. Fontbote, A. Ribeiro and L. Conde (1973).** Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares E: 1:1.000.000. *Inst. Geol. Min. Esp.*, 113 pp.

**Lopez, C. (2008):** *Nuevas Fórmulas de Magnitud para la Península Ibérica y su entorno*. Trabajo de Investigación del Máster de Geofísica y Meteorología. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Físicas, Dpto. de Geofísica y Meteorología.

**Lopez Fernandez, C. (2008):** «Actividad sísmica, zonación sismotectónica y peligrosidad sísmica en el noroeste de la Península Ibérica». *Nova Terra*, 35, 293 pp.



**Martin, A. J. (1984).** Riesgo Sísmico en la Península Iberica. *Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid*. 235 pp.

**Martinez-Catalan, A. Perez-Estaún and F. Bastida (1988).** The structure of the upper crust in the Hercynian belt of NW Spain. *Procc. Fifth European Geotraverse Workshop: The Iberian Peninsula. Estoril, 11-12 Nov. 1988*. 50-55.

**Martin Martin, A. J. (1983):** *Riesgo sísmico en la Península Ibérica*. Tesis Doctoral, 2 tomos, 235 pp. Instituto Geográfico Nacional, Madrid.

**McGuire, R. K. (1976).** FORTRAN computer program for seismic risk calculations. *U. S. Geol. Sur. Open-File Rep.* 76-67.

**Mezcua, J. (1991).** Fundamentos de la red sísmica de España. *Publicación IGN Serie Monografía nº11*. 63-86.

**Mezcua, J. y J.M. Martínez (1983).** Sismicidad del área Ibero-Mogrebí. Instituto Geográfico Nacional Pub. 203, 302 pp and 1 map.

**Mezcua, J. y A. J. Martín (1993).** Seismic Hazard in Spain, en *The Practice of earthquake hazard assessment*. Editor. R.K. McGuire. *Int. Ass. Seismol. And Phys. Earth's Int. y European Seism. Comm.*, 223-226.

**Norma de la Construcción Sismorresistente Española (NCSE-94) (1994):** «Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación». Real Decreto 2543/1994, de 27 de diciembre, Publicado en el *BOE*, vol. 33, pp. 3935-3980.

**Norma de la Construcción Sismorresistente Española (NCSE-02) (2002):** «Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación ». Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre. Publicada en el *BOE*, vol. 244, pp. 35898-35967.

**Olaiz, J.; Munoz-Martin, A.; De Vicente, G.; Vegas, R. y Cloetingh, S. (2009):** European continuous active tectonic strain-stress map. *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tect.2008.06.023.

**Oliveira, C.S. y A.C. Costa (1984).** Updating seismic hazard maps. *Proc. 8<sup>th</sup> WCEE*, 303-310.

**Parga Pondal, I., R. Vegas y A. Marcos. (1982).** Mapa Xeológico do Macizo Hesperico, E 1: 500.000. *Publicacions da Area de Xeologia e Minería do Seminario de Estudos Galegos*, 19 pp y 2 mapas.

**Ribeiro, A., J. Cabral, R. Baptista and L. Matias (1996).** Stress pattern in Portugal mainland and the adjacent Atlantic region, West Iberia. *Tectonics*, 15, 2, 641-659.

**Rodríguez de la Torre, F., (1990).** Sismología y sismicidad en la Península Ibérica durante el siglo XIX. *PhD thesis University of Barcelona, Spain*, 2651 pp.

**Rodríguez de la Torre, F., (1993).** Actualización del catálogo sísmico. Años 1801-1850. *Inst. Geog. Nac. Spain*.

**Rueda, J. y Mezcua, J. (2001).** Sismicidad, sismotectónica y peligrosidad sísmica en Galicia. *Publicación Técnica nº 35. Instituto Geográfico Nacional*. 64pp.

**Udias, A., A. Lopez y J. Mezcua (1976).** Seismotectonic of the Azores-Alboran region. *Tectonophysics*, 31, 259-289.

**Instituto Geográfico Nacional. (2017).** Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012. *Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)* .  
<https://doi.org/10.7419/162.05.2017>

## VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede definirse como el grado de pérdida de un determinado elemento cuando se presenta un riesgo o un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. En este caso, las principales vulnerabilidades originadas por los terremotos son las vulnerabilidades de vidas humanas, estructuras, sistemas y la estructura socioeconómica.

La evaluación de la vulnerabilidad generalmente se fundamenta en los daños documentados en terremotos anteriores. Las vulnerabilidades físicas están relacionadas con los edificios, infraestructuras y líneas vitales, siendo influenciadas, además, por el diseño, construcción y mantenimiento de dichos elementos bajo riesgo. Por otro lado, las vulnerabilidades socioeconómicas abarcan víctimas, trastornos sociales, traumas e impactos económicos.

En este anexo del Plan de Emergencias Sísmicas se detalla el proceso de estimación de la vulnerabilidad de las personas, edificios residenciales para la Comunidad Autónoma de Galicia, y edificios esenciales como parques de bomberos, hospitales, edificios de la administración estatal, autonómica, comarcal y local, aeropuertos, helipuertos y helisuperficies, centrales térmicas, parques industriales, presas, puertos, zonas aeroportuarias, centros de educación, polideportivos, edificios de la Cruz Roja, edificios de la Guardia Civil, agrupaciones de voluntarios de protección civil, edificios del GES, y estaciones de autobuses y ferrocarril.

## 1. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD

Los métodos para la determinación de la vulnerabilidad sísmica se pueden agrupar en tres categorías: estadísticos, analíticos y subjetivos:

- **Métodos estadísticos:** las construcciones se agrupan en diferentes tipologías constructivas según un determinado número de parámetros. Los datos estadísticos de terremotos previos se utilizan para analizar y cuantificar los daños sufridos por cada tipo de construcción. Estos métodos son especialmente útiles para estudiar áreas extensas, ya que requieren una cantidad relativamente pequeña de datos. Sin embargo, su desventaja es que no proporcionan un análisis detallado del comportamiento específico de cada tipo de construcción.
- **Métodos analíticos:** se realiza un análisis detallado del comportamiento de las construcciones y su interacción con el suelo mediante modelos matemáticos. Estos métodos permiten simular diversas situaciones con rapidez y son especialmente útiles para estudios más específicos. No obstante, los modelos existentes todavía son bastante simples y no pueden tener en cuenta toda la complejidad de los efectos de un terremoto sobre el suelo y su interacción con los elementos vulnerables. Esto hace que sean de difícil aplicación en estudios de gran alcance.
- **Métodos subjetivos:** se basan en el juicio de expertos y en datos empíricos obtenidos de terremotos anteriores. Se utilizan para estimar la vulnerabilidad de conjuntos significativos de edificios e instalaciones. Al igual que los métodos estadísticos, son más adecuados para estudiar áreas extensas, ya que las incertidumbres asociadas con la estimación de vulnerabilidades de componentes individuales tienden a equilibrarse.

En este estudio, para determinar la vulnerabilidad de las personas y edificaciones residenciales en Galicia se han utilizado métodos estadísticos y métodos subjetivos.

## 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES EN GALICIA

La vulnerabilidad de los edificios es una medida que evalúa el daño que un edificio puede sufrir cuando es sometido a un movimiento sísmico de cierta intensidad. La respuesta dinámica de una estructura frente a un terremoto es un proceso complejo y está influenciada por varios parámetros interrelacionados, los cuales a menudo son difíciles, e incluso imposibles de determinar con total precisión. Estos incluyen el carácter exacto del movimiento del terreno que experimenta el edificio, la extensión en que la estructura va a ser afectada y su respuesta ante la sacudida, la resistencia de los materiales en la estructura, la calidad de la construcción y la condición de los elementos estructurales individuales, la interacción entre los elementos estructurales y no estructurales del edificio, el peso del mobiliario y el contenido del edificio en el momento del terremoto, entre otros factores.

Si bien es posible hacer estimaciones, es complicado conocer estos factores con exactitud. Por lo tanto, las funciones de vulnerabilidad de los edificios se definen dentro de unos niveles de confianza. En este sentido, la mayoría de los estudios realizados en escenarios sometidos a

sismos han empleado matrices de vulnerabilidad que proporcionan clases de daños asociadas a la intensidad.

## 2.1. CLASES DE VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS SEGÚN LA ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA.

La Escala Macrosísmica Europea (EMS) establece la clasificación de los edificios en clases de vulnerabilidad expuesta en la siguiente figura 3.1.

Tipo de Estructura	Clase de Vulnerabilidad					
	A	B	C	D	E	F
MAMPOSTERÍA	Paredes de peña viva / roca de cantera	O				
	Adobe (ladrillo de tierra)	O—H				
	Roca simple	I—O				
	Roca masiva		H—O—H			
	Unidades de roca manufacturada	I—O—I				
	Ladrillo no reforzado, pisos de HA		H—O—H			
	Reforzado o confinado			I—O—H		
HORMIGÓN ARMADO (HA)	Armazón sin diseño sismorresistente (DSR)	I—O—I				
	Armazón con un nivel moderato de DSR		I—O—H			
	Armazón con un alto nivel de DSR			I—O—H		
	Paredes sin DSR	I—O—H				
	Paredes con un nivel moderato de DSR		I—O—H			
	Paredes con un nivel alto de DSR			I—O—H		
ACERO	Estructuras de acero			I—O—H		
MADERA	Estructuras de madera		I—O—H			

**Figura 3.1** Clasificación de los edificios en clases de vulnerabilidad en la escala EMS-98.

Donde:

- "O" es la clase de vulnerabilidad más probable.
- "\_\_\_" indica el rango probable.
- "---" indica el rango de casos menos probables o excepcionales.

Cada una de las clases de vulnerabilidad corresponde a una clase de edificación en función del tipo de estructura y de los materiales de construcción. De tal manera:

- Vulnerabilidad A: edificios de fábrica de piedra suelta o adobe.
- Vulnerabilidad B: edificios de fábrica sin armar, como ladrillos o bloques.
- Vulnerabilidad C: edificios de fábrica, como sillería o forjados de hormigón armado.
- Vulnerabilidad D: edificios de fábrica armados, edificios de hormigón armado con diseño sismorresistente y con estructuras de madera.
- Vulnerabilidad E: edificios de hormigón armado con estructuras y muros con diseño sismorresistente, edificios de acero y estructuras de madera.
- Vulnerabilidad F: edificios de hormigón armado con diseño sismorresistente y edificios de acero.

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica a través de la categorización de construcciones en diferentes tipologías estructurales, identificadas a partir de unas pocas características fundamentales, y vinculadas a matrices de probabilidad de daños, se basa en el acceso a información no altamente especializada, fácilmente disponible y adaptable a un amplio espectro de aplicaciones a gran escala.

La clasificación de las edificaciones de viviendas de Galicia en clases de vulnerabilidad, de acuerdo con la EMS-98, se realiza tomando como base las características de estas viviendas que figuran en el "Censo de Población y Viviendas 2021" de INE. Concretamente, esta clasificación se ha realizado en base a la antigüedad, localización (Urbano o rural), y la altura de la edificación.

### **a. Tipologías constructivas**

Es común realizar una clasificación de los edificios asignándoles diferentes niveles de vulnerabilidad en función de los tipos de materiales de construcción. Swiss (1985) indica que la vulnerabilidad de los edificios de pared de piedra no reforzada, por una misma intensidad sísmica, es seis veces mayor que la de los edificios con sistemas estructurales de hormigón armado.

No obstante, las clases de vulnerabilidad derivadas de las tipologías estructurales deben ser modificadas debido a factores como la edad de la edificación y el grado de regularidad y simetría. La influencia de la regularidad y simetría de las edificaciones es un parámetro poco documentado, posiblemente debido a la dificultad para cuantificar estos factores de manera precisa. Sin embargo, se ha comprobado en terremotos pasados que estos factores tienen una gran influencia en la vulnerabilidad de las edificaciones. Estudios realizados tras eventos sísmicos anteriores han revelado que los edificios con irregularidades y falta de simetría tienden a ser mucho más vulnerables en comparación con aquellos que se consideran regulares y simétricos (Tiedemann, 1986).



Para considerar un edificio como regular, debe presentar simetría y un sistema estructural sencillo, robusto y sin puntos débiles. Por lo tanto, se excluyen de esta categoría de regulares los edificios que tiene una disposición en planta en forma de H, T o L, y aquellos que cuentan con pisos flexibles o que están situados en terrenos con pendientes significativas.

## **b. Edad de las edificaciones**

Varios estudios han determinado que a partir de los 50 años de antigüedad los edificios de pared de piedra se vuelven entre cuatro y cinco veces más vulnerables. La edad es un factor que incide directamente en el deterioro de la resistencia y el comportamiento particular de las construcciones de ladrillo y mortero. Además, en los edificios de nueva construcción, especialmente los de pórticos de acero y hormigón armado, se mejoran los métodos de diseño y construcción, lo que implica que sean menos vulnerables que los edificios más antiguos (Cochrane & Schaad, 1992).

La antigüedad de las edificaciones es uno de los parámetros de más relevancia utilizado para agrupar las edificaciones residenciales en clases de vulnerabilidad de la EMS-98. Siguiendo un enfoque similar al utilizado en el estudio de la vulnerabilidad de las edificaciones esenciales realizado para Cataluña (S. Safina, 2002), se ha llevado a cabo una clasificación en tres periodos constructivos. Estos periodos coinciden con las transformaciones experimentadas en la construcción en esa comunidad autónoma, dividiendo las edificaciones en tres categorías según su año de construcción: antes de 1950, entre 1950 y 1970 y posteriores a 1970.

De manera similar, se lleva a cabo otra clasificación correspondiente a la utilizada en el simulador SES2002, en el que los periodos constructivos se dividen en cuatro: antes de 1950, de 1950 a 1975, de 1976 a 1995 y posterior a 1996. Esta clasificación refleja la evolución histórica de la construcción y el progreso de la normativa legal y técnica:

- El primer periodo agrupa todas las edificaciones construidas antes de 1950, que presentan tipologías estructurales basadas en muros de carga y estructuras de madera sin arriostrar.
- En el periodo de 1950 a 1975 las edificaciones experimentan mejoras en su resistencia ante eventos sísmicos. En 1968 se aprueba la norma básica sismorresistente, PGS-1, en la que se prescribe el cálculo de las acciones sísmicas para determinadas estructuras, pero no será operativa hasta que, con la aprobación de la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ECS/1973 se desarrolla el cálculo a nivel operativo. En concreto, la Norma MV 201-1972, "Muros resistentes de fábricas de ladrillo", obliga a considerar la estabilidad ante acciones sísmicas en las construcciones de estas tipologías estructurales, imponiendo condiciones de arriostramiento. Por otra parte, es a partir de 1970 cuando se generaliza el uso del hormigón armado con mayor potencial para resistir cargas sísmicas.
- El periodo comprendido entre 1976 y 1995 cuenta con la Norma Sismorresistente PDS-1 (1974), que aborda de manera más detallada el cálculo de estructuras frente a acciones sísmicas. Además, este periodo se caracteriza por un aumento significativo en la construcción de edificios con estructuras de acero.

- El periodo constructivo posterior a 1995 coincide con un proceso de edificación caracterizado por un control de la calidad en la ejecución de los detalles constructivos. En esta etapa, la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 establece los parámetros tanto para el cálculo como para el diseño que garanticen el comportamiento adecuado de las edificaciones ante los fenómenos sísmicos.

### c. Altura de las edificaciones

La altura de las edificaciones ha sido clasificada de acuerdo con dos valores extremos: el primero define los edificios bajos y se corresponde con 12 m, altura en la que las paredes son suficientemente resistentes para soportar las cargas gravitatorias con amplia seguridad (excepto algunos “pisos principales” de cuatro metros de altura con paredes de 15 cm de espesor, que no son suficientemente seguros). El otro extremo, que se relaciona con edificios altos, es la altura de 18 m, nivel en el que los muros están prácticamente en régimen de tensiones admisibles máximas. Como nivel intermedio, se han estimado los 15 m (Mañá, 1995).

### d. Síntesis de las clasificaciones de la vulnerabilidad según la EMS-98

Como síntesis de la consideración de los diferentes elementos descritos a partir de la EMS-98 se establecen dos clasificaciones de las edificaciones reflejadas en las tablas 3.1 y 3.2. En el caso de la Tabla 3.1 los porcentajes de vulnerabilidad se asignan a los edificios dependiendo de su antigüedad y de su ubicación en áreas urbanas o rurales, sin tener en cuenta la altura.

Fecha de construcción	Urbana	Rural
Antes de 1950	35%A + 65%B	45%A + 55%B
1950 – 1975	15%A + 65%B + 20%C	25%A + 70%B + 5%C
1976 – 1995	7%A + 20%B + 58%C + 15%D	5%A + 20%B + 65%C + 10%D
Posterior a 1995	5%A + 10%B + 50%C + 20%D + 15%E	20%B + 60%C + 20%D

**Tabla 3.1.** Clasificación de los edificios de viviendas en clases de vulnerabilidad de la EMS-98

Sin embargo, en el caso de la Tabla 3.2. las clases de vulnerabilidad de los edificios se calculan teniendo en cuenta su antigüedad, altura y localización.

Altura	Hasta 1950		1951 – 1970		> 1970	
	Localización		Localización		Localización	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
< 5 plantas	20% A	30% A	5% A	15% A	85% C	5% A
	80% B	70% B	50% B	70% B	15% D	20% B
			45% C	15% C		65% C
						10% D
	<b>Tipología 1</b>	<b>Tipología 4</b>	<b>Tipología 7</b>	<b>Tipología 10</b>	<b>Tipología 13</b>	<b>Tipología 16</b>
= 5 plantas	20% A	60% A	10% A	20% A	5% A	10% A
	80% B	40% B	60% B	70% B	20% B	30% B
			30% C	10% C	65% C	55% C
					10% D	5% D
	<b>Tipología 2</b>	<b>Tipología 5</b>	<b>Tipología 8</b>	<b>Tipología 11</b>	<b>Tipología 14</b>	<b>Tipología 17</b>
> 5 plantas	40% A	60% A	15% A	30% A	8% A	5% A
	60% B	40% B	70% B	65% B	27% B	45% B
			15% C	5% C	60% C	40% C
					5% D	
	<b>Tipología 3</b>	<b>Tipología 6</b>	<b>Tipología 9</b>	<b>Tipología 12</b>	<b>Tipología 15</b>	<b>Tipología 18</b>

**Tabla 3.2.** Clasificación de los edificios de vivienda en clases de vulnerabilidad de la EMS-98

Analizando los valores porcentuales de la tabla 3.2 es posible observar un incremento en la vulnerabilidad A según aumenta la antigüedad del edificio y su altura, así como cuando se trata de edificaciones situadas en áreas rurales. Esto se debe a que, en muchos casos, son viviendas unifamiliares más susceptibles al riesgo sísmico debido a que, en general, la calidad de la construcción es inferior en comparación con las edificaciones ubicadas en zonas urbanas.

Asimismo, dada la mayor precisión en la clasificación de las clases de vulnerabilidad de las edificaciones, la tabla 3.2 ha sido empleada para el cálculo y representación de los mapas de vulnerabilidad en Galicia.

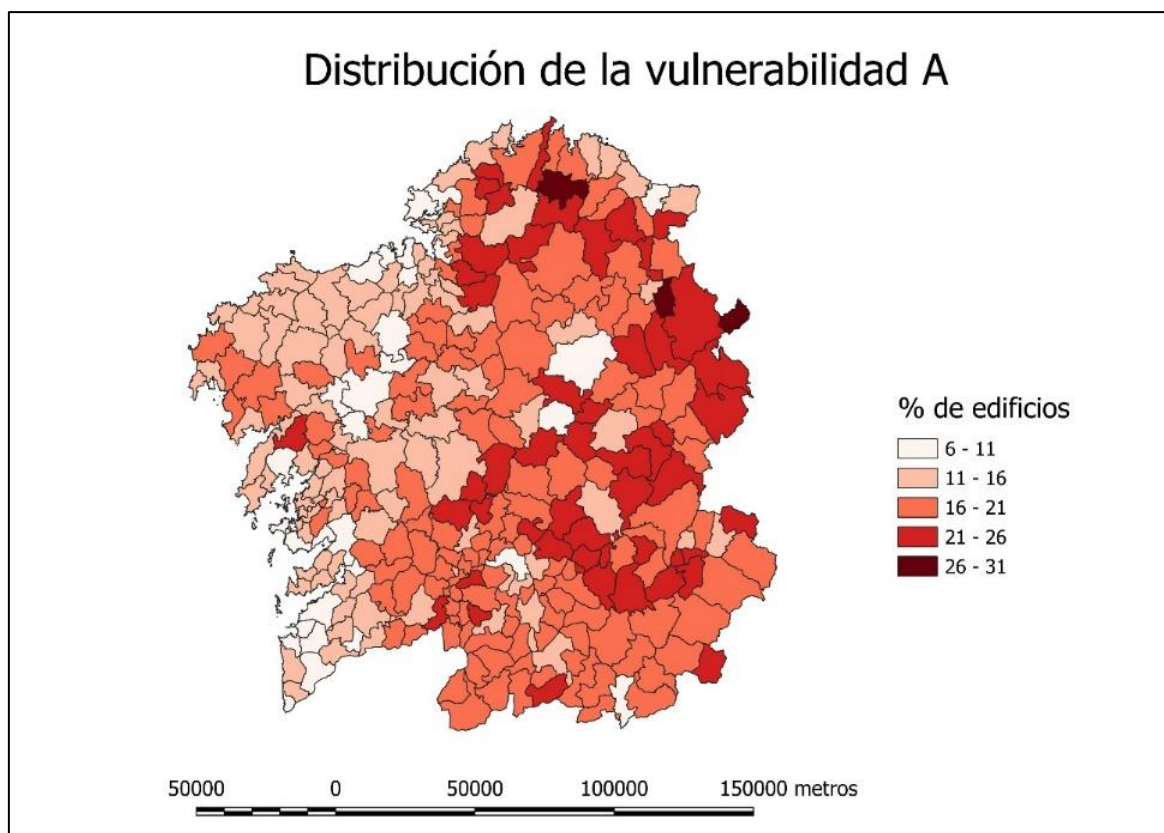
## **2.2. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE VULNERABILIDADES**

Los porcentajes de las diferentes clases de vulnerabilidad asignados a cada municipio de Galicia se han representado gráficamente mediante mapas que muestran la división municipal de la región. Se han considerado cuatro mapas en total, uno por cada clase de vulnerabilidad, utilizando la clasificación que considera los parámetros de ubicación, año de construcción y altura de la edificación.

Como se ha comentado en puntos anteriores, estos datos de las edificaciones de Galicia se han obtenido del Censo de Población y Vivienda 2021. En este caso, los datos relativos a la ubicación clasifican a los municipios en zonas urbanas, rurales e intermedias. Para este estudio, se ha considerado para las zonas intermedias las mismas características que para las zonas rurales.

### **a. Mapa de distribución de vulnerabilidad A en Galicia**

La figura 3.2 muestra la distribución de la clase de vulnerabilidad A en los distintos municipios de Galicia.



**Figura 3.2.** Mapa de distribución de la clase de vulnerabilidad A.

El máximo porcentaje de edificios con vulnerabilidad A es 29,22%. Por otra parte, el rango predominante en Galicia de esta clase de vulnerabilidad oscila entre el 16 y 21% de los edificios.

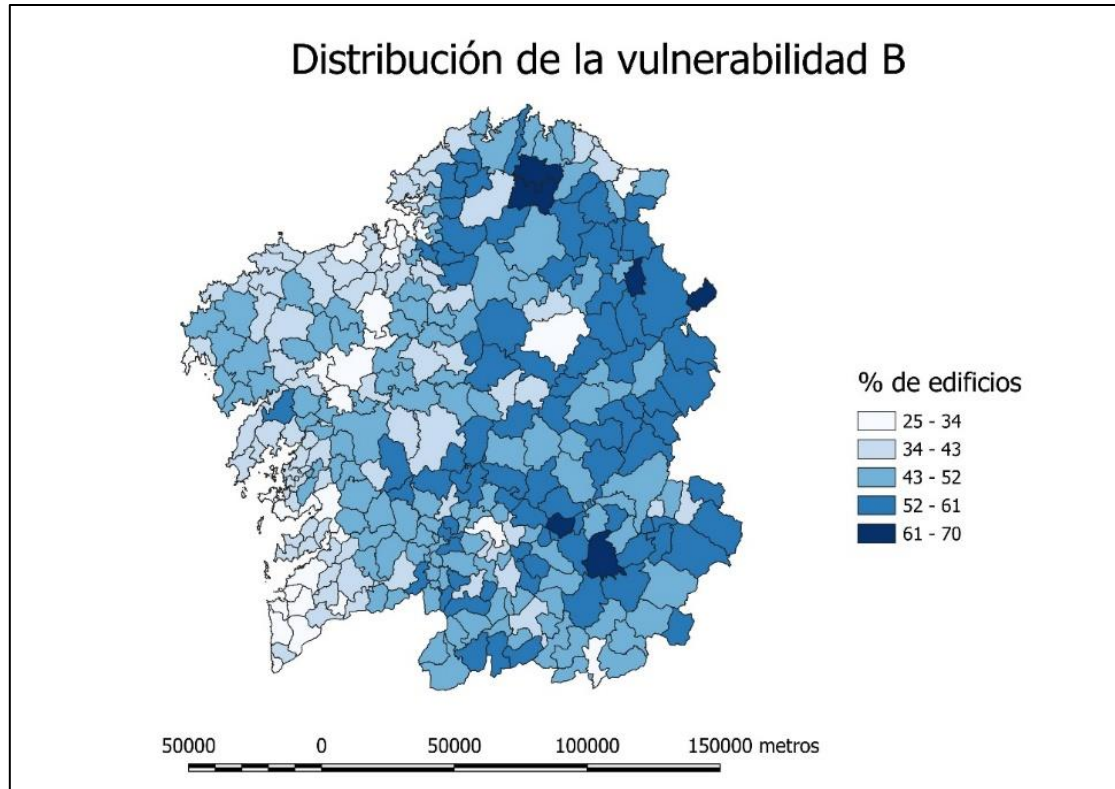
La siguiente tabla 3.3 muestra el número de municipios para los cinco rangos de porcentaje de vulnerabilidad A que han sido establecidos.

<b>% Edificios vulnerabilidad A</b>	<b>Nº de municipios</b>
6 - 11	33
11 - 16	98
16 - 21	130
21 - 26	51
26 - 31	3

**Tabla 3.3.** Distribución de la clase de vulnerabilidad A.

### b. Mapa de distribución de vulnerabilidad B en Galicia

La distribución de la clase de vulnerabilidad B, representada en la figura 3.3, alcanza el mayor porcentaje de edificios, con un valor máximo de 68,44%.



**Figura 3.3.** Mapa de distribución de la clase de vulnerabilidad B

El rango predominante oscila entre el 43 y el 52% de los edificios. Asimismo, la siguiente tabla 3.4 muestra el número de municipios para los cinco rangos de porcentaje de vulnerabilidad B que han sido establecidos.

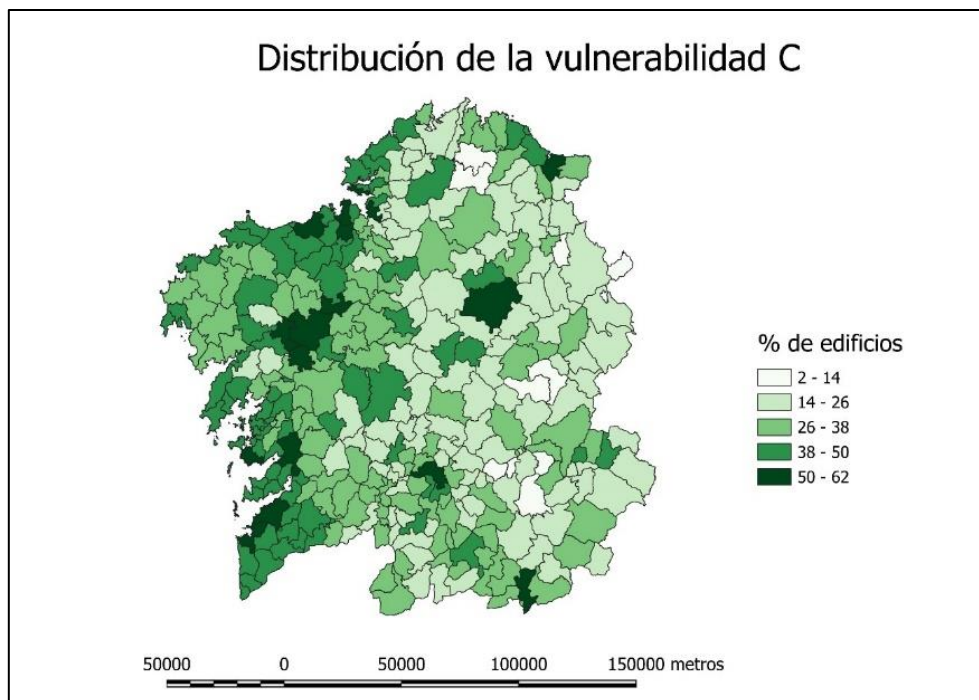
% Edificios vulnerabilidad B	Nº de municipios
25 - 34	31
34 - 43	80
43 - 52	116
52 - 61	82
61 - 70	6

**Tabla 4.4.** Distribución de la clase de vulnerabilidad B.



### c. Mapa de distribución de vulnerabilidad C en Galicia

La figura 3.4 representa la distribución de la clase de vulnerabilidad C. Esta es una de las dos clases predominantes en Galicia, con porcentajes que llegan hasta un 60,12%.



**Figura 3.4.** Mapa de distribución de la clase de vulnerabilidad C

El rango observado para la mayoría de los municipios está comprendido entre 26 y 38%.

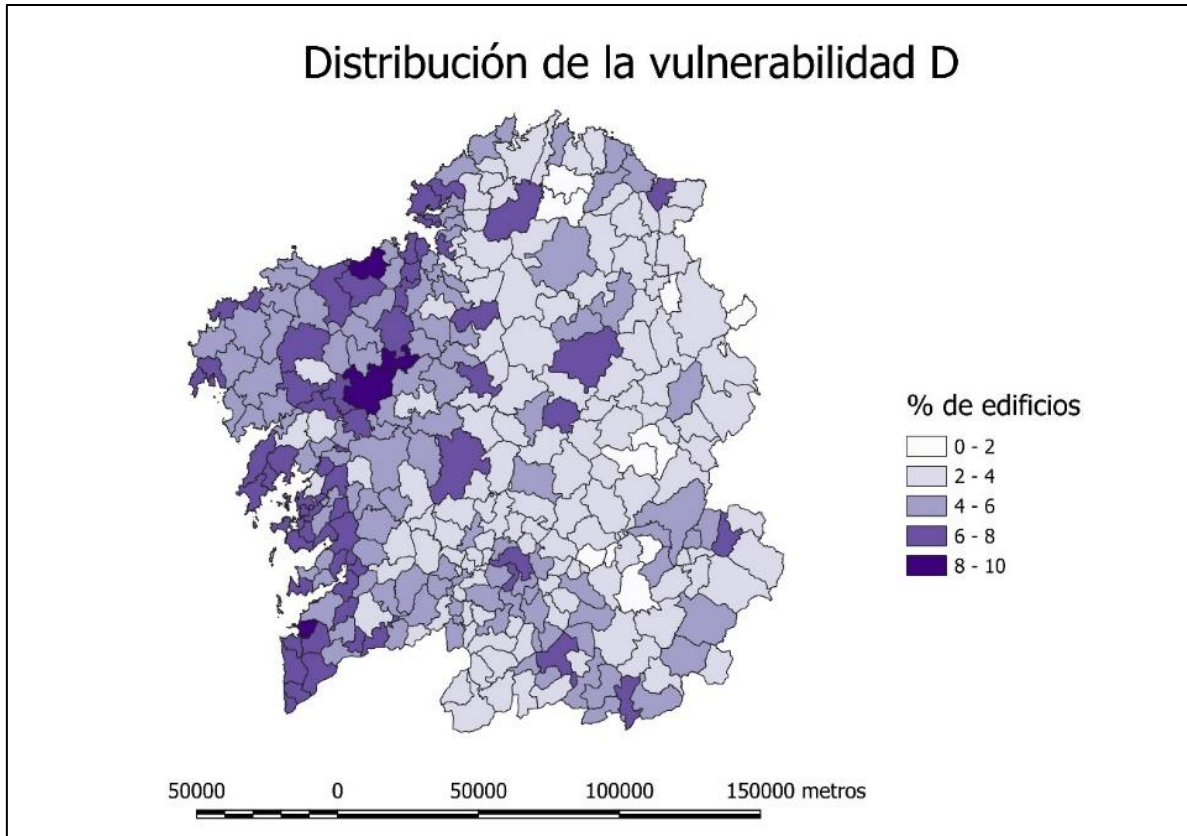
La tabla 3.5 recoge el número de municipios para los cinco rangos de porcentaje de vulnerabilidad B que han sido establecidos.

% Edificios vulnerabilidad C	Nº de municipios
2 - 14	10
14 - 26	100
26 - 38	104
38 - 50	83
50 - 62	18

**Tabla 5.5.** Distribución de la clase de vulnerabilidad B.

#### d. Mapa de distribución de vulnerabilidad D en Galicia

Por último, la clase de vulnerabilidad D es la menos predominante en Galicia, teniendo como porcentaje más alto un 8,67%. Su distribución está representada en la siguiente figura 3.5.



**Figura 3.5.** Distribución de la clase de vulnerabilidad D

El rango que se observa en la mayoría de los municipios oscila entre 2 y 4% de las edificaciones, como se puede ver en la siguiente tabla 3.6.

% Edificios vulnerabilidad D	Nº de municipios
0 - 2	10
2 - 4	126
4 - 6	111
6 - 8	64
8 - 10	4

**Tabla 6.6.** Distribución de la clase de vulnerabilidad D.

### c. Clasificación general de la vulnerabilidad en Galicia

Con el objetivo de clasificar la vulnerabilidad de los municipios en clases de vulnerabilidad interpretables sin conocimiento de la EMS-98, y teniendo en cuenta los diferentes porcentajes de clases de vulnerabilidad A, B, C y D presentes en cada municipio de Galicia, se consideran tres categorías de vulnerabilidad: baja, media y alta. Estas categorías se detallan en la tabla 3.7.

Vulnerabilidad	Condición	Descripción
Alta	1	$A \geq 25\% + B \geq 50\% + (C+D) < 25\%$
	2	$A < 25\% + B \geq 50\% + (C+D) < 25\%$
Media	3	$A < 25\% + B \geq 50\% + (C+D) \geq 25\%$
	4	$A < 25\% + B < 50\% + (C+D) < 50\%$
Baja	5	$A < 25\% + B < 25\% + (C+D) \geq 50\%$

**Tabla 3.7.** Clasificación de la vulnerabilidad en Galicia según el porcentaje de edificios con vulnerabilidad A, B, C y D.

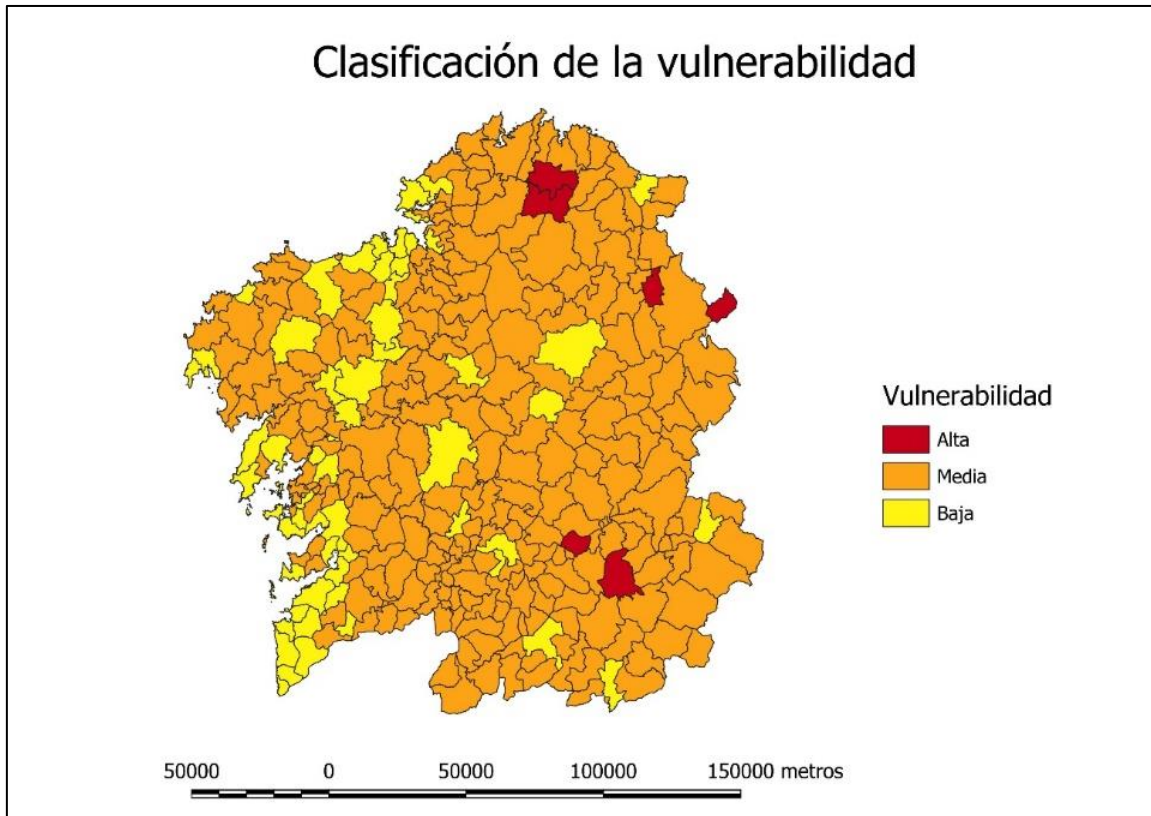
Según esta clasificación un municipio se cataloga como de alta vulnerabilidad si cumple la condición 1, donde predominan las clases A y B (constituyendo el 25% o más y hay una presencia limitada de las clases C y D (menos del 25% entre las dos). Las condiciones 2, 3 y 4 se han definido como vulnerabilidad media, en las cuales persiste una presencia significativa e la clase B y aumenta la presencia de las clases C y D. Por último, la condición 5 se considera como vulnerabilidad baja, ya que se reduce de manera considerable la presencia de las clases A y B, al mismo tiempo que se incrementa el número de edificaciones de las clases C y D.

Aunque el criterio adoptado es subjetivo, permite observar en conjunto todas las clases de vulnerabilidad de cada municipio. De esta forma, en la tabla 3.8 se indica el número de municipios que pertenecen a cada clase de vulnerabilidad. De acuerdo con los resultados, el 79% de los municipios de Galicia se encuentran dentro de la clase de vulnerabilidad media

Vulnerabilidad	Nº de municipios
Alta	6
Media	249
Baja	60

**Tabla 3.8.** Clasificación de la vulnerabilidad en Galicia.

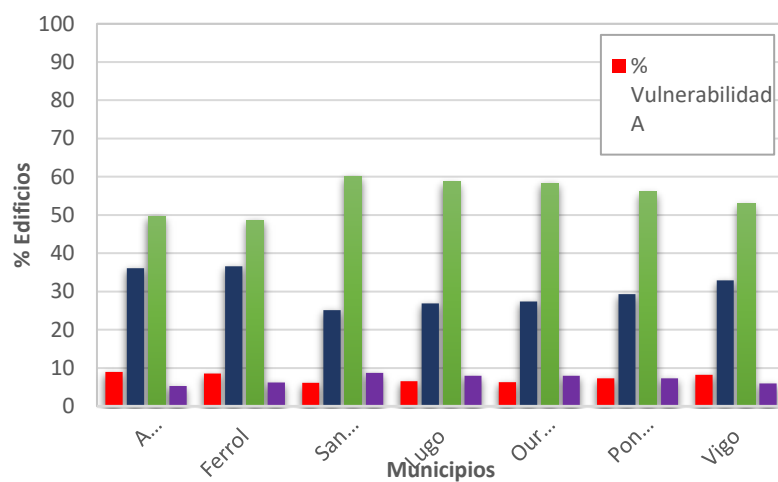
Por otro lado, esta distribución de los municipios gallegos en las tres clases de vulnerabilidad se representa en la siguiente figura 3.6.



**Figura 3.6.** Mapa de clasificación de la vulnerabilidad en alta, media y baja.

### **2.3. COMPARACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS MUNICIPIOS CON UNA POBLACIÓN SUPERIOR A 50.000 HABITANTES**

En este apartado se presta especial atención a los municipios que cuentan con una población superior a los 50.000 habitantes: Ferrol, Pontevedra, Lugo, Santiago de Compostela, Ourense, A Coruña y Vigo. De esta forma, la figura 3.7 muestra la distribución de las clases de vulnerabilidad en las edificaciones de estos municipios. En términos de proporciones, se observa la presencia predominante ya conocida de las clases B y C, con una tendencia a complementarse mutuamente, es decir, cuando la presencia de la clase B disminuye, aumenta la clase C. Esto es especialmente notable en aquellos municipios donde recientemente ha habido un cierto crecimiento en la construcción de viviendas.








**Figura 3.7.** Distribución de las clases de vulnerabilidad en los municipios con una población mayor a 50.000 habitantes

## 2.4. ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES

### a. El daño

Los grados de daño contemplados en la EMS-98 para los edificios de mampostería y hormigón armado se describen en las siguientes figuras 3.8 y 3.9.

	<p><b>Grado 1: daño leve</b> (Sin daño estructural; daño no estructural leve). Grietas finas en muy pocas paredes. Caída de pequeños trozos del yeso o enlucido. En muy pocos casos se produce la caída de piedras sueltas de las partes altas del edificio.</p>
	<p><b>Grado 2: Daño moderado</b> (Daño estructural leve; daño no estructural moderado). Grietas en muchas paredes. Caída de trozos bastante grandes del yeso.</p>
	<p><b>Grado 3: Daño severo.</b> (Daño estructural moderado, considerable daño no estructural.). Grandes grietas en la mayoría de las paredes. Tejas del tejado sueltas. Rotura de las chimeneas al nivel del suelo. Rotura de elementos no estructurales individuales (particiones, hastiales, etc.)</p>
	<p><b>Grado 4: Daño muy severo.</b> (Daño estructural severo, daño no estructural muy severo.) Roturas graves en los muros. Derrumbe estructural parcial de suelos y techos.</p>
	<p><b>Grado 5: Destrucción</b> (Daño estructural muy severo). Colapso total o casi total del edificio.</p>

**Figura 3.8.** Clasificación de daños en edificios de fábrica o mampostería de la EMS-98





**Grado 1: daño leve**

(Sin daño estructural; leve daño no estructural)

Grietas finas en el yeso sobre los elementos estructurales en la base de las paredes. Grietas en las paredes de separación y de relleno.



**Grado 2: Daño moderado**

(Daño estructural leve; daño no estructural moderado). Grietas en las columnas, vigas y muros estructurales. Grietas en las paredes de relleno. Caída de trozos de yeso y de mortero de las juntas de las paredes.



**Grado 3: Daño severo.**

(Daño estructural moderado, considerable daño no estructural.). Roturas en las columnas y en las juntas viga-columna a nivel del suelo. Deformación del acero de refuerzo. Grandes grietas en las paredes de relleno y caída de paneles de relleno aislados.



**Grado 4: Daño muy severo.**

(Daño estructural severo, daño no estructural muy severo.). Grandes grietas en los elementos estructurales con fallos a compresión del hormigón; fallo de las uniones de las vigas. Deformación de las columnas. Colapso de algunas columnas o de algún piso superior.



**Grado 5: Destrucción**

(Daño estructural muy severo). Colapso del primer piso o partes del edificio.

**Figura 3.9.** Clasificación de daños en edificios de hormigón armado de la EMS-98



La definición de los grados de intensidad según la EMS-98, en lo que se refiere a la edificación, se enuncia a continuación:

- Grado de intensidad I. No sentido:
  - Ningún daño.
- Grado de intensidad II. Apenas sentido:
  - Ningún daño.
- Grado de intensidad III. Débil:
  - Ningún daño.
- Grado de intensidad IV. Ampliamente observado:
  - Ningún daño.
- Grado de intensidad V. Fuerte:
  - Daños de grado 1 algunos edificios de clases de vulnerabilidad A y B.
- Grado de intensidad VI. Levemente dañino:
  - Daños de grado 1 muchos edificios de clases de vulnerabilidad A y B.
  - Daños de grado 2 algunos edificios de clases de vulnerabilidad A y B.
  - Daños de grado 1 algunos edificios de clase de vulnerabilidad C.
- Grado de intensidad VII. Dañino:
  - Daños de grado 3 muchos edificios de clase de vulnerabilidad A.
  - Daños de grado 4 algunos edificios de clase de vulnerabilidad A.
  - Daños de grado 2 muchos edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Daños de grado 3 algunos edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Daños de grado 2 algunos edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 1 algunos edificios de clase de vulnerabilidad D.
- Grado de intensidad VIII. Gravemente dañino:
  - Daños de grado 4 muchos edificios de clase de vulnerabilidad A.
  - Daños de grado 5 algunos edificios de clase de vulnerabilidad A.
  - Daños de grado 3 muchos edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Daños de grado 4 algunos edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Daños de grado 2 muchos edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 3 algunos edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 2 algunos edificios de clase de vulnerabilidad D.
- Grado de intensidad IX. Destructor:
  - Daños de grado 5 muchos edificios de clase de vulnerabilidad A.
  - Daños de grado 4 muchos edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Daños de grado 5 algunos edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Daños de grado 3 muchos edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 4 algunos edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 2 muchos edificios de clase de vulnerabilidad D.
  - Daños de grado 3 algunos edificios de clase de vulnerabilidad D.
  - Daños de grado 2 algunos edificios de clase de vulnerabilidad E.
- Grado de intensidad X. Muy destructor:
  - Daños de grado 5 la mayoría de edificios de clase de vulnerabilidad A.
  - Daños de grado 4 muchos edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 5 algunos edificios de clase de vulnerabilidad C.

- Daños de grado 3 muchos edificios de clase de vulnerabilidad D.
  - Daños de grado 4 algunos edificios de clase de vulnerabilidad D.
  - Daños de grado 2 muchos edificios de clase de vulnerabilidad E.
  - Daños de grado 3 muchos edificios de clase de vulnerabilidad E.
  - Daños de grado 2 algunos edificios de clase de vulnerabilidad F.
- Grado de intensidad XI. Devastador:
  - Daños de grado 5 la mayoría de edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Daños de grado 4 la mayoría de edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 5 muchos edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Daños de grado 4 muchos edificios de clase de vulnerabilidad D.
  - Daños de grado 5 algunos edificios de clase de vulnerabilidad D.
  - Daños de grado 3 muchos edificios de clase de vulnerabilidad E.
  - Daños de grado 4 algunos edificios de clase de vulnerabilidad E.
  - Daños de grado 2 muchos edificios de clase de vulnerabilidad F.
  - Daños de grado 3 algunos edificios de clase de vulnerabilidad F.
- Grado de intensidad XII. Completamente devastador:
  - Destrucción total de los edificios de clase de vulnerabilidad A.
  - Destrucción total de los edificios de clase de vulnerabilidad B.
  - Destrucción total de los edificios de clase de vulnerabilidad C.
  - Destrucción de la mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad D.
  - Destrucción de la mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad E.
  - Destrucción de la mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad F.

## **b. Matrices de vulnerabilidad**

Las matrices de vulnerabilidad o probabilidad de daños constituyen un medio para expresar la vulnerabilidad de la estructura mediante la probabilidad discreta de la distribución de daño, para cada tipo de estructura y cada intensidad sísmica.

Estas matrices de probabilidad de daños frecuentemente se determinan a partir del análisis estadístico de los datos de daños observados en las edificaciones después de producirse un terremoto. En esa línea, Chávez (1998) llevó a cabo, mediante el uso de técnicas estadísticas, un examen de la vulnerabilidad de 32.548 edificaciones que se vieron sometidas a la acción del terremoto de Irpinia, producido el 23 de noviembre del 1980 en el sur de Italia, que se percibió en más de 600 municipios.

El análisis de esos datos permitió obtener las matrices de probabilidad de daños correspondientes a las seis clases de vulnerabilidad A, B, C, D, E y F y los grados de intensidad sísmica VI, VII, VIII, IX y X definidos por la escala EMS-98.

Para estimar el daño de las edificaciones en Galicia, se han utilizado estas matrices de probabilidad de daños (tabla 3.9) únicamente para las intensidades VI - VII puesto que todas las intensidades están dentro de ese rango en la totalidad de municipios gallegos. De igual manera, no se incluyen las vulnerabilidades E y F al tratarse de construcciones hechas con normas sismorresistentes y no estar presentes en ningún territorio de la comunidad.

Clase de vulnerabilidad A						
	0	1	2	3	4	5
V	0,441	0,392	0,140	0,025	0,002	0,000
V-VI	0,325	0,388	0,2115	0,0645	0,0105	0,0005
VI	0,209	0,384	0,283	0,104	0,019	0,001
VI-VII	0,145	0,324	0,0314	0,165	0,047	0,005
VII	0,08	0,263	0,346	0,227	0,074	0,01
VII-VIII	0,045	0,169	0,287	0,286	0,168	0,045
VIII	0,01	0,075	0,227	0,346	0,262	0,08
VIII-IX	0,005	0,04	0,136	0,268	0,336	0,215
IX	0	0,005	0,044	0,191	0,409	0,351
IX-X	0	0,003	0,023	0,103	0,296	0,575
X	0	0	0,001	0,017	0,184	0,798

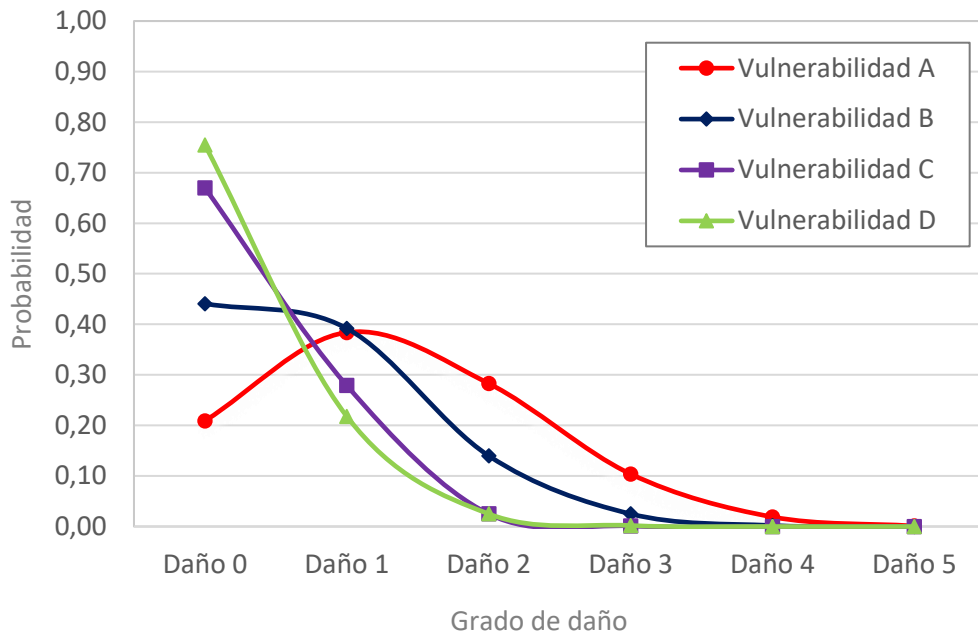
Clase de vulnerabilidad C						
	0	1	2	3	4	5
V	0,755	0,218	0,025	0,001	0	0
V-VI	0,7125	0,0248	0,036	0,0025	0	0
VI	0,67	0,279	0,047	0,004	0	0
VI-VII	0,556	0,336	0,093	0,014	0,001	0
VII	0,441	0,392	0,14	0,025	0,002	0
VII-VIII	0,325	0,388	0,211	0,064	0,011	0,001
VIII	0,209	0,384	0,283	0,104	0,019	0,001
VIII-IX	0,144	0,324	0,314	0,165	0,047	0,006
IX	0,08	0,263	0,346	0,227	0,074	0,01
IX-X	0,045	0,169	0,287	0,286	0,168	0,045
X	0,01	0,075	0,227	0,346	0,262	0,08

Clase de vulnerabilidad B						
	0	1	2	3	4	5
V	0,670	0,279	0,047	0,004	0,000	0,000
V-VI	0,5555	0,3355	0,0935	0,0145	0,001	0,000
VI	0,441	0,392	0,14	0,025	0,002	0,000
VI-VII	0,325	0,388	0,211	0,064	0,011	0,001
VII	0,209	0,384	0,283	0,104	0,019	0,001
VII-VIII	0,145	0,323	0,314	0,165	0,047	0,006
VIII	0,08	0,263	0,346	0,227	0,074	0,01
VIII-IX	0,045	0,169	0,287	0,286	0,168	0,045
IX	0,01	0,075	0,227	0,346	0,262	0,08
IX-X	0,005	0,04	0,136	0,268	0,336	0,215
X	0	0,005	0,044	0,191	0,409	0,351

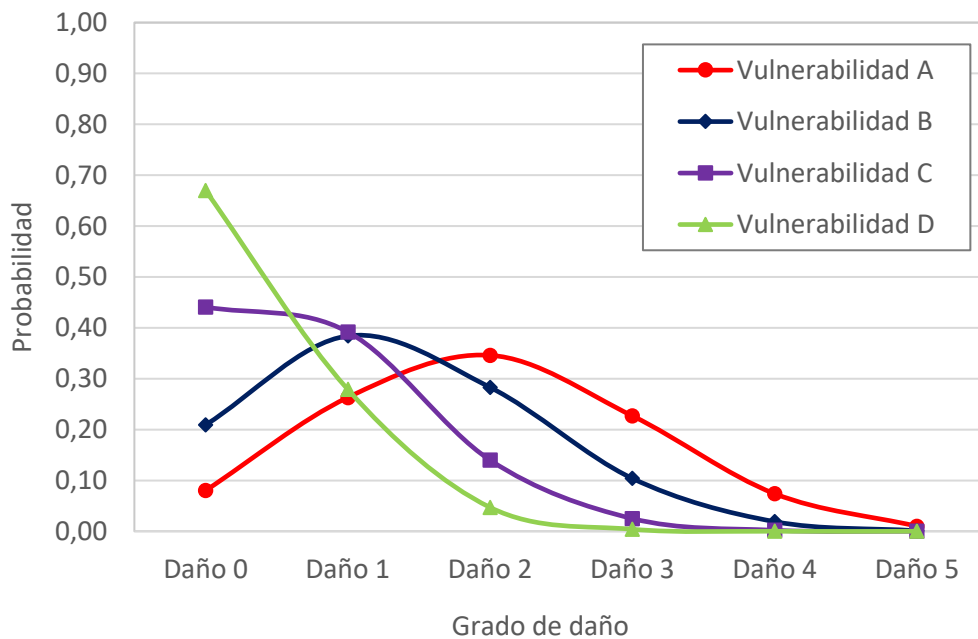
Clase de vulnerabilidad D						
	0	1	2	3	4	5
V	0,859	0,133	0,008	0	0	0
V-VI	0,807	0,1755	0,0165	0,001	0	0
VI	0,755	0,218	0,025	0,002	0	0
VI-VII	0,712	0,249	0,036	0,003	0	0
VII	0,67	0,279	0,047	0,004	0	0
VII-VIII	0,556	0,336	0,093	0,014	0,001	0
VIII	0,441	0,392	0,14	0,025	0,002	0
VIII-IX	0,325	0,388	0,211	0,064	0,011	0,001
IX	0,209	0,384	0,283	0,104	0,019	0,001
IX-X	0,144	0,324	0,314	0,165	0,047	0,006
X	0,08	0,263	0,346	0,227	0,074	0,01

**Tabla 3.9.** Matriz de vulnerabilidad modelo Irpinia.

En las siguientes gráficas 3.1 y 3.2 se puede observar gráficamente las matrices de vulnerabilidad para las intensidades VI y VII del EMS-98.



**Gráfica 3.1.** Matriz de vulnerabilidad de la intensidad VI.



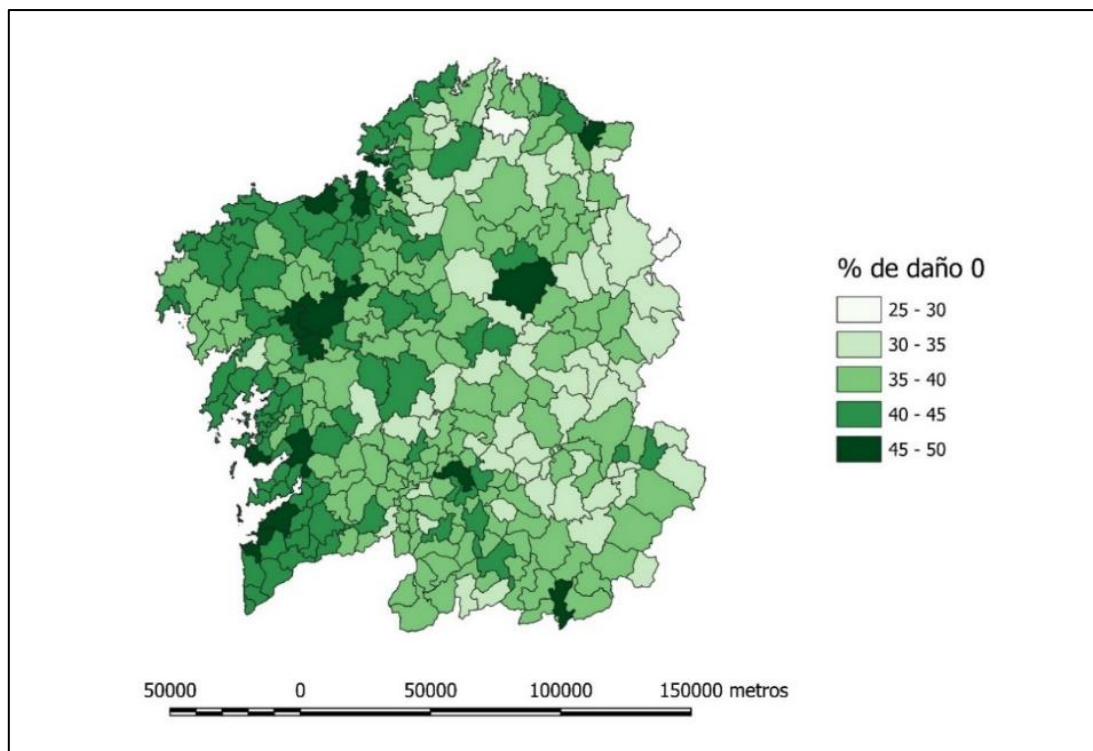
**Gráfica 3.2.** Matriz de vulnerabilidad de la intensidad VII.

Queda de manifiesto el hecho de que los edificios de clase de vulnerabilidad alta están expuestos a experimentar daños importantes, aunque se trate de bajas intensidades, y se demuestra la elevada influencia de la vulnerabilidad de las edificaciones en evento de desastres sísmicos.

### c. Resultados de la evaluación de daños en los edificios de Galicia

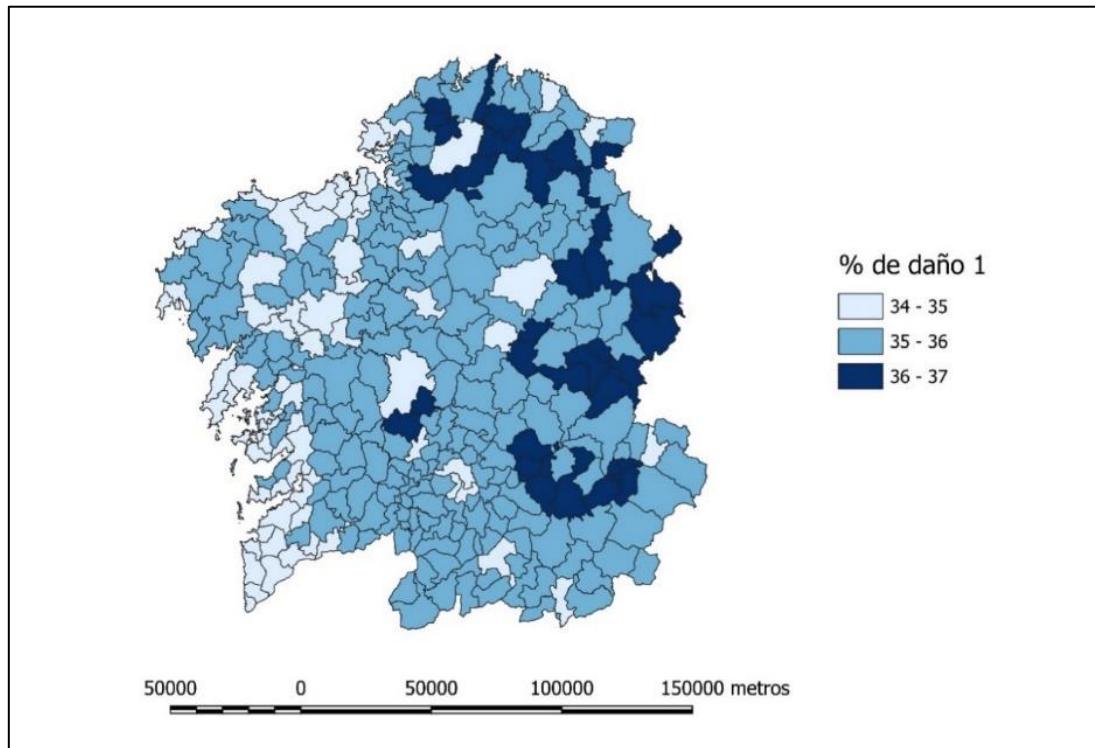
A continuación, se presentan seis mapas (figuras de 3.10 a 3.15) con la distribución de edificios de cada municipio para los seis grados de daño definidos anteriormente.

En la figura 3.10 se presenta la distribución de los edificios que no experimentarían ningún daño por la acción del terremoto. Puede observarse que la mayor cantidad de edificios sin daños se encuentran, mayormente, en los municipios que más se han desarrollado en los últimos años y que presentan clases de vulnerabilidades más altas.



**Figura 3.10.** Distribución de los edificios que no experimentarían daño alguno.

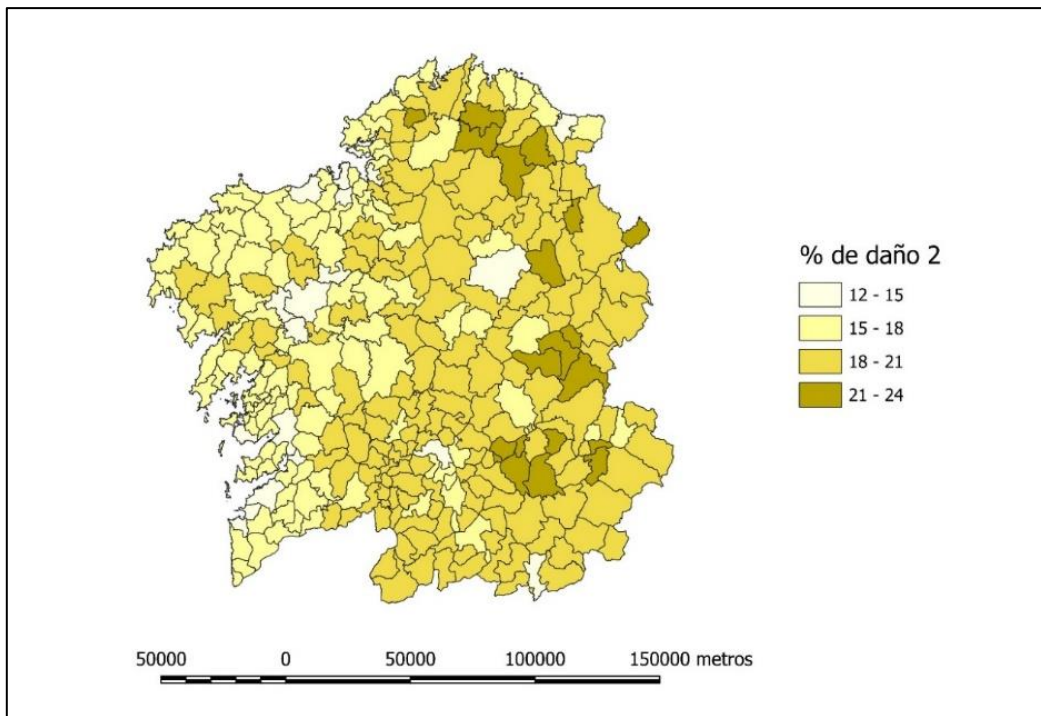
En la figura 3.11 se muestra la distribución de los edificios que sufrirían daño grado 1.



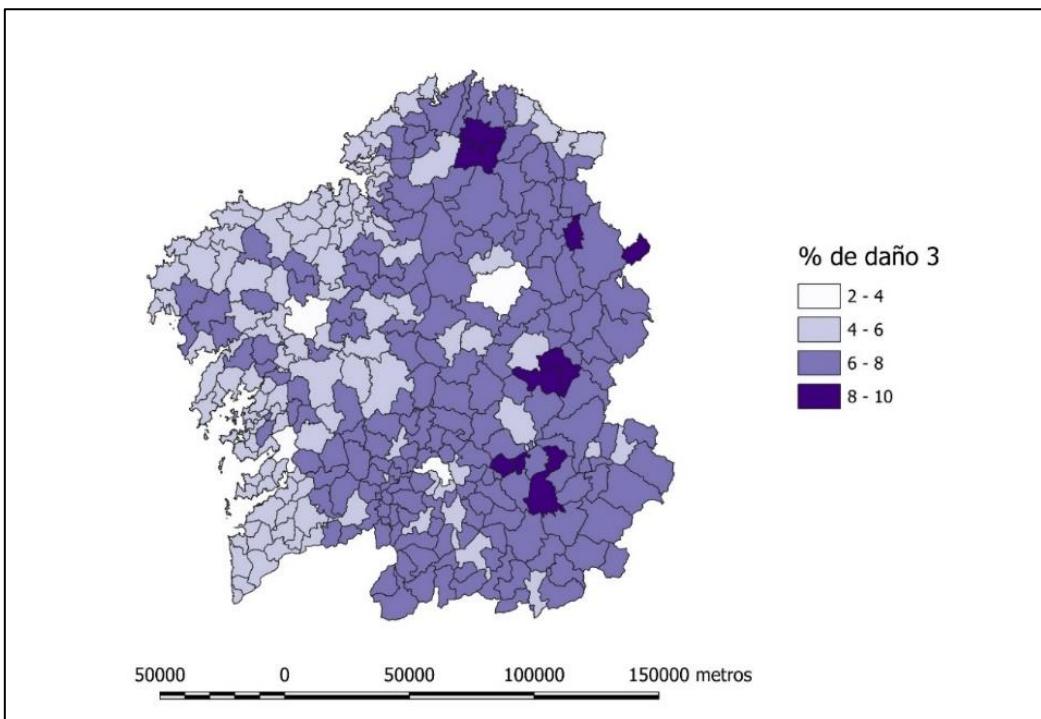
**Figura 3.11.** Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 1.

En la figura 3.12 y 3.13 se muestran las distribuciones de los edificios que sufrirían un daño de grado 2 y grado 3, respectivamente.



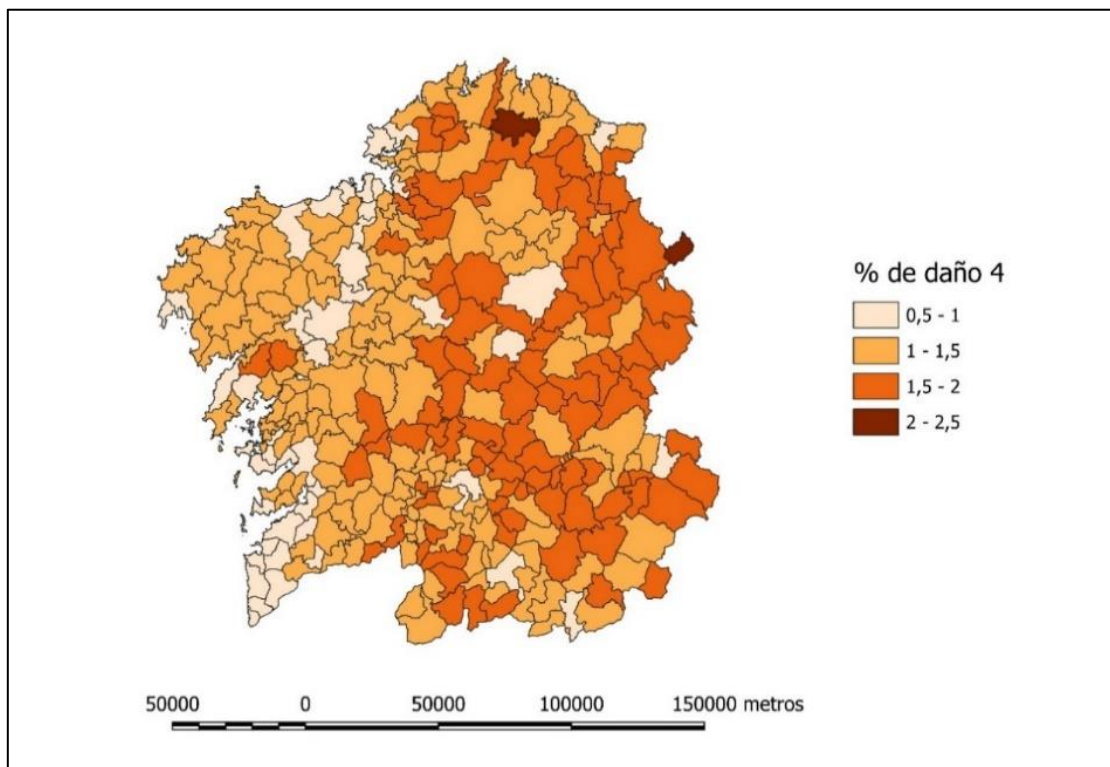


**Figura 3.12.** Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 2.



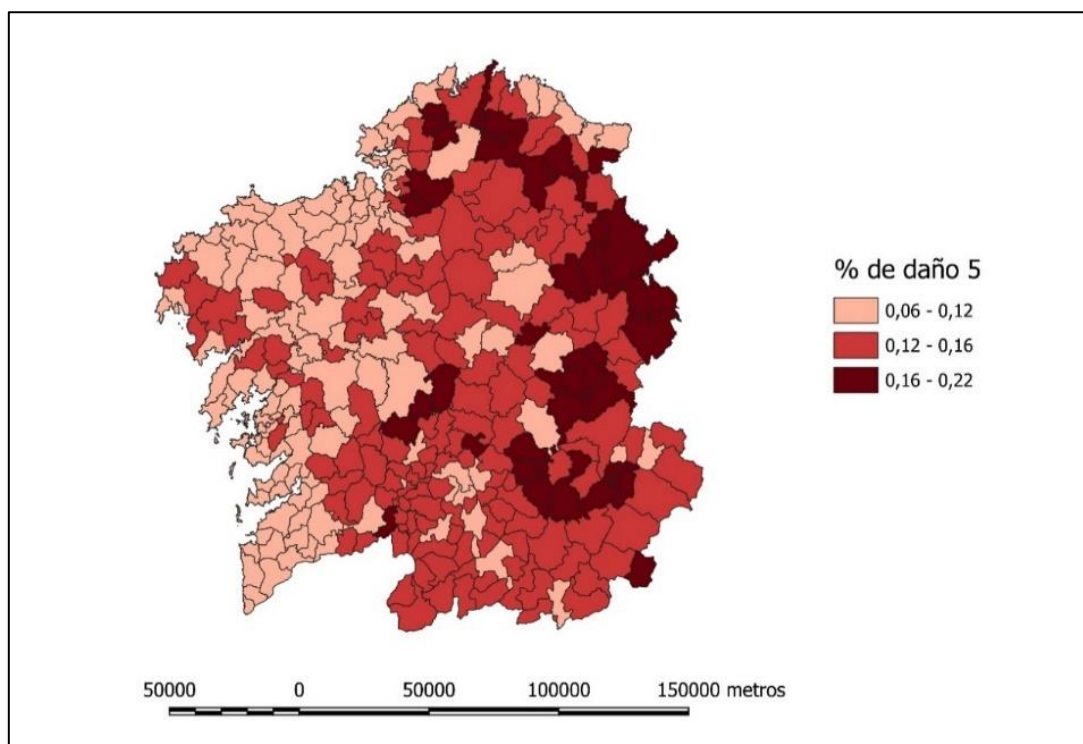
**Figura 3.13.** Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 3.

En la figura 3.14 se muestra la distribución de los edificios que sufrirían daño grado 4.



**Figura 3.14.** Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 4.

En la figura 3.15 se muestra la distribución de los edificios que sufrirían daño grado 5.

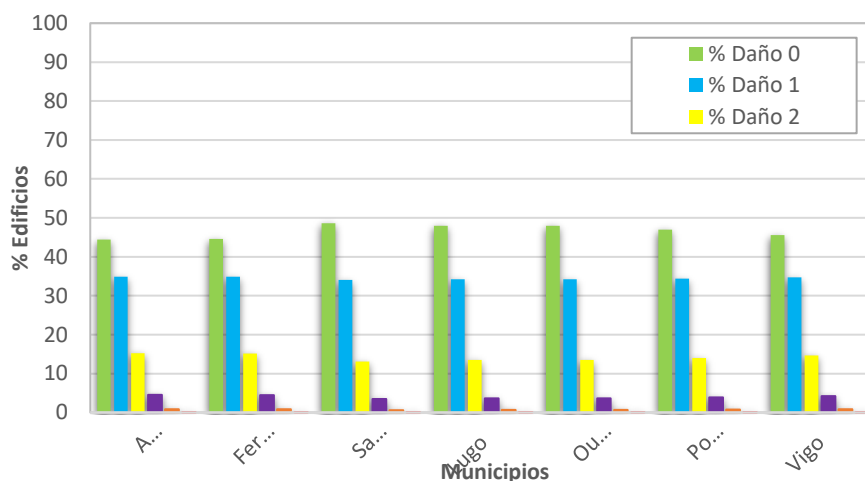


**Figura 3.15.** Distribución de los edificios que sufrirían daño de grado 5.

Como se puede observar a medida que va aumentando el grado de daño, va disminuyendo el porcentaje de edificios que sufrirían dicho daño por causas del seísmo. Esto coincide, además, con la distribución de las vulnerabilidades, de tal manera que los municipios con vulnerabilidades más altas son los más propensos a sufrir mayores daños.

#### **d. Daños en los municipios con una población superior a 50.000 habitantes**

En este apartado se presta especial atención, de nuevo, a los municipios que cuentan con una población superior a los 50.000 habitantes: Ferrol, Pontevedra, Lugo, Santiago de Compostela, Ourense, A Coruña y Vigo. De esta forma, la figura 3.16 muestra la distribución de los diferentes grados de daño en las edificaciones de estos municipios. En términos de proporción, se observa que los grados de daño 0 y 1 son los mayoritarios en todos los municipios. Esto es debido a que, al tratarse de los municipios más grandes en términos de población, son también los que presentan un crecimiento significativo en los últimos años en cuanto al número de edificaciones y, a su vez, en la calidad de su construcción.



**Figura 3.16.** Distribución de los grados de daño en los municipios con una población mayor a 50.000 habitantes.

### 3. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LAS PERSONAS

La cantidad de personas heridas o fallecidas como consecuencia de los efectos de un seísmo es una magnitud que depende de muchas variables. No se limita únicamente al número de edificaciones afectadas y las personas que se encuentran en ellas, sino que también está condicionada por factores como la época del año, el día y la hora en que ocurre el terremoto.

Para estimar el potencial número de personas afectadas por un terremoto, se ha empleado la metodología basada en la ATC-13 (1985). Este método, junto con otros, se detallan más adelante en el informe. Previamente, en la sección 4.1, se lleva a cabo un estudio de la población en Galicia, que abarca no solo la cantidad de habitantes en cada municipio, sino también la densidad de edificación en cada uno.

#### 3.1. POBLACIÓN DE GALICIA: CENSO DE POBLACIÓN Y DE EDIFICACIÓN

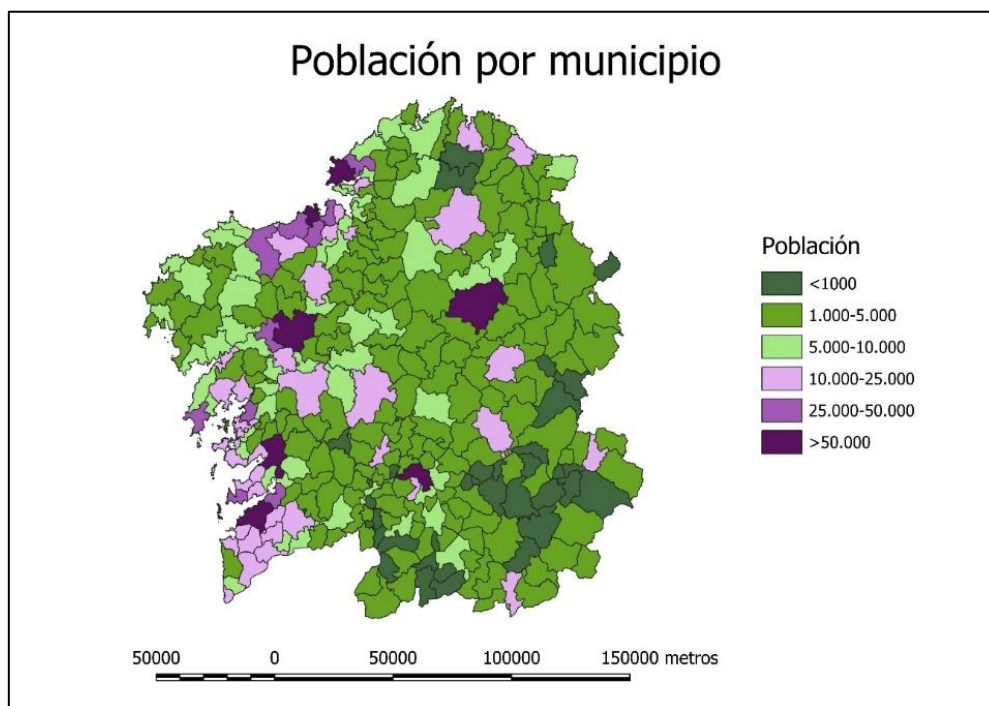
El conocimiento de la distribución de la población en una zona sometida a un estudio de riesgo sísmico es de primordial importancia para la estimación de las pérdidas humanas y del número de personas que podrían resultar lesionadas o perder sus viviendas por el efecto de un terremoto.

El censo realizado en 2021 para cada uno de los municipios de Galicia proporciona esta información crucial, permitiendo una evaluación precisa de la densidad de población en los distintos municipios. La población en Galicia, según el censo en el año 2021, era de 2.698.760 habitantes repartidos entre los diferentes municipios. Como se puede ver en la tabla 4.1, la mayoría de estos municipios tienen una población entre mil y cinco mil habitantes.

Habitantes	Nº de municipios
<1000	36
1000 - 5000	169
5000 - 10000	55
10000 - 25000	38
25000 - 50000	10
>50000	7

**Tabla 4.1.** Distribución de habitantes por municipio.

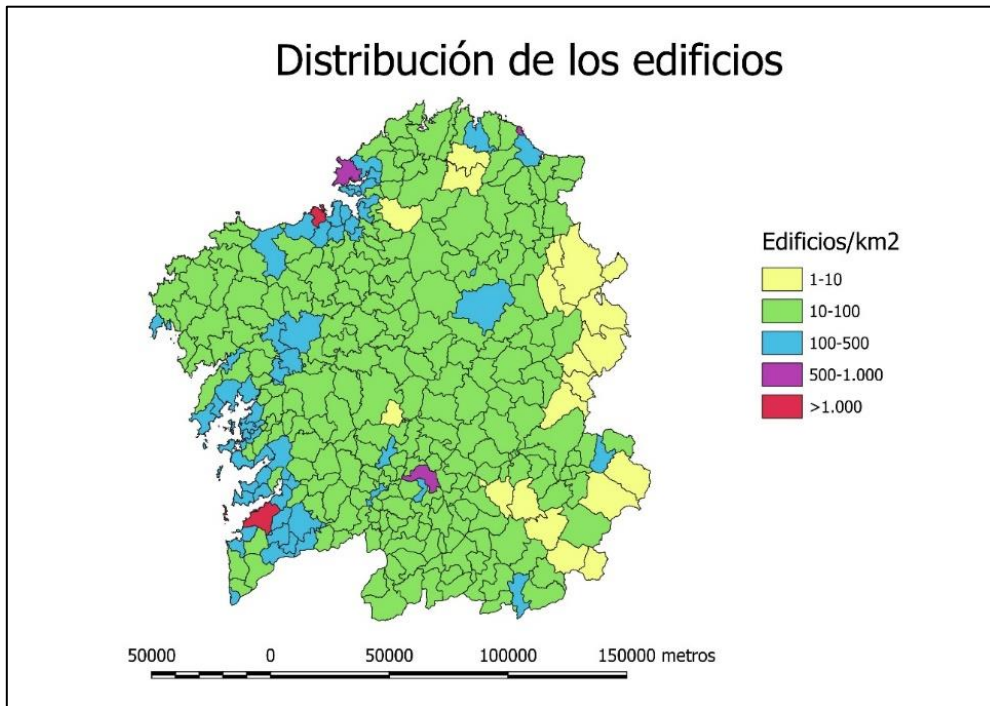
La siguiente figura 4.1 muestra esta distribución de los habitantes sobre el mapa de los municipios de Galicia.



**Figura 4.1.** Mapa de distribución de habitantes por municipio

El número de víctimas como resultado de la acción de los terremotos está directamente relacionado con el número de viviendas afectadas y de personas expuestas. Por lo tanto, es necesario tener información sobre la densidad de edificación de cada municipio.

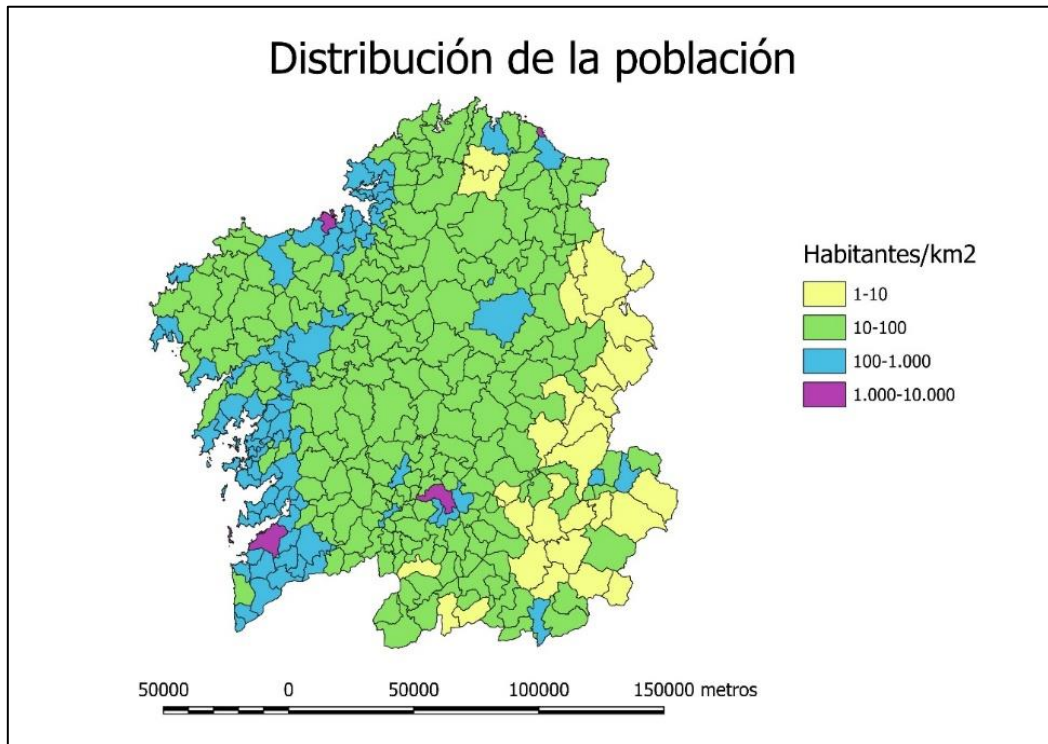
En la figura 4.2 se representa el número de edificios por cada kilómetro cuadrado en los diferentes municipios de Galicia.



**Figura 4.2.** Mapa de distribución de edificios por km2 por municipio.

La figura 4.3 muestra la densidad de población en cada uno de los municipios de Galicia. Se puede apreciar una correlación lógica con el mapa anteriormente presentado en la figura 4.2, ya que a mayor cantidad de habitantes hay en un municipio, mayor número de edificaciones, y viceversa.





**Figura 4.3.** Mapa de distribución de habitantes por km2 por municipio.

### 3.2. ESTIMACIÓN DE DAÑOS A LA POBLACIÓN

A la hora de valorar los daños a personas por efecto de los terremotos existen varias metodologías. Algunas de ellas consisten en la determinación de matrices o funciones de vulnerabilidad que estiman los muertos y heridos en los terremotos en función de los daños que sufren los edificios.

En concreto, en este estudio se ha realizado el cálculo de daños a la población según la metodología ATC-13 (1985), que tiene como principal ventaja el hecho de que aporta un porcentaje de víctimas para cada grado de daño (tabla 4.2), lo cual es bastante coherente con lo que se ha estado desarrollando en este estudio. Como inconveniente es que esta metodología había sido determinada para las viviendas del Estado de California en Estados Unidos y aunque explícitamente indica que estos porcentajes son utilizables para todo tipo de vivienda, hace referencia a las que han sido construidas en aquella región. A esto hay que añadir el hecho de que estos porcentajes fueron determinados partiendo de pasados terremotos ocurridos solo en Estados Unidos. Por estas razones, es importante precisar que los resultados obtenidos con la aplicación de esta metodología no necesariamente deberían corresponderse con la realidad; sin embargo, resultan orientativos y de mucha utilidad principalmente en aquellos en los que no se dispone de otra información más fiable.

Grado de daño	Heridos leves	Heridos graves	Muertos
1	3,3/10000	1,1/25000	1,1/100000
2	3/1000	1/2500	1/10000
3	3/100	1/250	1/1000
4	3/10	1/25	1/100
5	2/5	2/5	1/5

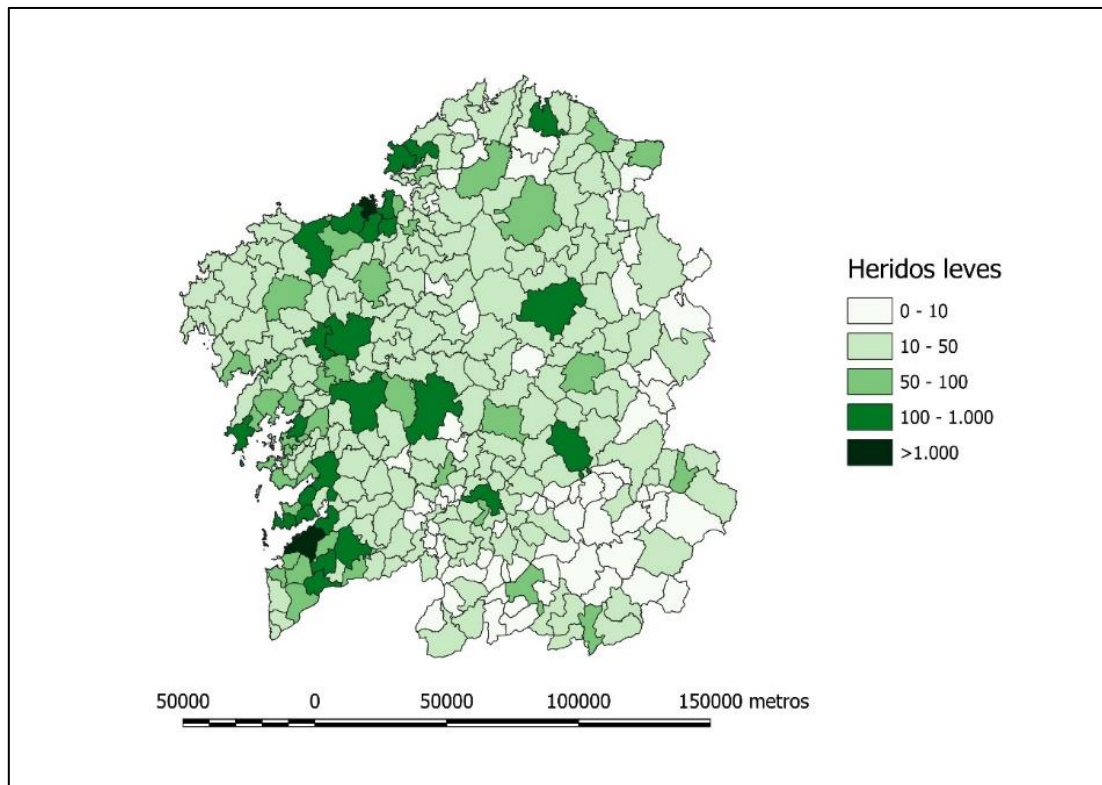
**Tabla 4.2.** Coeficientes de víctimas humanas en terremotos para cada grado de daño según ATC-13.

La estimación del número de habitantes por cada grado de daño en cada municipio se ha estimado dividiendo el número de habitantes totales en cada municipio por el número de edificios correspondientes.

Cabe destacar que todos los cálculos han sido realizados para una intensidad de terremotos de VI – VII puesto que, como se ha comentado con anterioridad en el informe, la totalidad de los municipios de Galicia se encuentran dentro de este rango de intensidades.

Los resultados obtenidos se representan en las figuras 4.4, 4.5 y 4.6 a continuación. Así mismo, en las tablas 4.3, 4.4 y 4.5 se muestra la relación de los municipios con el número de personas afectadas.

En la figura 4.4 se muestra la distribución del número de personas que resultarían heridas leves como consecuencia de los distintos daños que experimentan las edificaciones en las que viven por causa de un sismo en cada municipio.



**Figura 4.4.** Distribución del número de personas con heridas leves como consecuencia de la acción sísmica por cada municipio.

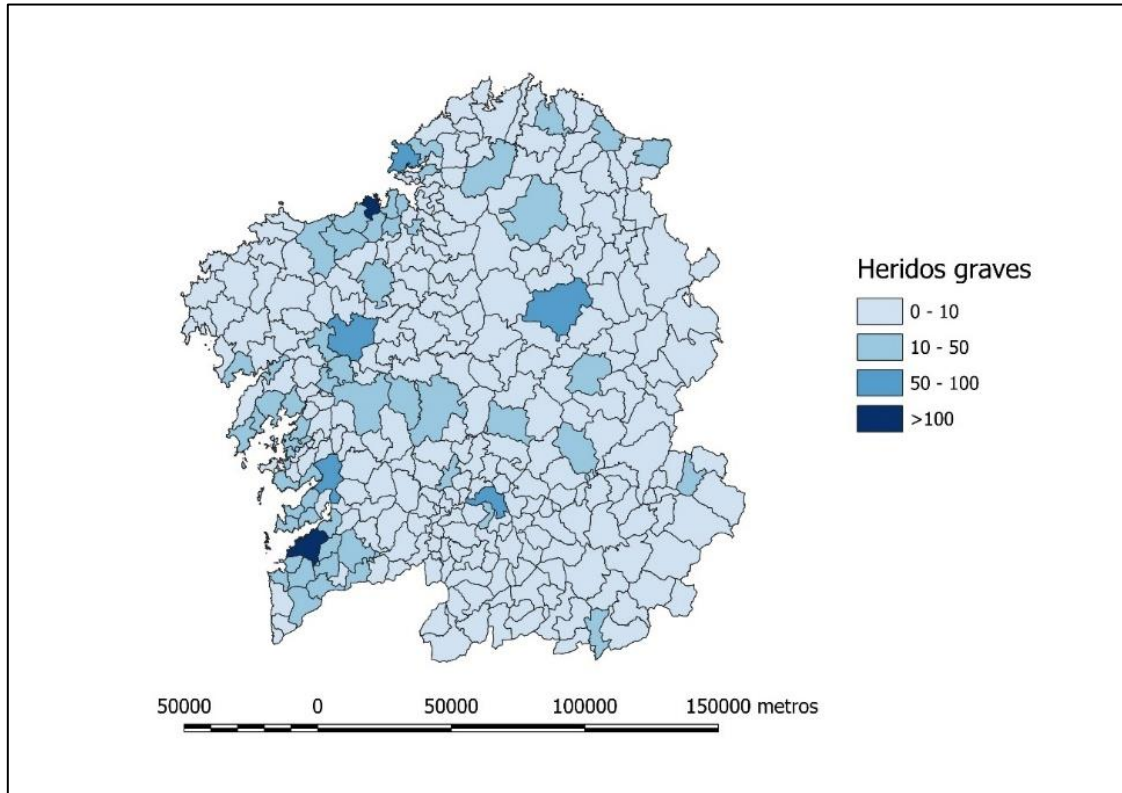
Como se puede observar, la mayoría de los municipios no superarían los 50 heridos leves, siendo Vigo y A Coruña los únicos dos municipios que superarían los 1.000, alcanzando valores de 1.331 y 1.190 heridos leves, respectivamente.

En la siguiente tabla 4.3 se representan los intervalos de heridos leves con el número de municipios totales por cada uno de ellos.

Nº de heridos leves	Nº de municipios
0 -10	70
10 - 50	179
50 - 100	39
100 - 1.000	25
> 1.000	2

**Tabla 4.3.** Distribución de heridos leves por municipios.

En la siguiente figura 4.5 se representa la distribución del número de personas heridas de gravedad como resultado de la acción sísmica característica de cada municipio.



**Figura 4.5.** Distribución del número de personas con heridas graves como consecuencia de la acción sísmica por cada municipio.

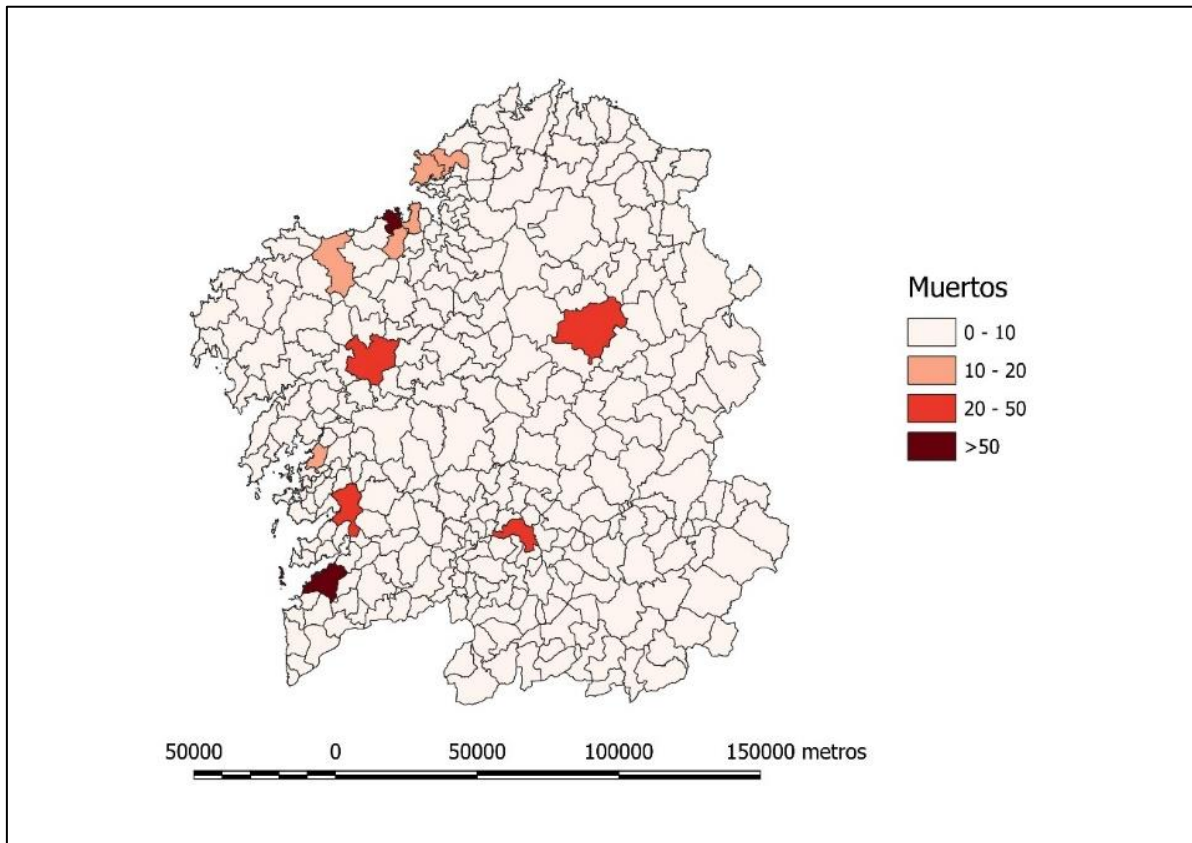
En este caso, la mayoría de los municipios no superarían los 10 heridos graves, siendo, de nuevo, Vigo y A Coruña los que mayor número presentarían: 253 y 227 heridos graves respectivamente.

En la tabla 4.4 se representa el número de municipios totales por cada intervalo de heridos graves.

Nº de heridos graves	Nº de municipios
0 - 10	254
10 - 50	54
50 - 100	5
>100	2

**Tabla 4.4.** Distribución de heridos graves por municipios.

Por último, en la figura 4.6 se representa el número de personas fallecidas por el efecto de un seísmo en cada municipio.



**Figura 4.6.** Distribución del número de personas fallecidas como consecuencia de la acción sísmica por cada municipio.

Nuevamente, la mayoría de los municipios no superarían los 10 fallecidos por causa de un seísmo. Vigo y A Coruña serían los municipios con mayor número de personas fallecidas, con 85 y 77 respectivamente.

En la tabla 4.5 se representa el número de municipios totales por cada intervalo de personas fallecidas.

Nº de muertos	Nº de municipios
0 - 10	303
10 - 20	6
20 - 50	4
>50	2

*Tabla 4.5. Distribución de personas fallecidas por municipios.*

## 4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS ESENCIALES

Entendemos por edificio esencial aquel cuyo incorrecto funcionamiento durante una crisis sísmica y en los momentos posteriores puede impedir o dificultar las acciones necesarias para reducir sus efectos y restablecer el funcionamiento habitual de los servicios a la población.

Con el fin de establecer el grado de garantía de estos servicios durante una crisis sísmica, en esta sección se evalúa la vulnerabilidad de los servicios de extinción de incendios y salvamento, y la red hospitalaria.

Esta evaluación se ha llevado a cabo sin adentrarse en un análisis estructural y funcional detallado de cada uno de los edificios considerados, algo que excede el alcance de este proyecto. El estudio presentado se fundamenta en el mismo método desarrollado para evaluar las edificaciones, para el cual se requiere una cantidad muy limitada de datos sobre los edificios, así como la zona sísmica en la que se ubican.

Este estudio ha permitido realizar una evaluación inicial del comportamiento post-terremoto de un total de 34 parques de bomberos y 48 hospitales. Esto se ha logrado a partir de la distribución de daños calculada para cada situación.

### 4.1. METODOLOGÍA

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los parques de bomberos y hospitales se ha seguido, como se ha mencionado anteriormente, la misma metodología que para las edificaciones, ya que sus características estructurales son similares y no difieren demasiado. Esta metodología es de carácter estadístico y se basa en tres parámetros: la altura, el año de construcción y la ubicación del edificio. Según esta metodología, cada edificación puede ser clasificada en una de las 18 tipologías estructurales predefinidas que se han descrito en la tabla 3.2 (Clasificación de los edificios de vivienda en clases de vulnerabilidad de la EMS-98). Cada una de estas tipologías se caracteriza por una distribución de probabilidad de pertenencia a las clases de vulnerabilidad A, B, C y D, definidas según la escala EMS-98 (González et al., 2001).

#### a. Estimación del daño potencial para cada tipología y distintas intensidades

La estimación de los daños que experimenta una edificación ante un evento sísmico de una determinada intensidad  $I$  se ha realizado utilizando matrices de probabilidad de daño  $P[GD = d|V, I]$  (tabla 5.1). Estas matrices han sido calculadas por Chávez (1998) para las clases de vulnerabilidad A, B, C y D, para los grados de daño desde  $GD_0$  (no daño) hasta  $GD\%$  (colapso estructural), y para los grados de intensidad de V a X en la escala EMS-98.

Para cada tipología estructural, definida como una combinación de clases de vulnerabilidad, la probabilidad de observar un grado de daño  $d$  ( $P[GD = d]$ ) se puede determinar aplicando el teorema de probabilidad total (Benjamín y Cornell, 1970) según:



$$P[GD = d] = \sum P[GD = d|V, I] * P[V] * P[I] \quad (5.1)$$

Donde:

- $P[GD = d|T, I]$ : probabilidad condicionada de que se observe un grado de daño  $DG = d$  dada la intensidad  $I$  y la clase de vulnerabilidad  $V$ .
- $P[V]$ : Probabilidad de que el edificio pertenezca a la clase de vulnerabilidad  $V$ .
- $P[I]$ : Probabilidad de que ocurra un terremoto de intensidad  $I$ .

Considerando la intensidad macrosísmica de manera determinista, es decir,  $P[I]=1$ , los resultados estarán vinculados al mismo periodo de retorno utilizado en la estimación de la intensidad.

$$P[GD = d] = \sum P[GD = d|V] * P[V] \quad (5.2)$$

Basándose en la ecuación anterior, se puede calcular la distribución de probabilidad para observar un grado de daño  $GD$  para una intensidad  $I$ . Por ende, la probabilidad acumulada de obtener un grado de daño  $D \geq d_j$ ,  $j=1...5$ , será:

$$P[GD = D \geq d_j] = 1 - \sum P[GD = d_i], \text{ con } i = 0, \dots, j - 1 \quad (5.3)$$

	GD0	GD1	GD2	GD3	GD4	GD5
<b>V</b>						
A	0,4410	0,3920	0,1400	0,0250	0,0020	0,0000
B	0,6700	0,2790	0,0470	0,0040	0,0000	0,0000
C	0,7550	0,2180	0,0250	0,0010	0,0000	0,0000
D	0,8590	0,1330	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000
<b>V-VI</b>						
A	0,3250	0,3880	0,2115	0,0645	0,0102	0,0005
B	0,5555	0,3355	0,0935	0,0145	0,0010	0,0000
C	0,7125	0,2485	0,0360	0,0025	0,0000	0,0000
D	0,8070	0,1755	0,0165	0,0010	0,0000	0,0000
<b>VI</b>						
A	0,2090	0,3840	0,2830	0,1040	0,0190	0,0010
B	0,4410	0,3920	0,1400	0,0250	0,0020	0,0000
C	0,6700	0,2790	0,0470	0,0040	0,0000	0,0000
D	0,7550	0,2180	0,0250	0,0020	0,0000	0,0000
<b>VI-VII</b>						
A	0,1450	0,3240	0,3140	0,1650	0,0470	0,0050
B	0,3250	0,3880	0,2110	0,0640	0,0110	0,0010
C	0,5560	0,3360	0,0930	0,0140	0,0010	0,0000
D	0,7120	0,2490	0,0360	0,0030	0,0000	0,0000
<b>VII</b>						
A	0,0800	0,2630	0,3460	0,2270	0,0740	0,0100
B	0,2090	0,3840	0,2830	0,1040	0,0190	0,0010
C	0,4410	0,3920	0,1400	0,0250	0,0020	0,0000
D	0,6700	0,2790	0,0470	0,0040	0,0000	0,0000
<b>VII-VIII</b>						
A	0,0450	0,1690	0,2870	0,2860	0,1680	0,0450
B	0,1450	0,3230	0,3140	0,1650	0,0470	0,0060
C	0,3250	0,3880	0,2110	0,0640	0,0110	0,0010
D	0,5560	0,3360	0,0930	0,0140	0,0010	0,0000
<b>VIII</b>						
A	0,0100	0,0750	0,2270	0,3460	0,2620	0,0800
B	0,0800	0,2630	0,3460	0,2270	0,0740	0,0100
C	0,2090	0,3840	0,2830	0,1040	0,0190	0,0010
D	0,4410	0,3920	0,1400	0,0250	0,0020	0,0000
<b>VIII-IX</b>						
A	0,0050	0,0400	0,1360	0,2680	0,3360	0,2150
B	0,0450	0,1690	0,2870	0,2860	0,1680	0,0450
C	0,1440	0,3240	0,3140	0,1650	0,0470	0,0060
D	0,3250	0,3880	0,2110	0,0640	0,0110	0,0010
<b>IX</b>						
A	0,0000	0,0050	0,0440	0,1910	0,4090	0,3510
B	0,0100	0,0750	0,2270	0,3460	0,2620	0,0800
C	0,0800	0,2630	0,3460	0,2270	0,0740	0,0100
D	0,2090	0,3840	0,2830	0,1040	0,0190	0,0010
<b>IX-X</b>						
A	0,0000	0,0030	0,0230	0,1030	0,2960	0,5750
B	0,0050	0,0400	0,1360	0,2680	0,3360	0,2150
C	0,0450	0,1690	0,2870	0,2860	0,1680	0,0450
D	0,1440	0,3240	0,3140	0,1650	0,0470	0,0060
<b>X</b>						
A	0,0000	0,0000	0,0010	0,0170	0,1840	0,7980
B	0,0000	0,0050	0,0440	0,1910	0,4090	0,3510
C	0,0100	0,0750	0,2270	0,3460	0,2620	0,0800
D	0,0800	0,2630	0,3460	0,2270	0,0740	0,0100

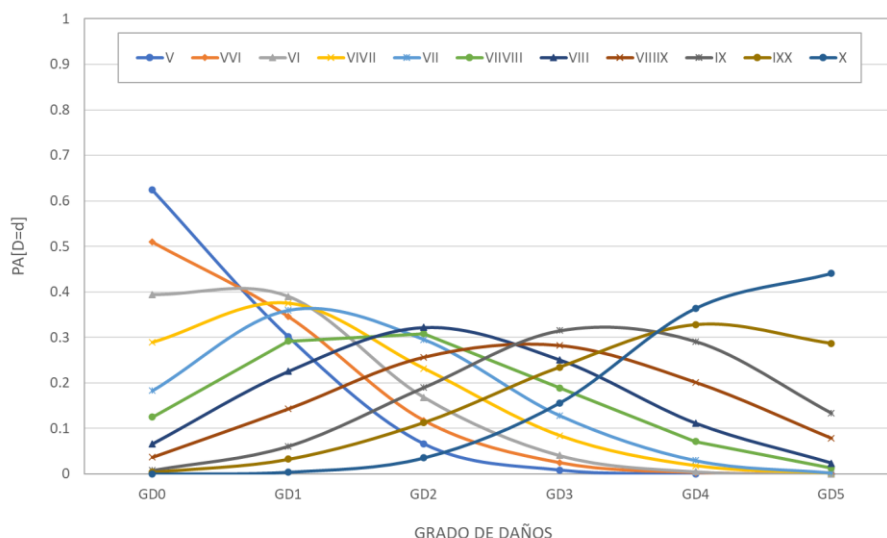
Tabla 5.1. Matrices de probabilidad de daño  $P[GD=d|V,I]$ , según Chávez (1998)

La probabilidad de pertenencia a cada clase de vulnerabilidad ( $P[V]$ ) se calcula siguiendo el criterio establecido en la tabla 3.2. Por ejemplo, para la Tipología 1 se tiene un 20% de probabilidad de tener una vulnerabilidad de tipo A y un 80% de tipo B, y así sucesivamente para las demás tipologías mencionadas en la tabla.

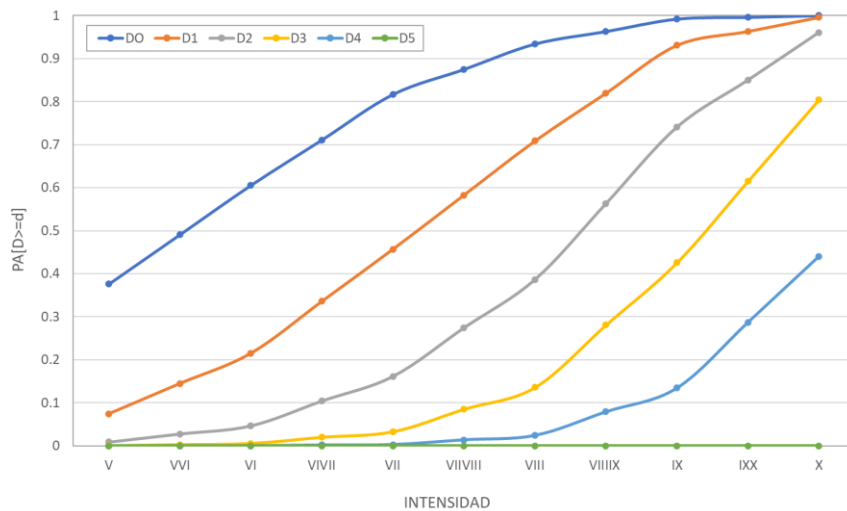
Utilizando estos valores de  $P[V]$  y las matrices de probabilidad de daño ( $P[GD = d|V, I]$ ), se determina a través de la expresión 5.2, la probabilidad de observar un grado de daño específico ( $P[GD = d]$ ) en cada uno de los edificios esenciales para el valor de intensidad sísmica de la zona en la que se encuentran. Asimismo, utilizando la expresión 5.3 se calcula la probabilidad acumulada de obtener un grado de daño  $D \geq d_j$ ,  $j=1...5$ ,  $P[GD=D \geq d_j]$ , esencial para definir la curva de fragilidad del edificio. Este concepto será abordado en detalle en el capítulo dedicado a hospitales (Sección 5.2.2).

En la gráfica 5.1 se representa la probabilidad de sufrir daños para edificios de tipología 1. Estas líneas se generan uniendo los puntos correspondientes a la matriz de probabilidad detallada en la tabla 5.1. Como se puede observar, la probabilidad de experimentar un grado específico de daño disminuye a medida que aumentan estos grados de daño. En contraste, para intensidades más altas, esta relación se invierte, mostrando un aumento en la probabilidad de experimentar daños significativos.

En la gráfica 5.2 se representan líneas de probabilidad de daño acumulado en relación con la intensidad. Es evidente que a intensidades que superan el grado VIII, se observa un incremento notable en la pendiente de la probabilidad acumulada para los grados de daño 2, 3 y 4. En contraste, la probabilidad acumulada para el grado de daño 5 es prácticamente nula.



**Gráfica 5.1.** Probabilidades de daño para edificios de tipología 1 para distintos valores de intensidad.



**Gráfica 5.2.** Probabilidad de daño acumulada para la Tipología 1 para distintos valores de intensidad.

▪ **Clasificación del comportamiento post-terremoto de los edificios esenciales**

Una vez identificada la tipología de un edificio esencial, calculadas las probabilidades de daño asociadas a esa tipología, y a la intensidad sísmica correspondiente a la zona en la que se encuentra le edificio, es posible prever su respuesta después de un terremoto a partir de la curva de distribución de daños obtenida.

Las curvas de distribución de daños pueden agruparse por similitud entre ellas en un número limitado de formas características que reflejan otros tantos comportamientos. González et al. (2000) proponen 4 clases de comportamiento post-terremoto basadas en 4 distribuciones características de daños que se resumen en la tabla 5.2

Comportamiento	Calificación desempeño	Criterios
C1	Indemne	Menos 10% de daño $\geq$ D2
C2	Operativo	Entre un 10-40% de daño $\geq$ D2 Entre un 0-15% de daño $\geq$ D3
C3	No operativo / Habitable	Un 40% o más de daño $\geq$ D2 Entre un 15-40% de daño $\geq$ D3
C4	No operativo / No habitable	Más del 50% de daño $\geq$ D3 Más del 20% de daño $\geq$ D4

**Tabla 5.2** Clasificación del comportamiento post-terremoto de edificios esenciales según González et al. (2000).

Esta clasificación se ha realizado a partir del estudio detallado de todos los comportamientos de todas las tipologías para todas las intensidades desde intensidad V a X, cada medio grado de intensidad. Estos comportamientos se podrían definir según:

- Comportamiento 1 (C1): se distingue por la baja probabilidad de daños (menos del 10% de probabilidad de experimentar daños de grado 2 o superiores). En estas situaciones, se considera que el edificio quedaría indemne.
- Comportamiento 2 (C2): se caracteriza por daños poco probables (entre 0 y 15% de probabilidad de sufrir daños de grado 3 o superior, y entre 10 y 40% de probabilidad de sufrir daños de grado 2 o superior). En estos casos, se considera que la instalación sigue operativa, aunque se recomienda una revisión del edificio.
- Comportamiento 3 (C3): está caracterizado por daños graves probables (entre 15 y 40% de probabilidad de sufrir daños de grado 3 o superior, y más del 40% de probabilidad de sufrir daños de grado 2 o superior). En estas situaciones se considera que la instalación quedaría no operativa, pero el edificio seguiría siendo habitable.
- Comportamiento 4 (C4): se caracteriza por daños graves (con una probabilidad de más del 20% de sufrir daños de grado 4 o superior y más del 50% de probabilidad de sufrir daños de grado 3 o superior). En este caso, se considera que la instalación quedaría no operativa y la edificación no sería habitable.

#### ○ **Resultados**

##### • **Clasificación de los parques de bomberos**

Según lo estimado anteriormente en el estudio de peligrosidad para cada municipio de Galicia, en todos ellos la intensidad sísmica se corresponde con un intervalo de VI-VII.

En las siguientes tablas 5.3 y 5.4 se recogen los parques de bomberos de Galicia con comportamiento 1 o 2, respectivamente, indicando además la tipología estructural a la que pertenecen.

Municipio	Parque de Bombero	Tipología	Comportamiento
Ourense	Ourense	13	C1
Ferrol	Ferrol	13	C1
A Coruña	Parque de Bombeiros de A Coruña	13	C1
Pontevedra	Parque Municipal de Bombeiros de Pontevedra	13	C1
Vigo	Parque de Bombeiros Teis-Vigo	13	C1
Vigo	Parque Municipal de Bombeiros de Vigo (Coruxo)	13	C1

Santiago de Compostela	Santiago de Compostela	13	C1
Lugo	Lugo	1	C2
Monforte de Lemos	Monforte de Lemos	16	C2
Verín	Verín	16	C2
Arteixo	Arteixo	16	C2
Carballo	Carballo	16	C2
Ordes	Ordes	16	C2
Ribeira	Bomberos da Dor	16	C2
Vilagarcía de Arousa	Bombeiros de Galicia	16	C2
Betanzos	Betanzos	16	C2
Boiro	Boiro	16	C2
Arzúa	Arzúa	16	C2
Ribadumia	Ribadumia	16	C2
Silleda	SPEIS Deza Tabeirós	16	C2
A Rúa	Parque de Bombeiros de Valdeorras	16	C2
Xinzo de Limia	Bombeiros A Limia	16	C2
O Carballiño	Parque de Bombeiros O Carballiño – O Ribeiro	16	C2
As Pontes de García Rodríguez	Parque de Bombeiros do Eume	16	C2
Cee	Parque de Bombeiros Costa da Morte	16	C2
Santa Comba	Parque de Bombeiros Santa Comba	16	C2
Narón	Parque de Bombeiros de Narón	16	C2
Porriño	Porriño	16	C2



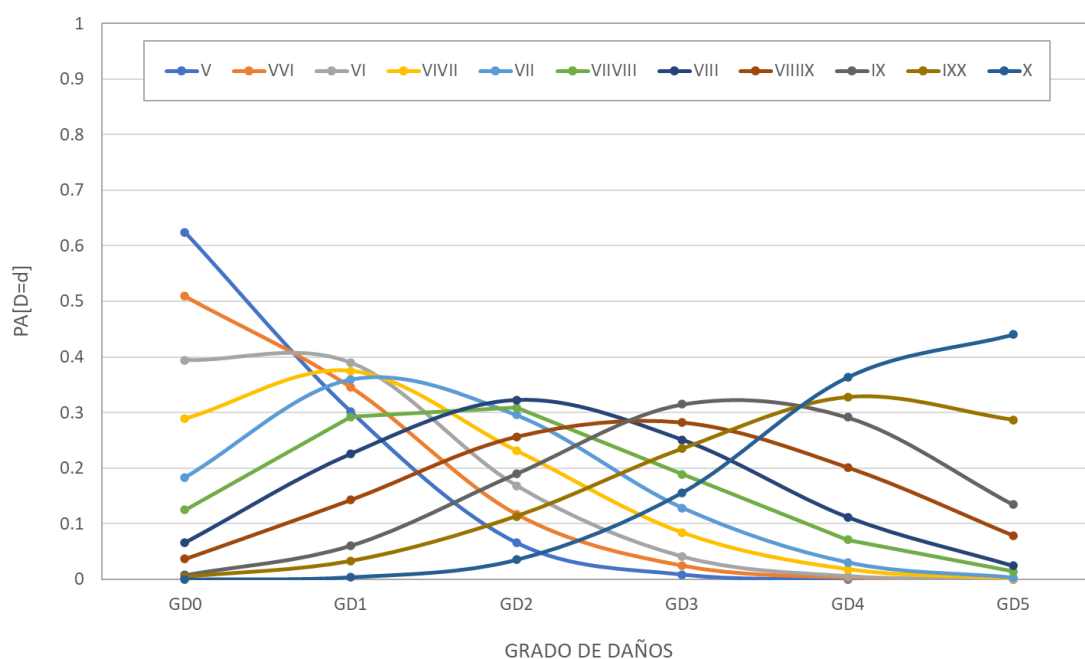
Bueu	Bombeiros do Morrazo	16	C2
Barreiros	Parque de Bombeiros da Mariña	16	C2
Chantada	Parque de Bombeiros Chantada	16	C2
Sarria	Parque de Bombeiros de Sarria	16	C2
Vilalba	Parque de Bombeiros de Vilalba	16	C2
Viveiro	Parque de Bombeiros de Viveiro	16	C2

**Tabla 5.3** *Parques de bomberos de Galicia clasificados según su tipología y comportamiento.*

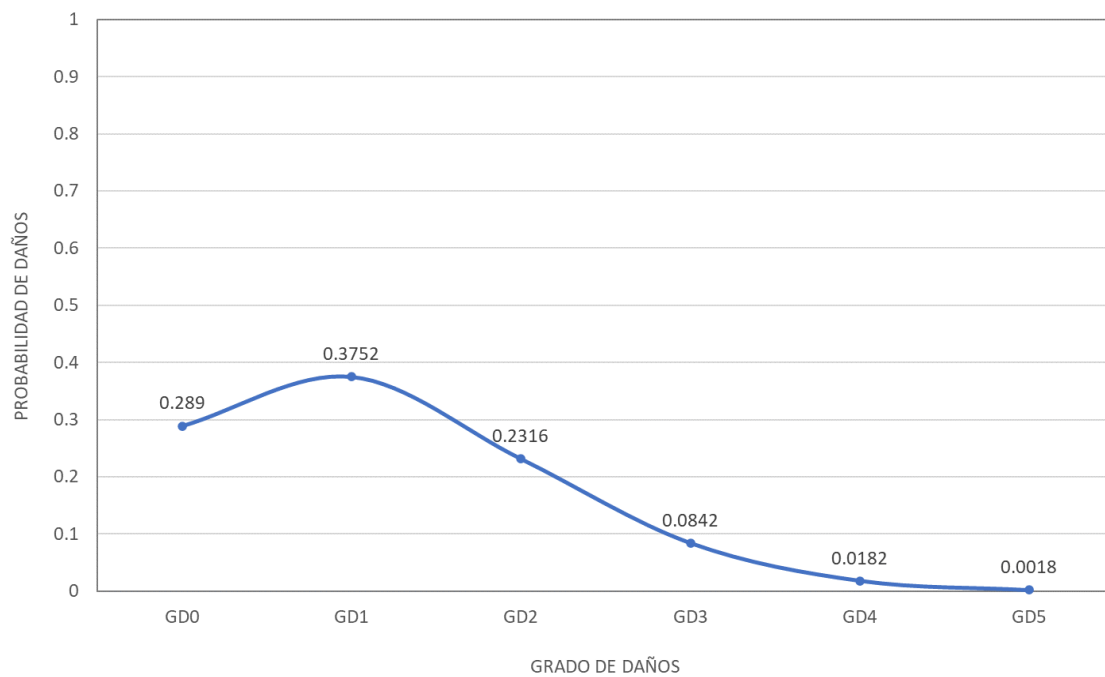
A continuación, se detalla la distribución de probabilidad de daños para cada tipología presente en los diversos parques:

### Tipología 1

Edad	Plantas	Zona
<1950	< 5 plantas	Urbana



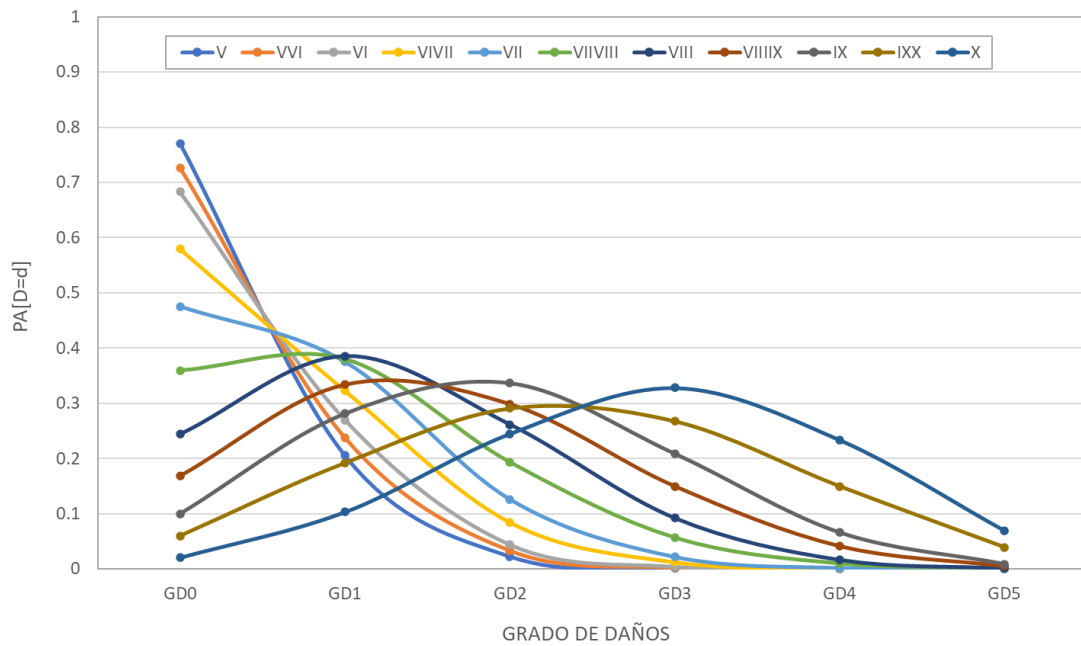
**Gráfica 5.3.** Curvas de probabilidad de daño en parques de bomberos de tipología 1 para diferentes intensidades sísmicas.



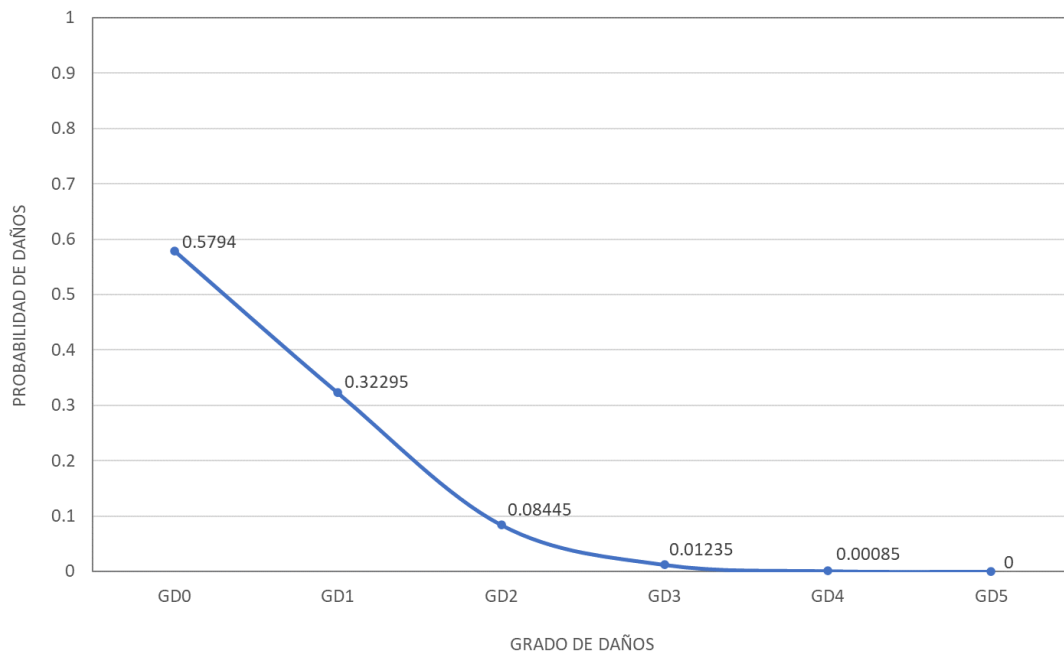
**Gráfica 5.4.** Probabilidad de daño para parques de bomberos de tipología 1 en zonas de intensidad sísmica VI-VII.

#### **Tipología 13**

Edad	Plantas	Zona
> 1970	< 5 plantas	Urbana



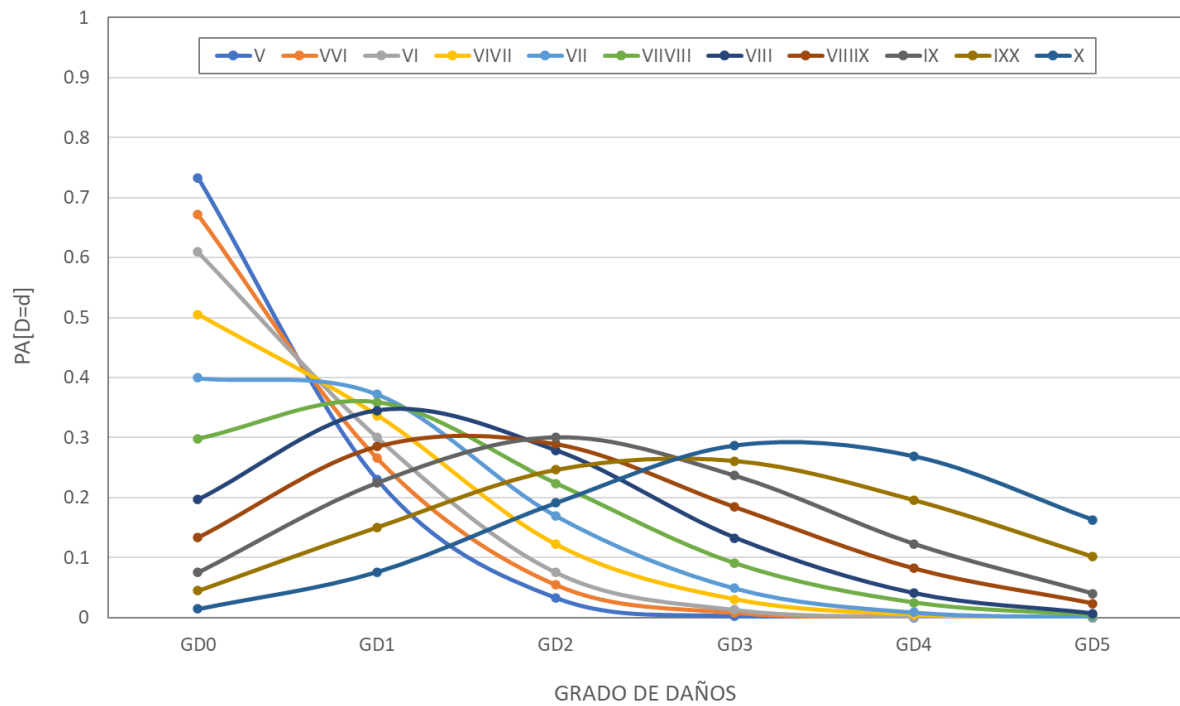
**Gráfica 5.5.** Curvas de probabilidad de daño en edificios de tipología 13 para diferentes intensidades sísmicas.



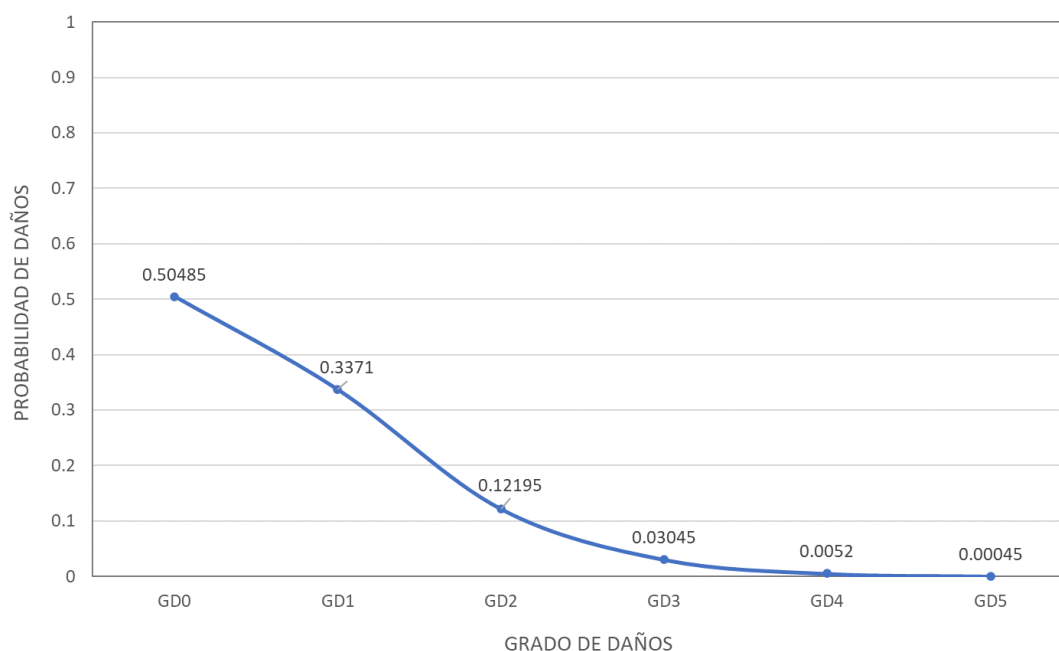
**Gráfica 5.6.** Probabilidad de daño para parques de bomberos de tipología 13 en zonas de intensidad sísmica VI-VII.

### **Tipología 16**

Edad	Plantas	Zona
> 1970	< 5 plantas	Rural



**Gráfica 5.7.** Curvas de probabilidad de daño en edificios de tipología 16 para diferentes intensidades sísmicas.



**Gráfica 5.8.** Probabilidad de daño para parques de bomberos de tipología 16 en zonas de intensidad sísmica VI-VII.

#### ▪ Clasificación de los hospitales

La evaluación de la vulnerabilidad de los hospitales se llevará a cabo de manera particular, ya que un hospital es un sistema complejo con numerosos componentes sísmicamente vulnerables, frecuentemente más frágiles que la estructura que los alberga y su funcionamiento depende de ellos. Para ello es necesario conocer la fragilidad de estas edificaciones y establecer un modelo que defina el estado del sistema tras el evento sísmico.

Así, procederemos inicialmente con una primera evaluación de la estructura del edificio utilizando la misma metodología que se aplicó en el caso de los parques de bomberos para, posteriormente, evaluar el concepto de fragilidad.

##### 1.1.1.1 Clasificación de los hospitales según tipologías y comportamiento post-terremoto

En la tabla 5.5 se registran todos los hospitales de Galicia, indicando su comportamiento, considerando la intensidad sísmica de la parroquia en la que se encuentran (de acuerdo con el estudio de peligrosidad sísmica realizado con anterioridad su valor es VI-VII) y teniendo en cuenta su tipología (Tabla 3.2).

**Tabla 5.5.** Clasificación del comportamiento de los Hospitales de Galicia.

Municipio	Hospital	Tipología	Comportamiento
Santiago de Compostela	Hospital Hm Rosaleda-Hm La Esperanza	1	C2
A Coruña	Centro Oncológico de Galicia	1	C2

Santis	Hestia La Robleda	1	C2
Pontevedra	Grupo Quironsalud Pontevedra	1	C2
Vigo	Hestia San José	1	C2
Vigo	Fremap, Hospital de Vigo	1	C2
A Coruña	Hospital Abente y Lago	1	C2
Santiago de Compostela	Hospital Psiquiátrico do Conxo	1	C2
Vigo	Hospital Nicolás Peña	1	C2
Mos	Hospital do Rebullón	1	C2
Barbadás	Hospital Piñor	4	C2
A Coruña	Hospital Quironsalud A Coruña	7	C2
Vigo	Concheiro Centro Médico Quirúrgico	7	C2
Vigo	Clínica Residencia El Pinar	7	C2
Lugo	Hospital Quirón Salud Lugo	7	C2
Ourense	Centro Médico El Carmen	7	C2
Lugo	Hospital de Calde	7	C2
Ourense	Sanatorio Psiquiátrico Doctor Troncoso	7	C2
Vigo	Vithas Hospital Nosa Señora de Fátima	9	C2
Ourense	Clínica Santa Teresa	9	C2
A Coruña	Complejo Hospitalario Universitario A Coruña	13	C1
A Coruña	Hm Modelo-Belén	13	C1
Ferrol	Hospital Ribera Juan Cardona	13	C1
Cee	Hospital Público Virxe da Xunqueira	13	C1
Vigo	Centro Médico Pintado	13	C1
Vigo	Hospital Álvaro Cunqueiro	13	C1

Lugo	Complexo Hospitalario Universitario de Lugo	13	C1
Lugo	Hospital Ribera Polusa	13	C1
Ourense	Complexo Hospitalario Universitario de Ourense	13	C1
Bergondo	Centro Médico Euroespes	13	C1
A Coruña	Hospital Teresa Herrera	13	C1
A Coruña	Hospital Marítimo de Oza	13	C1
A Coruña	Clínica Tilve	13	C1
Santiago de Compostela	Hospital de Conxo	13	C1
Vigo	Hospital do Meixoeiro	13	C1
Ribeira	Hospital Público da Barbanza	14	C2
A Coruña	Hospital San Rafael	15	C2
Ferrol	Complexo Hospitalario Universitario de Ferrol	15	C2
Santiago de Compostela	Complexo Hospitalario Universitario de Santiago	15	C2
Pontevedra	Complexo Hospitalario Universitario de Pontevedra	15	C2
Vigo	Hospital Ribera Povisa	15	C2
Pontevedra	Hospital Montecelo	15	C2
Vilagarcía de Arousa	Hospital Público do Salnés	16	C2
Monforte de Lemos	Hospital Público de Monforte	16	C2
Burela	Hospital Público da Mariña	16	C2
Barco de Valdeorras	Hospital Público de Valdeorras	16	C2
Verín	Hospital Público de Verín	16	C2



Poio	Clínica La Merced	18	C2
------	-------------------	----	----

Las gráficas calculadas de distribución de probabilidad de daños según la tipología del hospital, para cada intensidad macrosísmica de V a X (cada 0.5) se muestran en las gráficas 3.1 y 3.2.

#### **1.1.1.2 Fragilidad de los hospitales**

Como se ha mencionado en el punto anterior, un hospital se constituye como un sistema complejo que consta tanto de una estructura principal como de diversos componentes vulnerables ante sismos, los cuales son más frágiles que la propia estructura. Estos componentes son fundamentales para la funcionalidad integral del hospital.

El número de camas perdidas en cada centro de salud está directamente vinculado a la fragilidad de los hospitales y a su capacidad instalada. La ubicación de estos centros y su capacidad disponible son condicionantes para la respuesta del sistema. Por ello, para lograr una caracterización precisa de la fragilidad de los hospitales, es esencial llevar a cabo un estudio específico para cada centro, el cual posibilitará obtener la distribución de los daños para los distintos estados considerados.

En este estudio, para definir un modelo de fragilidad para los hospitales, inicialmente utilizaremos las mismas matrices de probabilidad de daño que se emplearon para describir la vulnerabilidad de las edificaciones críticas. La fragilidad de los hospitales se puede derivar de la curva de probabilidad de daño acumulado asociada al GD2 en la escala macrosísmica EMS-98 (Grüntal, 1998). Este nivel de daño se considera moderado, debido a que compromete la funcionalidad de la instalación.

El valor medio de la fragilidad de cada hospital se representa mediante un indicador o índice de daño, denominado ID. Este índice oscila entre 0 (indicando la ausencia de daño) y 1 (que representa un colapso total) (Safina, 2002), siguiendo una relación lineal que vincula el número de camas perdidas y el número total de camas existentes:

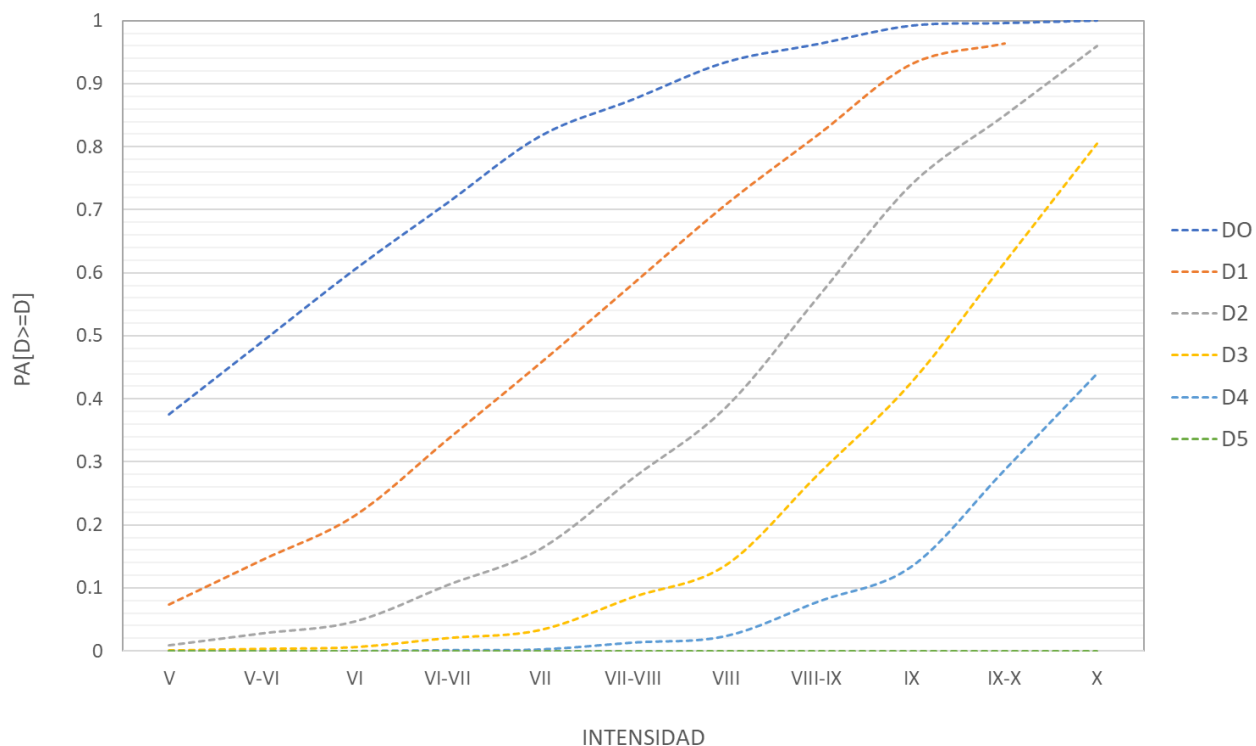
$$NCP = ID * NC \quad (5.4)$$

Donde:

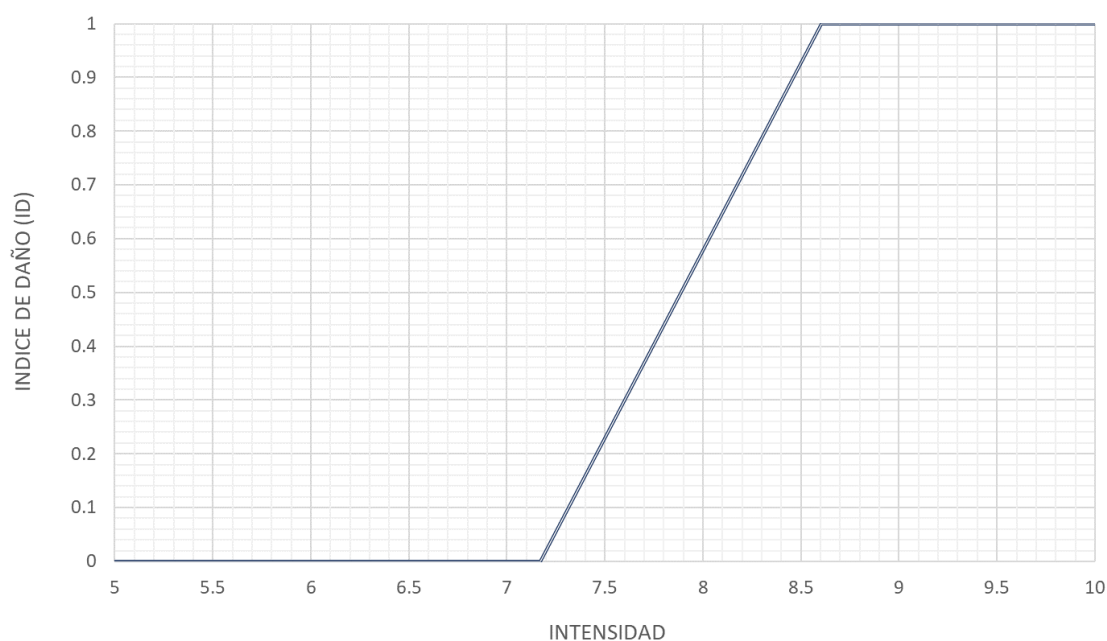
- NCP: número de camas perdidas
- NC: número de camas totales
- ID: índice de daño
- 

Para establecer la relación entre el indicador de daño (ID) y la probabilidad de daño o fallo, seguiremos el criterio propuesto por Nuti y Vanzi (1999), según el cual se considera que no hay daño (ID=0) para una probabilidad de daño  $P < 0,2$ , y que existe un colapso funcional (ID=1) para una probabilidad de daño o fallo  $P > 0,6$ . Es importante aclarar que este colapso funcional no implica necesariamente un colapso estructural completo como ya hemos comentado anteriormente, ya que existen elementos más frágiles que la propia estructura principal del edificio. A cada una de estas condiciones le corresponde una  $I_{min}$ , por debajo de la cual no ha

daño, y una  $I_{max}$ , sobre la cual se espera un colapso funcional. Para valores intermedios de  $I$  se supone una variación lineal del índice de daño, tal y como se aprecia en la gráfica 5.9 para el caso de hospitales pertenecientes a una tipología 1.



**Gráfica 5.9.** Estimación de las intensidades representativas de la fragilidad de un hospital correspondiente a la tipología 1.



**Gráfica 5.10.** Fragilidad de un hospital perteneciente a la tipología 1.

Por otro lado, para definir los valores de intensidad  $I_{min}$  e  $I_{max}$  representativos de la fragilidad de cada hospital, es necesario definir la curva de probabilidad de daño acumulada (Gráfica 5.2) asociada al grado de daño GD2 y estimar los valores de intensidad correspondientes a las probabilidades de 0,2 y 0,6 respectivamente.

Basándonos en este criterio, la fragilidad de cada hospital se hará en término de los valores de  $I_{min}$  e  $I_{max}$ . La tabla 5.6 resume estos valores de intensidad, junto con el nombre correspondiente de cada hospital.

**Tabla 5.6.** Valores de intensidad ( $I_{min}$  e  $I_{max}$ ) representativos de la fragilidad de los hospitales.

NOMBRE DEL CENTRO	$I_{min}$	$I_{max}$
Hospital Hm Rosaleda-Hm La Esperanza	7,17	8,60
Centro Oncológico de Galicia	7,17	8,60
Hestia La Robleda	7,17	8,60
Grupo Quironsalud Pontevedra	7,17	8,60
Hestia San José	7,17	8,60
Fremap, Hospital de Vigo	7,17	8,60
Hospital Abente y Lago	7,17	8,60

Hospital Psiquiátrico do Conxo	7,17	8,60
Hospital Nicolás Peña	7,17	8,60
Hospital do Rebullón	7,17	8,60
Hospital Piñor	7,08	8,51
Hospital Quironsalud A Coruña	7,70	9,23
Concheiro Centro Médico Quirúrgico	7,70	9,23
Clínica Residencia El Pinar	7,70	9,23
Hospital Quirón Salud Lugo	7,70	9,23
Centro Médico El Carmen	7,70	9,23
Hospital de Calde	7,70	9,23
Sanatorio Psiquiátrico Doctor Troncoso	7,70	9,23
Vithas Hospital Nosa Señora de Fátima	7,31	8,79
Clínica Santa Teresa	7,31	8,79
Complexo Hospitalario Universitario A Coruña	8,50	9,91
Hm Modelo-Belén	8,50	9,91
Hospital Ribera Juan Cardona	8,50	9,91
Hospital Público Virxe da Xunqueira	8,50	9,91
Centro Médico Pintado	8,50	9,91
Hospital Álvaro Cunqueiro	8,50	9,91
Complexo Hospitalario Universitario de Lugo	8,50	9,91
Hospital Ribera Polusa	8,50	9,91
Complexo Hospitalario Universitario de Ourense	8,50	9,91
Centro Médico Euroespes	8,50	9,91
Hospital Teresa Herrera	8,50	9,91

Hospital Marítimo de Oza	8,50	9,91
Clínica Tilve	8,50	9,91
Hospital de Conxo	8,50	9,91
Hospital do Meixoeiro	8,50	9,91
Hospital Público da Barbanza	7,91	9,63
Hospital San Rafael	7,89	9,47
Complexo Hospitalario Universitario de Ferrol	7,89	9,47
Complexo Hospitalario Universitario de Santiago	7,89	9,47
Complexo Hospitalario Universitario de Pontevedra	7,89	9,47
Hospital Ribera Povisa	7,89	9,47
Hospital Montecelo	7,89	9,47
Hospital Público do Salnés	8,09	9,63
Hospital Público de Monforte	8,09	9,63
Hospital Público da Mariña	8,09	9,63
Hospital Público de Valdeorras	8,09	9,63
Hospital Público de Verín	8,09	9,63
Clínica La Merced	7,13	9,07

Para ejemplificar la aplicación de estos valores y el modelo de fragilidad de los hospitales adoptado, consideremos un hospital genérico con valores de intensidad para fragilidad representativos, siendo  $I_{min} = 6$  e  $I_{max} = 8$ , una capacidad de 100 camas, y un índice medio de ocupación del 63%. Lo que equivale a 63 camas ocupadas y 37 camas disponibles en condiciones normales.

En caso de un terremoto, la capacidad operativa del hospital dependerá de la severidad del movimiento sísmico en su ubicación. Si la intensidad macrosísmica se mantiene por debajo de 6, no se producirán daños en el centro, y su capacidad operativa no se verá afectada, manteniendo las 37 camas desocupadas disponibles.

Si la intensidad alcanza un nivel de 8 o más, se generará un nivel de daño que impedirá al hospital mantener sus funciones, resultando en un colapso funcional, aunque no

necesariamente estructural. En este escenario, los pacientes que ocupan las 63 camas tendrán que ser trasladados a otros centros cercanos que puedan recibirlos y proporcionar atención médica.

Para intensidades intermedias, como por ejemplo 7, se espera una disminución del 50% en la capacidad del hospital, lo que equivale a 50 camas operativas. En este caso, el hospital podría seguir brindando servicios a 50 pacientes y se vería obligado a trasladar a 13 heridos debido al sismo.

Cuando la intensidad se sitúa en 8 (entre VII y VIII), se anticipa una degradación del 75% en la capacidad del hospital, afectando a 38 camas. Como resultado, el hospital no podría atender a 38 de sus pacientes, quienes deberán ser trasladados al centro más cercano con capacidad para recibirlos.

### **Evaluación de la vulnerabilidad de otros edificios esenciales**

Una vez evaluada la vulnerabilidad de los edificios esenciales más relevantes mediante la clasificación basada en antigüedad, altura y usos del suelo, se ha procedido a valorar la vulnerabilidad de otros edificios e instalaciones esenciales, tales como administraciones, centros educativos, policía, guardia civil, parques industriales, ect.

Dada la dificultad que supone el obtener datos precisos sobre el año de construcción y la altura de todos estos edificios, se optó por evaluar su vulnerabilidad utilizando las metodologías proporcionadas por las A.T.C. (Applied Technology Council) 13 y 25 de la F.E.M.A. (Federal Emergency Management Agency) en Estados Unidos. Estas metodologías ofrecen un marco estructurado para evaluar la vulnerabilidad sísmica y proporcionan valiosas herramientas para esta evaluación en ausencia de datos detallados sobre los edificios.

Los elementos vulnerables evaluados son: (1) administración (nacional, autonómica, comarcal y local), (2) aeropuertos, (3) agrupaciones de voluntarios de protección civil, (4) centrales térmicas, (5) centros de educación, (6) edificios de la Cruz Roja, (7) estaciones de autobuses, (8) estaciones de ferrocarril, (9) edificios del GRUMIR, (10) Guardia Civil, (11) helipuertos, (12) parques industriales, (13) policía, (14) polideportivos, (15) presas, (16) puertos, y (17) zonas aeroportuarias.

#### **○ Metodología**

La ATC-13 establece una serie de elementos vulnerables básicos denominados "Facility Class" (FC). Para cada una de estas clases, se puede obtener a partir de tablas una función de vulnerabilidad que relaciona la intensidad del sismo con el porcentaje de daño correspondiente. Además de las FC, se definen otras funciones llamadas "Social Function Class" (SC) para tener en cuenta la función social de estas clases. La ATC-13 también estima el tiempo necesario para restablecer el servicio para estas funciones.

Esta distinción entre clases de instalaciones y clases de función social tiene sentido si pensamos que, por ejemplo, un hospital y un centro comercial pueden tener el mismo comportamiento mecánico frente a un terremoto, por ser sus estructuras idénticas, sin embargo, el efecto de los daños en la sociedad en uno y otro caso es muy diferente.

Las funciones de vulnerabilidad han sido obtenidas a partir del tratamiento estadístico de una serie de cuestionarios realizados a un grupo de expertos para estimar el daño en los diferentes

elementos vulnerables (edificios, instalaciones, líneas vitales). Una vez entregados estos cuestionarios, cada uno de los expertos, por separado, debía responderlos. Estas respuestas eran controladas de manera cuidadosa por el director del proyecto. Los resultados de este método, denominado Delphi, quedan recogidos en el capítulo 7 de la ATC-13.

La clasificación de daños que se emplean en este punto es la que utiliza la ATC-13, recogida en la siguiente tabla 6.1:

**Tabla 6.1.** Rango de factor de daño y factor central de daño para los diferentes grados de daño según la ATC-13.

<b>Daño</b>	<b>Rango del factor de daño (%)</b>	<b>Factor central de daño (%)</b>
No daño	0	0
Daño muy leve	0-1	0,5
Daño leve	1-10	5
Daño moderado	10-30	20
Daño grave	30-60	45
Destrucción	60-100	80
Colapso	100	100

El factor de daño se define como el cociente entre el coste de la reparación de los elementos afectados y el coste de reemplazar esos elementos, expresado en tanto por ciento. En la tabla 6.1 se observa que cada categoría de daño corresponde a un intervalo del factor de daño. El factor central de daño es el punto medio de cada intervalo.

Los valores de los daños evaluados por los expertos para las FC se calculan a partir de las intensidades sísmicas utilizando funciones exponenciales, siendo a y b coeficientes que se obtienen por ajuste mínimo cuadrático de los datos tabulados en la tabla G1 de la ATC-13, para cada tipo de FC.

La ATC-13 facilita la construcción de funciones de restauración, además de las curvas de daño. Estas funciones indican el tiempo requerido para recuperar un cierto porcentaje de la capacidad operativa inicial de un edificio, en relación con la intensidad sísmica.

Estas funciones se calculan mediante las expresiones:

$$R = f + g * Tr \quad (6.1)$$

Con



$$Tr = e^c * GD^d \quad (6.2)$$

Siendo GD el factor de daño. R la capacidad residual en tanto por ciento y Tr el tiempo de restauración en días.

Los coeficientes c y d se calculan a partir de los datos de la tabla 9.11 de la ATC-13, la cual proporciona los tiempos de restauración en días para cada grado de daño correspondiente a restauraciones del 30, 60 y 100%.

Por otra parte, f y g se obtienen ajustando una línea de regresión a partir de los tres valores de Tr obtenidos anteriormente.

#### ○ **RESULTADOS**

La metodología descrita en el apartado anterior se aplica a los elementos vulnerables de Galicia para estimar el daño y los tiempos de restauración en caso de un terremoto. Sin embargo, en este apartado se presentan los daños y los tiempos de restauración previstos si los elementos vulnerables considerados estuvieran expuestos a la intensidad estimada en el estudio de peligrosidad para las parroquias donde se ubican.

Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos deben ser interpretados como orientativos, dado que se fundamentan en las opiniones de expertos para edificios en California. Por lo tanto, podrían existir diferencias significativas con respecto a lo que podría suceder en Galicia.

#### ▪ **Vulnerabilidad de los edificios de la administración estatal, autonómica, comarcal y local**

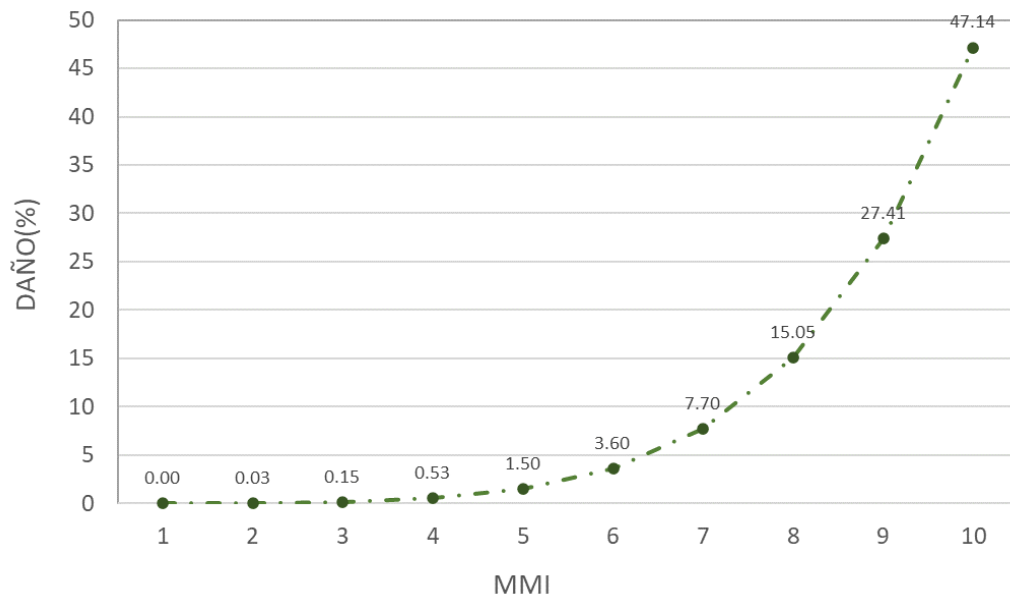
Se han categorizado los edificios de la administración estatal, autonómica, comarcal y local como pertenecientes a la clase de instalación (facility class) FC10, que representa estructuras de tipo medio según la ATC-13. Asimismo, han sido clasificados en la función de clase social (social function class) SF22, que corresponde a los edificios destinados a los servicios generales del gobierno.

En el caso de la FC10, la curva de daños calculada viene dada por la siguiente ecuación:

$$GD = e^{-9,79} (MMI + 1)^{5,6896} \quad (6.3)$$

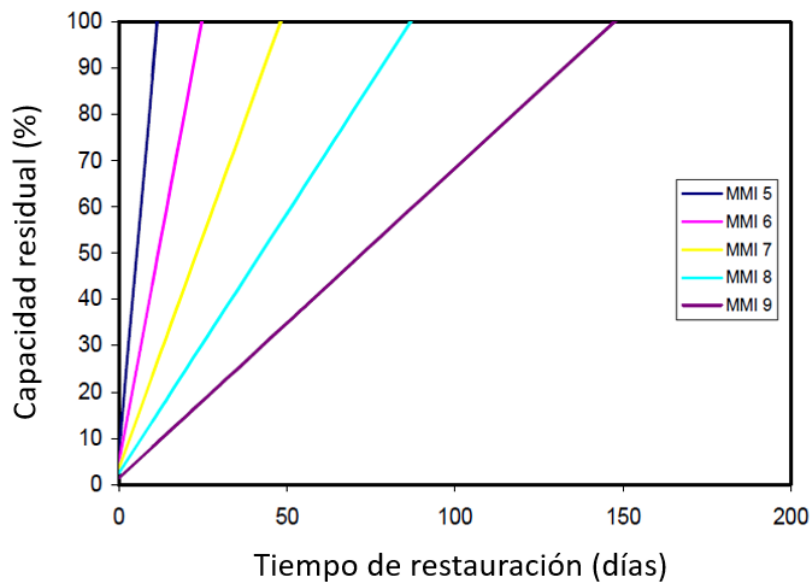
Como se puede ver en la ecuación 6.3, se ha aumentado en un punto la intensidad sísmica estimada en cada parroquia de Galicia. Este ajuste se realiza para considerar que los valores de daños presentados en la ATC-13 fueron calculados para edificios construidos en California. En esta zona, las normas de construcción son más estrictas que las aplicadas en España debido a la alta actividad sísmica de la región.

En la siguiente gráfica 6.1 está representada la curva de daños para la FC10.



**Gráfica 6.1.** Curva de daños para edificios de la administración estatal, autonómica, comarcal y local (F10).

En la siguiente gráfica 6.2 se representan las rectas que determinan la capacidad residual en función del tiempo de restauración calculadas para la SF22.



**Gráfica 6.2.** Capacidad residual frente a tiempo de restauración para los edificios estatales, autonómicos, comarcales y locales.

Los resultados derivados de la aplicación de las funciones de daños y de restauración a los edificios de las diferentes administraciones de Galicia se han calculado teniendo en cuenta

que la intensidad macrosísmica para todos ellos estará dentro del intervalo de VI-VII, según se ha determinado en el apartado del estudio de la peligrosidad para todos los municipios y parroquias gallegas.

De esta manera, los daños previstos en los edificios de la Administración de Galicia son todos leves (porcentaje de daño del 5,33%), y los tiempos de restauración serían 10 días para  $Tr_{30\%}$ , 19 días para  $Tr_{60\%}$  y 34 días para  $Tr_{100\%}$ .

#### • Vulnerabilidad de los aeropuertos

Las estructuras de este tipo presentan características especiales, y aunque pueden parecer especialmente sensibles ante terremotos, su vulnerabilidad de vuelve significativa ante intensidades moderadas o altas.

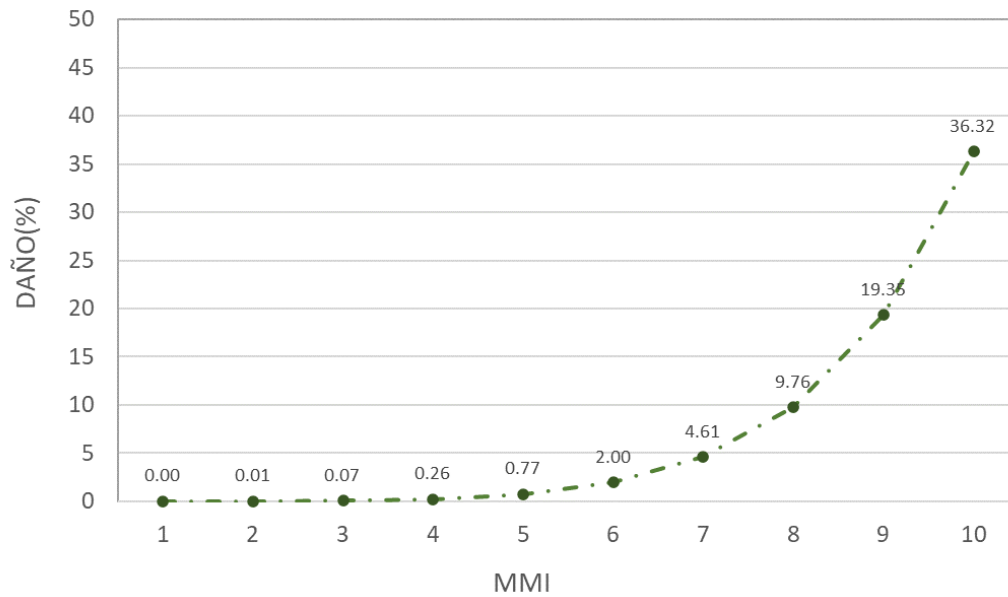
Cuando nos referimos a aeropuertos, estamos hablando de todas las componentes que conforman un aeropuerto, con la excepción de la zona aeroportuaria, que será tratada de manera distinta. Un aeropuerto consta de diversas estructuras y equipamientos, y en general, se puede asumir que la mayoría de los aeropuertos en el mundo comparten un conjunto similar de instalaciones y equipamiento. Por lo tanto, podemos considerar que los aeropuertos evaluados en la ATC-13 son muy similares a los aeropuertos que existen en Galicia.

Siguiendo las directrices de la ATC-13, hemos establecido una serie de clases de instalación (FC) que nos permiten evaluar los daños en el aeropuerto como si fuera una sola entidad. En primer lugar, utilizamos la FC10 para evaluar los daños relacionados con la estructura básica del aeropuerto. Además, se deben tener en cuenta instalaciones que tienen un impacto significativo en el funcionamiento del aeropuerto, como los tanques de almacenamiento líquido sobre tierra (FC43), los cuales pueden influir en el funcionamiento del aeropuerto e incluso provocar su cierre. Otro factor crítico es la evaluación de los hangares, donde se lleva a cabo el mantenimiento de los aviones. Un funcionamiento deficiente de estos hangares afectaría considerablemente al aeropuerto y su inutilización podría llevar al cierre de este. Para evaluar los daños en los hangares, se ha utilizado la FC91, que se relaciona con estructuras de arco largo.

Una vez identificadas las instalaciones más vulnerables en los aeropuertos, se procedió a cuantificar la contribución de cada una de ellas al conjunto del aeropuerto. Para realizar esta ponderación, se siguió la metodología propuesta por la ATC-25, que asigna un valor porcentual del 40% a la FC10, un 20% a la FC43 y un 40% a la FC91.

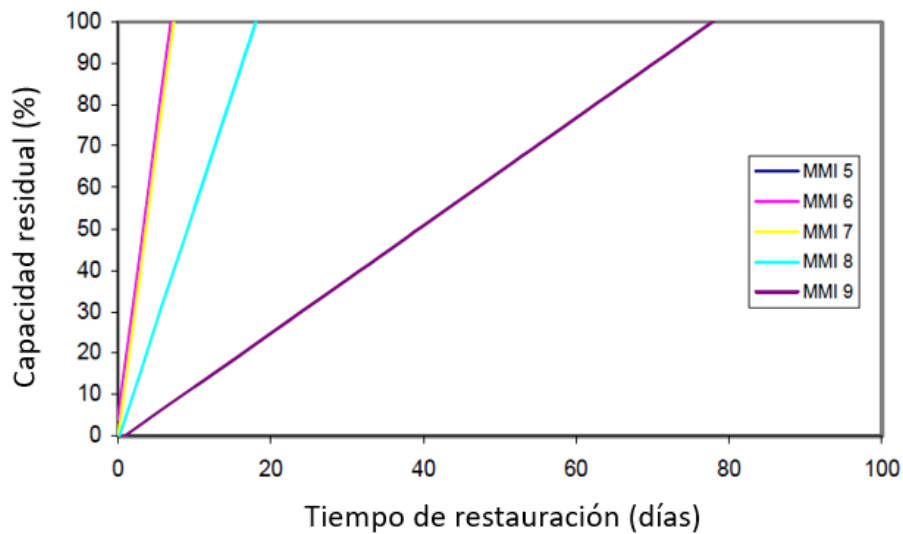
La función de daños resultante se representa en la gráfica 6.3, siendo la expresión matemática correspondiente la ecuación 6.4:

$$GD = 0,4e^{-9,79}(MMI + 1)^{5,6896} + 0,2e^{-17,89829}(MMI + 1)^{8,819} + 0,4e^{-14,00191}(MMI + 1)^{7,26857} \quad (6.4)$$



**Gráfica 6.3.** Curva de daños para los aeropuertos (FC10+FC43+FC91).

Por otro lado, las rectas de restauración calculadas se representan en la gráfica 6.4.



**Gráfica 6.4.** Capacidad residual frente a tiempo de restauración para los aeropuertos.

Siguiendo las funciones de daño y de restauración, los daños proyectados y los tiempos estimados para la recuperación al 30%, 60% y 100% de operatividad en los tres aeropuertos gallegos se detallan en la tabla 6.2.

Nombre	Parroquia	Daños [%]	Grado de daño	Tr <sub>R(30%)</sub> [días]	Tr <sub>R(60%)</sub> [días]	Tr <sub>R(100%)</sub> [días]
Aeropuerto de A Coruña	Almeiras (San Xulián)	3,07	Leve	0,098	0,206	0,353
Aeropuerto de Santiago - Rosalía de Castro	Sabugueira (San Paio)	3,07	Leve	0,098	0,206	0,353
Aeropuerto de Vigo - Peinador	Cabral (Santa Mariña)	3,07	Leve	0,098	0,206	0,353

**Tabla 6.2.** Daños y tiempos de restauración para los tres aeropuertos de Galicia.

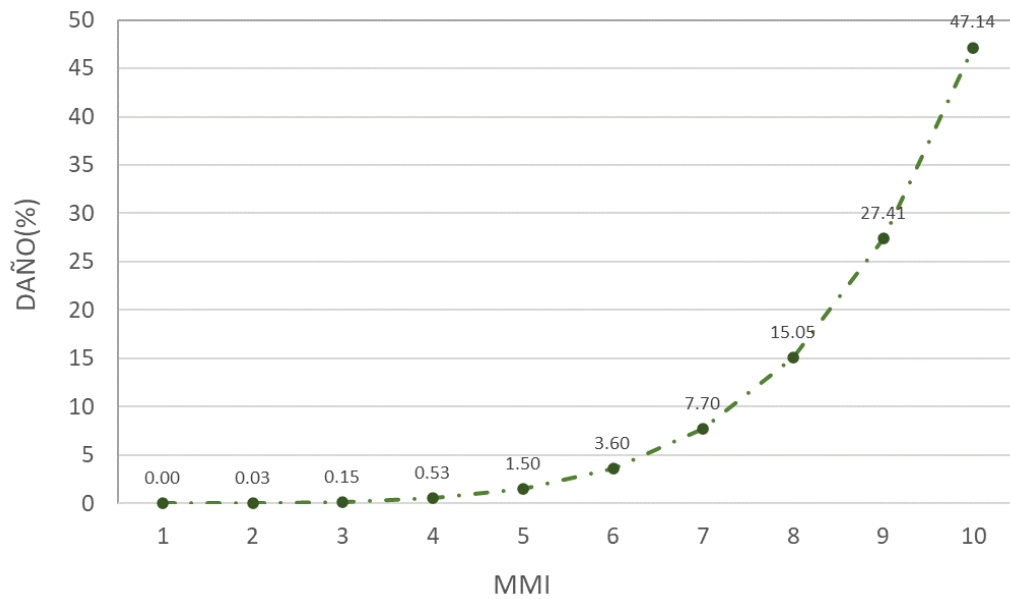
Los daños previstos en los tres aeropuertos son leves (3,07%) y los tiempos de restauración muy pequeños, inferiores a medio día.

#### ▪ Vulnerabilidad de las agrupaciones de voluntarios de protección civil

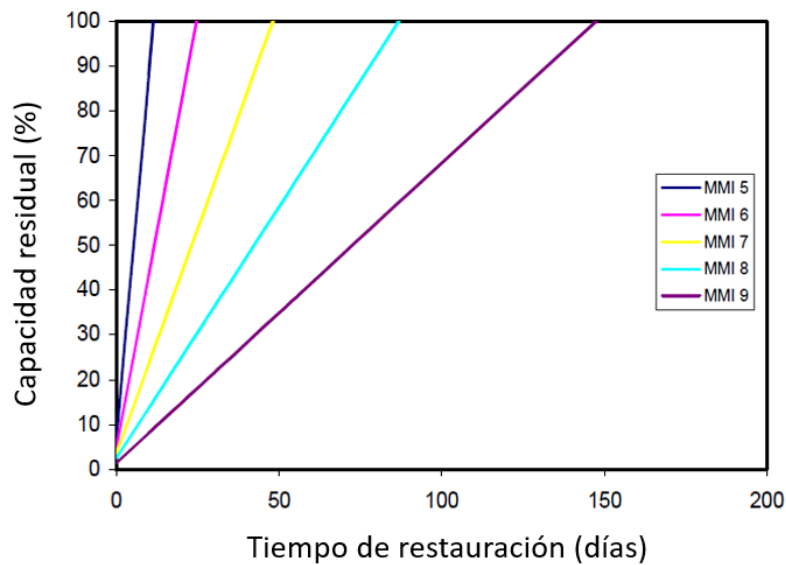
Las agrupaciones de voluntarios de protección civil (A.V.P.C.) se consideran como servicios de emergencia (al igual que los bomberos y los policías), y según la ATC-25, se clasificarían en el grupo de "servicios de respuesta de emergencia".

El tipo de estructura utilizado en los cálculos para estas organizaciones, debido a la falta de datos específicos, corresponde a la FC10, y la función de clase social es SF22. Por lo tanto, las curvas de daños y las funciones de restauración son las mismas que se mencionaron en el punto anterior 6.2.1.

Al igual que sucede para los edificios de las administraciones de Galicia (punto 6.2.1), la intensidad macrosísmica de la totalidad de las edificaciones de A.V.P.C. se encuentra dentro del intervalo VI-VII, tal y como se ha detallado en el estudio de la peligrosidad realizado anteriormente para todas las parroquias de Galicia. Así, los daños previstos para todos los edificios son leves (5,33%), y los tiempos de restauración son 10 días para Tr<sub>30%</sub>, 19 días para Tr<sub>60%</sub>, y 34 días para Tr<sub>100%</sub>.



**Gráfica 6.5.** Curva de daños para las agrupaciones de voluntarios de protección civil (F10).



**Gráfica 6.6.** Capacidad residual frente a tiempo de restauración para las agrupaciones de voluntarios de protección civil.

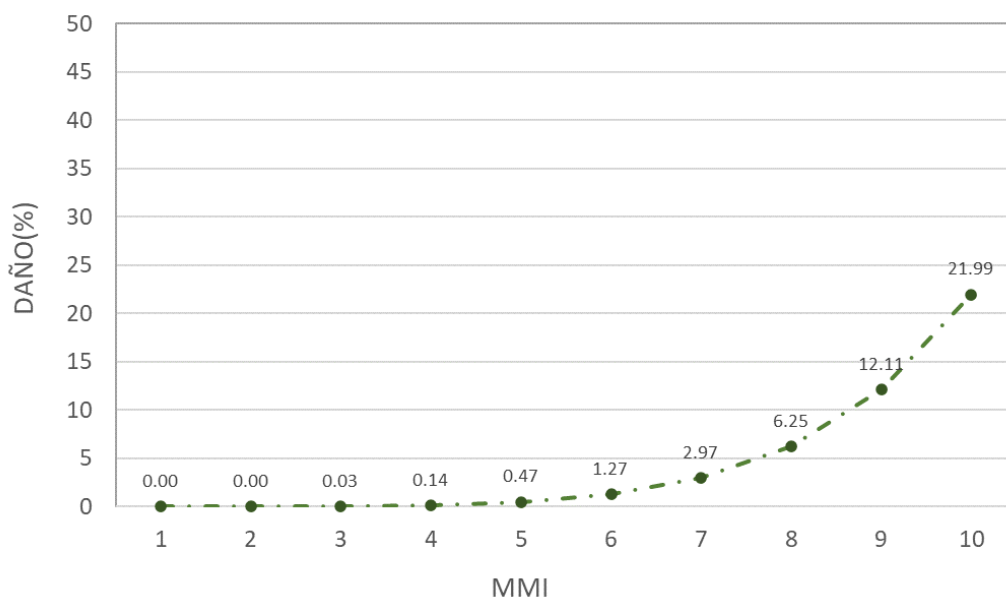
#### ▪ Vulnerabilidad de las centrales térmicas

Las centrales térmicas están compuestas por un entramado de sistemas que pueden resultar dañados en distintos grados debido a un terremoto. Aunque las centrales térmicas gallegas están cerradas o en proceso de cierre, evaluaremos su vulnerabilidad.

Para evaluar la vulnerabilidad de las centrales térmicas, se han dividido en tres categorías: FC13, que se refiere a estructuras de arco de acero arriostrado de mediana altura; FC66, que abarca el equipo eléctrico; y FC68, que incluye el equipo mecánico. Estas categorías se han ponderado de acuerdo con la opinión de los expertos en la ATC-25, asignando un 20% de importancia a la FC13, un 50% a la FC68 y un 30% a la FC66.

La función de vulnerabilidad correspondiente es la representada en la gráfica 6.7, y viene dada por la siguiente ecuación:

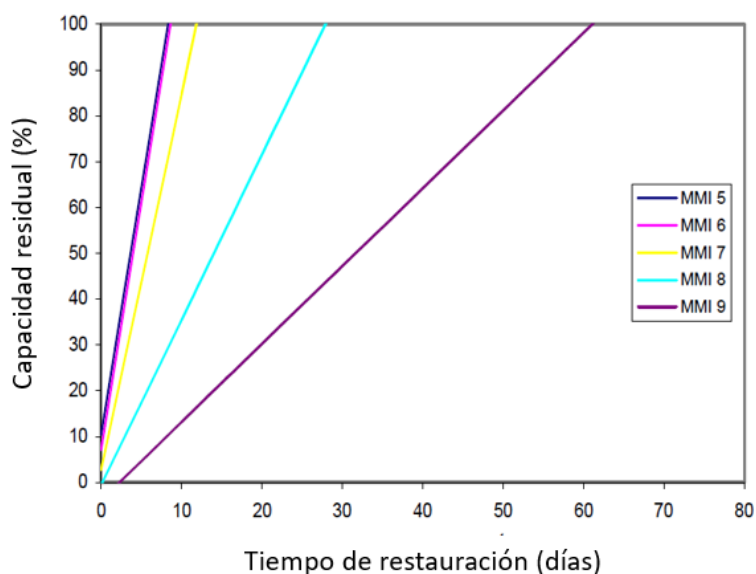
$$GD = 0,2e^{8,8837MMI^{5,1511}} + 0,3e^{8,3944MMI^{5,0789}} + 0,5e^{11,7321MMI^{6,3929}} \quad (6.5)$$



**Gráfica 6.7.** Curva de daños para las centrales térmicas (FC13+FC66+FC68).

Para calcular los tiempos de restauración, se ha utilizado la SF29a, que se refiere a las infraestructuras de generación eléctrica. En la gráfica 6.8 se presentan las líneas de regresión que posibilitan la estimación de la capacidad residual en función del tiempo de restauración para diferentes intensidades sísmicas.





**Gráfica 6.8.** Capacidad residual frente a tiempo de restauración para centrales térmicas.

En la siguiente tabla 6.3 se recoge el resultado de aplicar las funciones de daño y de restauración a estas tres plantas, para los valores de intensidad máximos previsibles.

**Tabla 6.3.** Daños y tiempos de restauración para las tres centrales térmicas de Galicia.

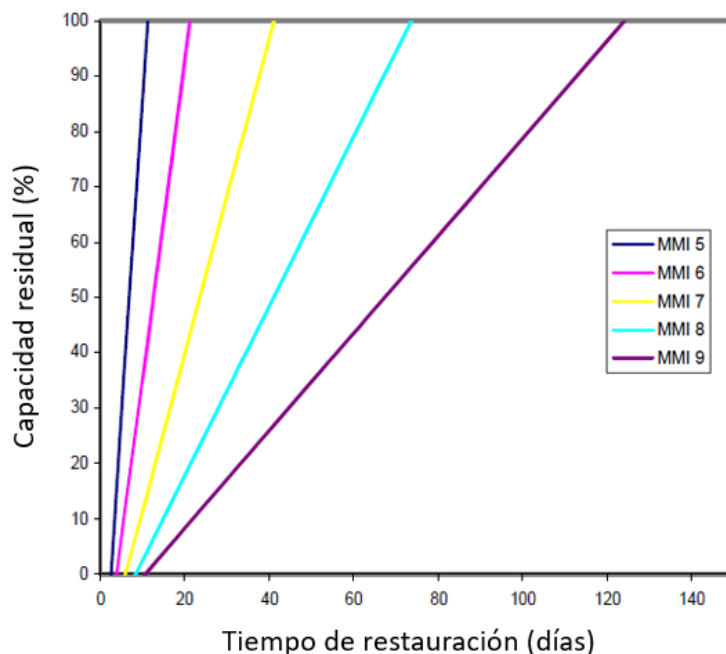
Nombre	Parroquia	Daños [%]	Grado de daño	$Tr_{R(30\%)}$ [días]	$Tr_{R(60\%)}$ [días]	$Tr_{R(100\%)}$ [días]
As Pontes	Vilavella (Santa María)	1,97	Leve	2,5	5,5	10
Meirama	As Encrobas (San Román)	1,97	Leve	2,5	5,5	10
Sabón	Oseiro (Santiso)	1,97	Leve	2,5	5,5	10

Como se puede observar en la tabla, los daños previstos para estas instalaciones son leves (1,97%) y la restauración completa se alcanzaría a los cuatro días y medio.

#### ▪ Vulnerabilidad de los centros de educación

Los centros educativos han sido evaluados considerando una estructura media con la FC10. Además, se ha ajustado la intensidad sísmica en las tablas de daños (al igual que para otros edificios esenciales) al incrementarla en una unidad, para corregir el efecto de estar calculada para los edificios de California.

Las rectas de capacidad residual con relación al tiempo se han calculado utilizando la SF24, que engloba aspectos relacionados con la educación según la ATC13. En la gráfica 6.9 están representadas las rectas de capacidad residual frente al tiempo de restauración.



**Gráfica 6.9.** Funciones de restauración para los edificios educativos.

Según los resultados obtenidos, todos los edificios muestran daños leves (5,33%), y los períodos requeridos para las restauraciones al 30%, 60% y 100% son 12, 19 y 27 días.

#### ▪ Vulnerabilidad de los edificios de la Cruz Roja

Los edificios de la Cruz Roja se han evaluado utilizando la función de instalación FC10 y la de clase social SF22. Las curvas de daños y las rectas de restauración se describieron anteriormente (ver apartado 6.2.1). Los daños estimados para cada uno de los edificios se han calculado teniendo en cuenta que la intensidad macrosísmica para todas las parroquias de Galicia se corresponde con el intervalo VI-VII, siendo estos daños leves (5,33%). Los tiempos de restauración son 10 días para  $Tr_{30\%}$ , 19 días para  $Tr_{60\%}$ , y 34 días para  $Tr_{100\%}$ .

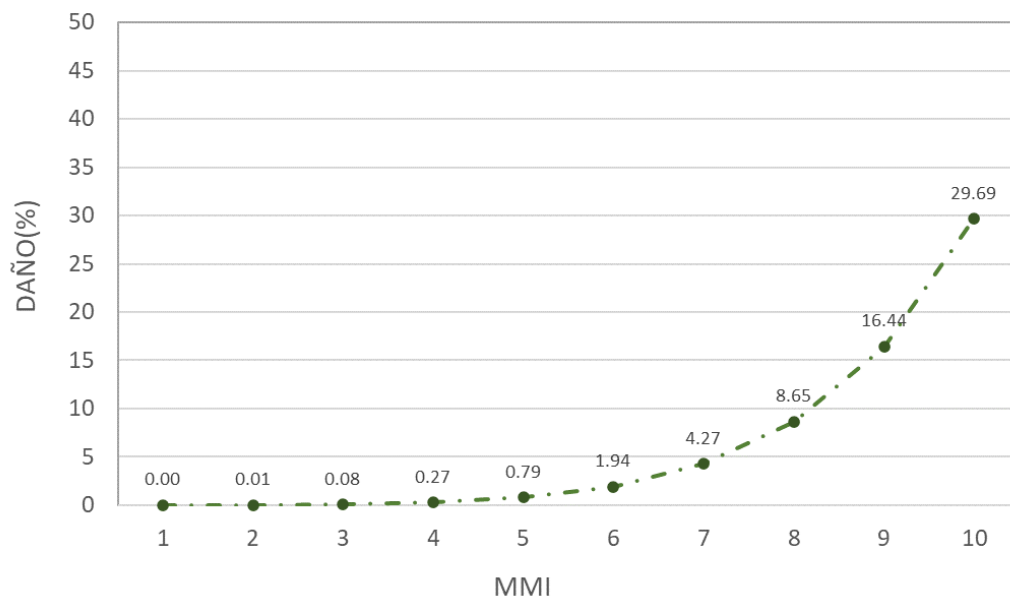
#### ▪ Vulnerabilidad de las estaciones de autobuses

Para evaluar los posibles daños en las estaciones de autobuses, se han utilizado tres categorías de instalaciones FC (Facility Class). La primera FC se refiere a la estructura principal de la estación, y para este propósito se eligió la FC10 por ser la más común. En segundo lugar, se han tenido en cuenta los posibles daños a los vehículos estacionados, principalmente los autobuses, y para esto se utilizó la FC90. En tercer lugar, se consideró el pavimento sobre el

cual se estacionan los autobuses, asignándole la FC49, que corresponde a un pavimento de calidad similar al de una carretera estándar (no autopistas ni autovías). En cuanto a la ponderación, se asignó un 50% a la FC10, un 20% a la FC90 y un 30% a la FC49. También se aplicó una corrección a la FC10 para tener en cuenta las posibles diferencias en las normativas de construcción, incrementando en una unidad la intensidad sísmica para Galicia.

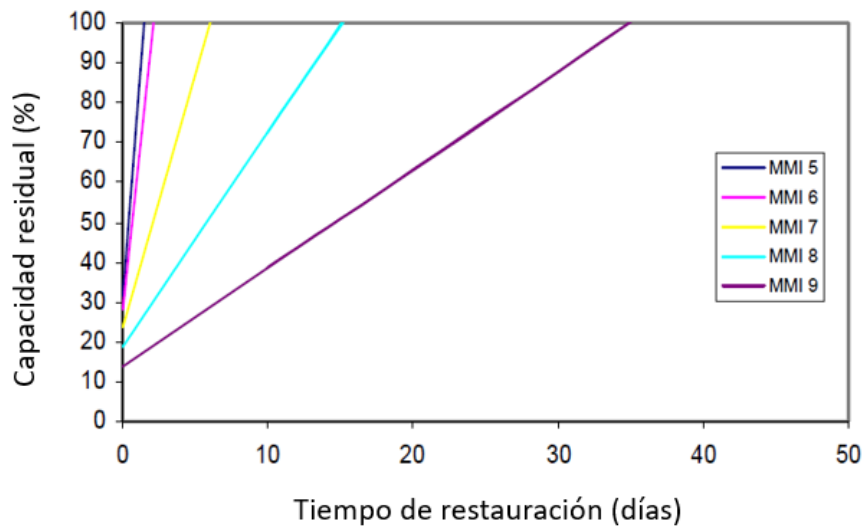
La función de daños calculada (gráfica 6.10) tiene por ecuación:

$$GD = 0,5e^{-9,79}(MMI + 1)^{5,6896} + 0,2e^{-12,5297}MMI^{6,5028} + 0,3e^{-16,84256}MMI^{8,4195} \quad (6.6)$$



**Gráfica 6.10.** Curva de daños para las estaciones de autobuses (FC10+FC90+FC49).

Para la determinación de la capacidad residual en función del tiempo de restauración, se ha utilizado la SF25f. La correspondiente representación está en la gráfica 6.11.



**Gráfica 11.** Capacidad residual frente a tiempo de restauración para las estaciones de autobuses.

Los daños previstos y la capacidad residual en función del tiempo de restauración para las principales estaciones de autobuses en Galicia se han calculado considerando las intensidades sísmicas máximas estimadas para cada parroquia.

Los daños son leves (2,91%) y los tiempos de restauración son 0,25 días para  $Tr_{30\%}$ , 2,5 días para  $Tr_{60\%}$  y 4 días para  $Tr_{100\%}$ .

#### ▪ Vulnerabilidad de las estaciones de ferrocarril

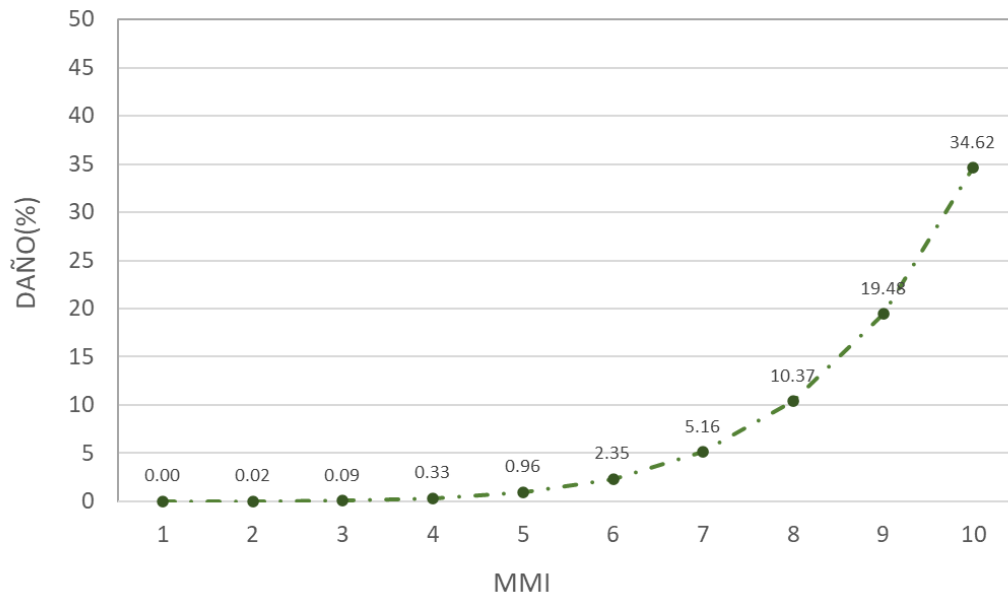
Para evaluar la vulnerabilidad de las estaciones de ferrocarril, se han considerado tres clases de instalaciones (facility class): FC10 para la estructura, FC68 para el equipamiento mecánico y FC47 para las vías de ferrocarril.

La ponderación de la importancia relativa de cada una de las clases de instalaciones se ha basado en la propuesta proporcionada por la ATC-25, asignando un 60% a la FC10 y un 20% tanto a la FC68 como a la FC47.

La curva de daños ajustada a los valores de la ATC-25 responde a la siguiente ecuación:

$$GD = 0,6e^{-9,79}(MMI + 1)^{5,6896} + 0,2e^{-11,73213}MMI^{6,39288} + 0,2e^{-16,1443}MMI^{8,08544} \quad (6.7)$$

Esta curva de daños está representada en la siguiente gráfica 6.12:



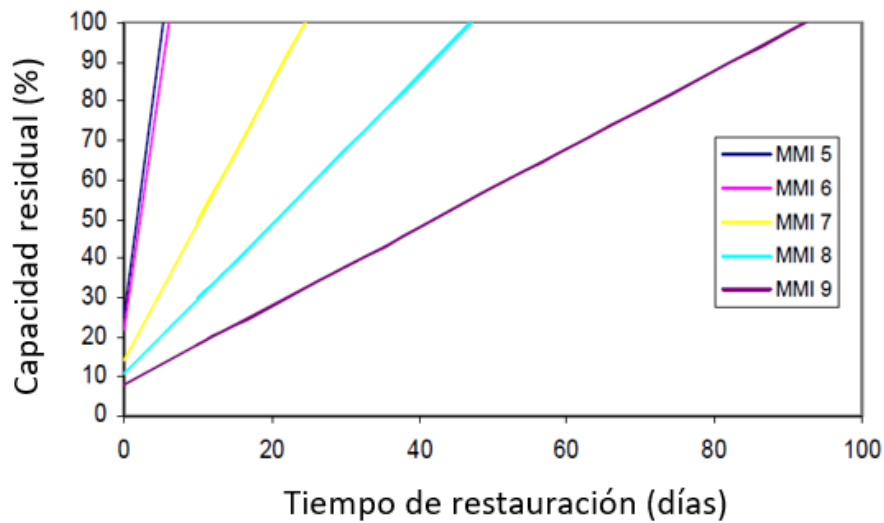
**Gráfica 6.12.** Curva de daños para las estaciones de ferrocarril (FC10+FC68+FC47).

Se observa que los daños comienzan a tener un cierto grado de importancia a medida que nos acercamos a una intensidad de VIII, aunque esta intensidad está por encima de lo que se espera en el caso de Galicia.

Por su parte, las rectas que representan la capacidad residual en función del tiempo de restauración se encuentran en la figura 6.13 y han sido calculadas utilizando la información proporcionada por la SF26d.

Asimismo, se han catalogado tanto estaciones principales como apeaderos. Estas se diferencian principalmente por sus dimensiones y equipamiento. Los daños y los tiempos de restauración para capacidades residuales del 30%, 60% y 100% se han calculado para las intensidades macrosísmicas de cada parroquia de Galicia.

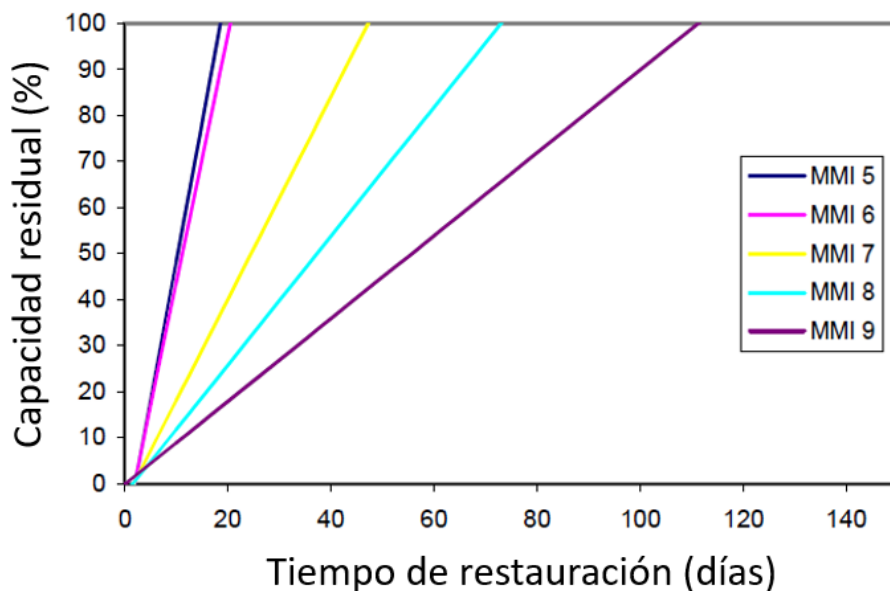
De esta forma, los daños esperados son leves (3,53%) y los tiempos de restauración son los siguientes: 3 para  $Tr_{30\%}$ , 7 para  $Tr_{60\%}$  y 14 para  $Tr_{100\%}$ .



**Gráfica 6.13.** Capacidad residual frente a tiempo de restauración para las estaciones de ferrocarril.

▪ **Vulnerabilidad de los edificios de GES**

Se ha utilizado la misma función de instalación (FC10) para evaluar la vulnerabilidad de los edificios del GES (Grupos de Emergencia Supramunicipal) que se empleó para los edificios de las A.V.P.C. en el apartado 6.2.3, pues con carácter general están ubicados en los mismos edificios. Para calcular los tiempos de restauración, se ha aplicado la función de clase social SF23, que se corresponde con los servicios de respuesta de emergencia. La siguiente gráfica 6.14 muestra las rectas de restauración para la SF23.



**Gráfica 6.14.** Rectas de restauración para los edificios del GES.

Considerando las intensidades máximas previstas para las parroquias donde se ubican, se ha calculado el nivel de daño para todos los edificios, que será leve (5,33%).

Los tiempos de restauración al 30, 60 y 100% son 13 días, 20 días y 32 días, respectivamente.

▪ **Vulnerabilidad de los edificios de la Guardia Civil**

Los edificios de la Guardia Civil tienen características similares a los de los GES, por lo que las curvas de daños y de restauración utilizadas son las mismas.

Basándonos en la curva de daño y considerando las intensidades previstas (intervalos VI-VII) para las parroquias donde se ubican los edificios de la Guardia Civil, se obtienen los daños estimados para cada uno de los edificios. Estos daños son leves (5,33%) para todos los edificios y los tiempos de restauración son 13 días para  $Tr_{30\%}$ , 20 días para  $Tr_{60\%}$  y 32 días para  $Tr_{100\%}$ .

▪ **Vulnerabilidad de los helipuertos y helisuperficies**

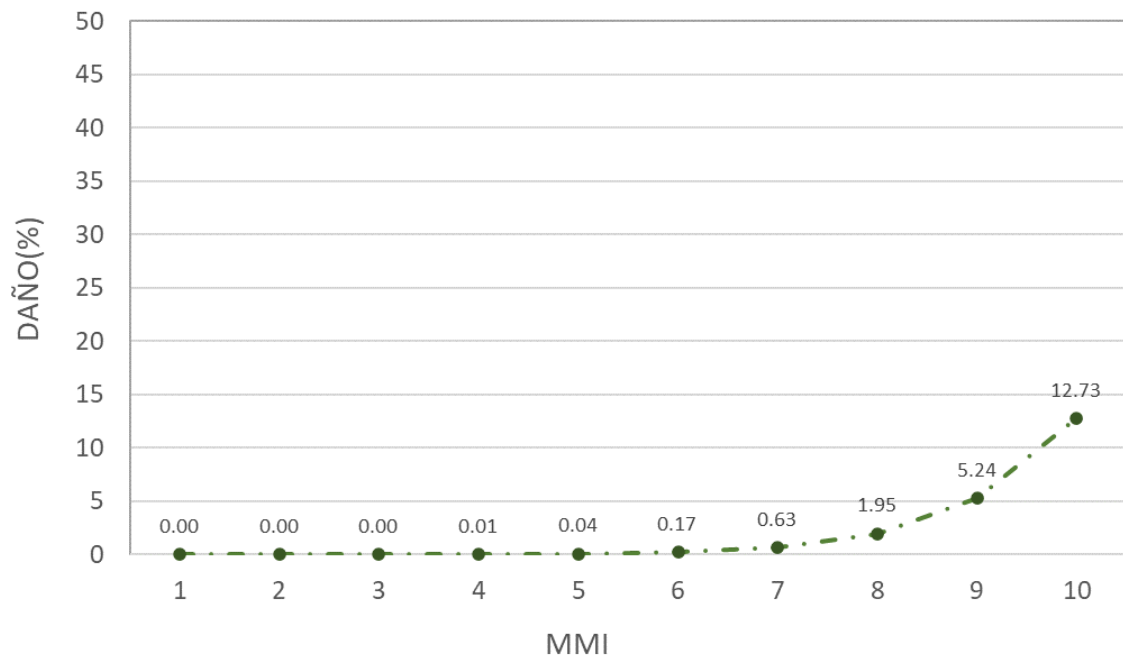
En Galicia existen numerosas áreas designadas para el despegue y aterrizaje de helicópteros. Para evaluar el comportamiento de los helipuertos en caso de un terremoto se ha empleado la categoría FC49 (que se refiere a las zonas asfaltadas), para determinar la curva de daños, y la SF27a (que corresponde a pavimentos y áreas de estacionamiento de aeronaves) para calcular los tiempos de restauración.

La función de daños para la FC49 es la siguiente:

$$DG = e^{-16,84256} MMI^{8,41953} \quad (6.8)$$

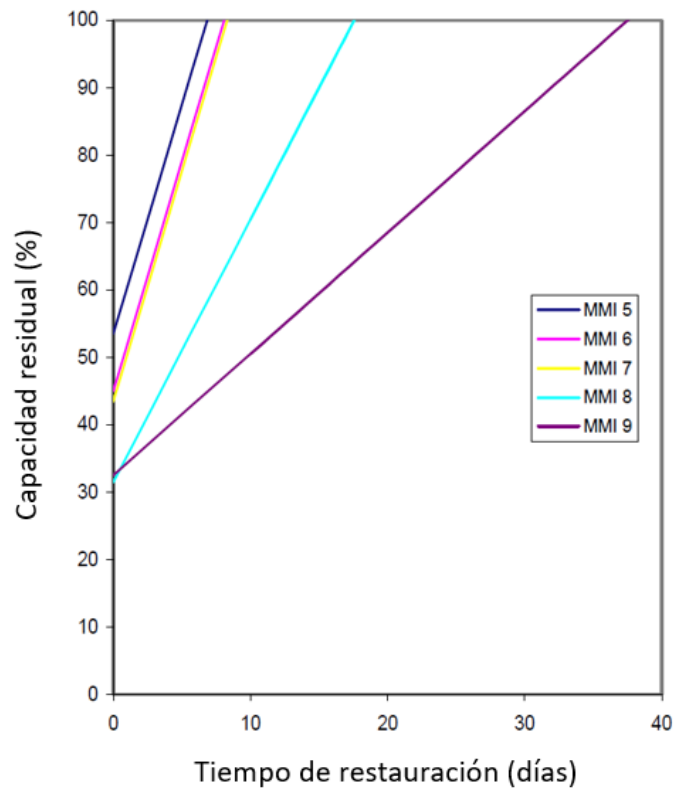
Y su representación es la de la siguiente gráfica 6.15





**Gráfica 6.15.** Curva de daños para los helipuertos (FC49).

Por su parte, las funciones de restauración se representan en la gráfica 6.16.



**Gráfica 6.16.** Capacidad residual frente a tiempos de restauración para los helipuertos.

Teniendo en cuenta la curva de daños correspondiente a la FC49 y las intensidades máximas previstas para las parroquias en las que están situados cada uno de los helipuertos, se obtienen los daños estimados para cada uno de ellos. Como resultado, los daños previstos son muy leves (0,34%) y los tiempos de restauración son los siguientes: 0 días para  $Tr_{30\%}$ , 2,5 días para  $Tr_{60\%}$  y 8 días para  $Tr_{100\%}$ .

#### ▪ Vulnerabilidad de los parques industriales

Los parques industriales como tales no están tipificados ni en la ATC13 ni en la 25. Por este motivo, para evaluar la vulnerabilidad de los parques industriales se ha considerado una combinación lineal ponderada de tres clases de instalaciones:

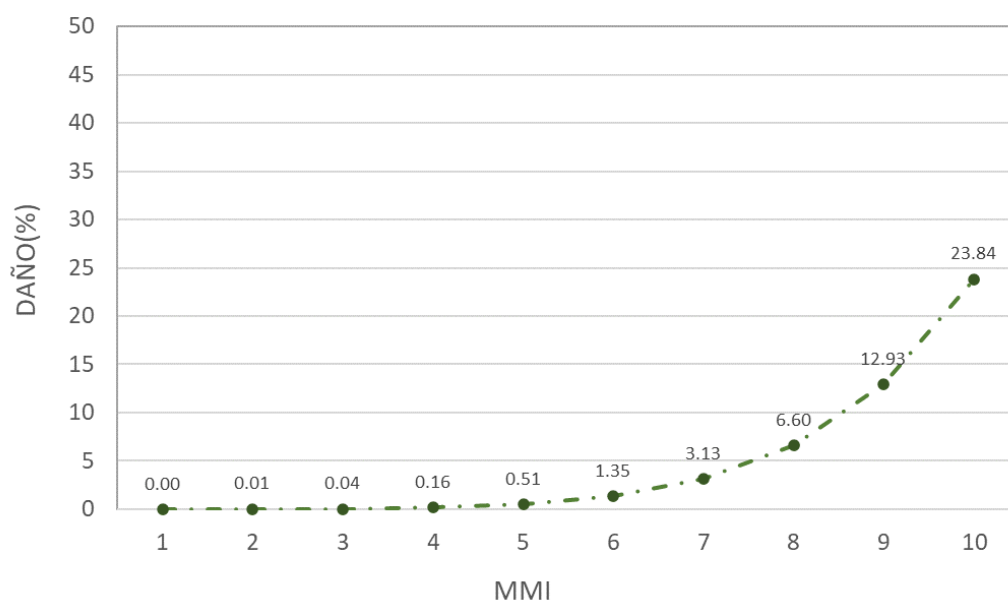
- FC12, como estructura de sustentación, siendo esta una estructura de armazón de acero arriostrado. La importancia asignada a esta estructura es del 60%.
- FC68, para considerar el equipamiento mecánico de las diferentes industrias. El peso asignado al equipamiento mecánico es del 30%
- FC49, para tener en cuenta los efectos sobre las carreteras de acceso a las naves. La importancia de estas carreteras es del 10%.

La función de daños conjunta calculada viene dada por la expresión:

$$GD = 0,6e^{11,076}(MMI + 1)^{6,004} + 0,3e^{11,732}MMI^{6,393} + 0,1e^{16,843}MMI^{8,419} \quad (6.9)$$

Al igual que en los casos anteriores, se ha incrementado la intensidad sísmica en una unidad para calcular los daños en las estructuras, teniendo en cuenta las regulaciones menos estrictas de España en comparación con las del estado de California.

La curva de vulnerabilidad se representa en la gráfica 6.17. Como se puede observar, los daños comienzan a ser significativos a intensidades de VIII-IX (muy altas). Para Galicia, donde las intensidades se encuentran dentro del intervalo VI-VII, se observa que el valor de daño esperado es del 2.08% (daños leves).



**Gráfica 6.17.** Curva de daños para los parques industriales (FC12+FC68+FC49).

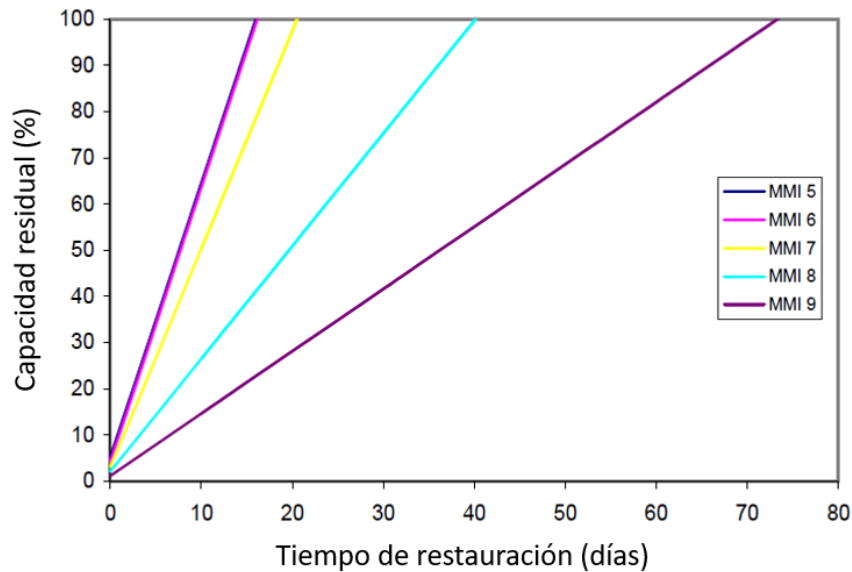
Para la determinación de los tiempos de restauración y de la capacidad residual se ha considerado que todos los parques industriales comprenden un conjunto de industrias que aparecen en la A.T.C.-13, siendo éstas:

- Ensamblaje / fabricación ligera y ensamblaje / fabricación pesada (SF11,12).
- Procesado de farmacia y comidas (SF13).
- Procesados químicos (SF14).
- Procesado de minerales y metales (SF15).
- Alta tecnología (SF16).

Es obvio que habría que realizar un estudio de las empresas que hay en cada parque industrial, pero con el fin de simplificar y teniendo en cuenta que los daños son pequeños, hemos agrupado todos en un único tipo.

Para determinar las proporciones asignadas a cada SF nos basamos en la guía ARDAN del año 2004, que registra las actividades económicas de muchas empresas gallegas. Siguiendo estos porcentajes para los distintos tipos de industrias, asignamos un 30% a SF11 y SF12, un 20% a SF13, un 30% a SF14, un 15% a SF15 y un 5% a SF16.

En la gráfica 6.18 se representan las rectas que determinan la capacidad residual en función del tiempo de restauración.



**Gráfica 6.18.** Capacidad residual frente a tiempos de restauración para los parques industriales.

Los daños esperados para los principales parques industriales de Galicia son leves (2,08%) y los tiempos de restauración son 5 días para  $Tr_{30\%}$ , 10,5 días para  $Tr_{60\%}$  y 18 días para  $Tr_{100\%}$ .

- **Vulnerabilidad de los edificios de la policía nacional, autonómica y local**

Para evaluar la vulnerabilidad de los edificios de la policía, ya sea a nivel nacional, autonómico o local, se ha utilizado la función de instalación FC10. Para calcular los tiempos de restauración, confiamos en la función de clase social SF23, que corresponde a los servicios de respuesta de emergencia.

Los daños previstos para los edificios de la policía nacional y autonómica en Galicia son leves (5,33%) para las tres tipologías de edificios, ya que la intensidad macrosísmica esperada en todas las parroquias gallegas se encuentra dentro del intervalo VI-VII.

Los tiempos de restauración al 30, 60 y 100% son 13 días, 20 días y 32 días, respectivamente.

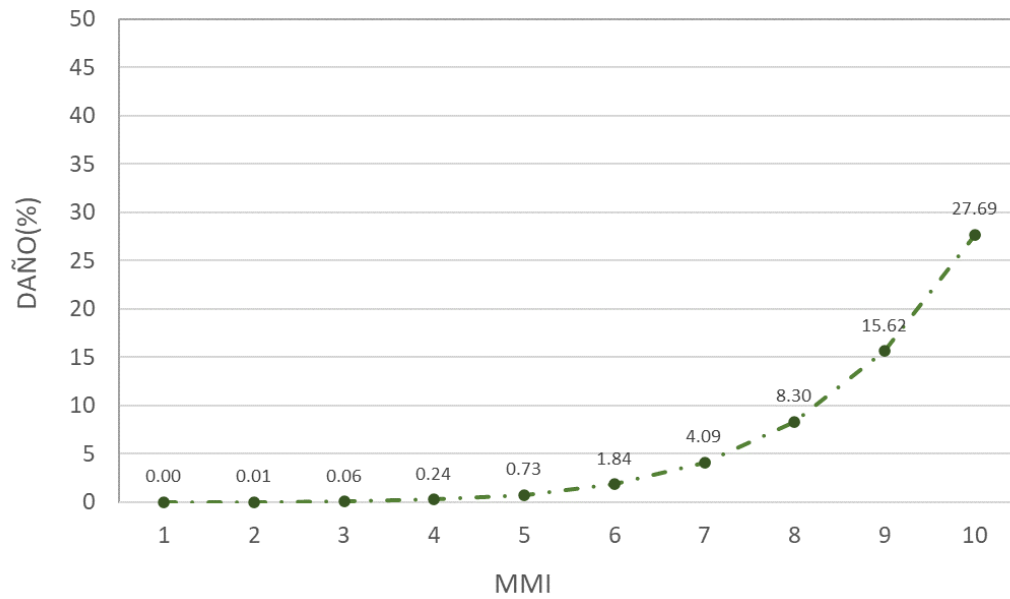
- **Vulnerabilidad de los polideportivos**

Dado que los polideportivos no están específicamente contemplados en las ATC, se ha optado por asignarles la categoría de FC12, que se refiere a estructuras de almacén de acero arriostrado, como la que mejor se ajusta a su tipo de construcción.

El cálculo de la función de daños proporciona la siguiente ecuación:

$$GD = e^{-11,076(MMI + 1)^{6,004}} \quad (6.10)$$

La representación de esta ecuación se muestra en la siguiente gráfica 6.19.

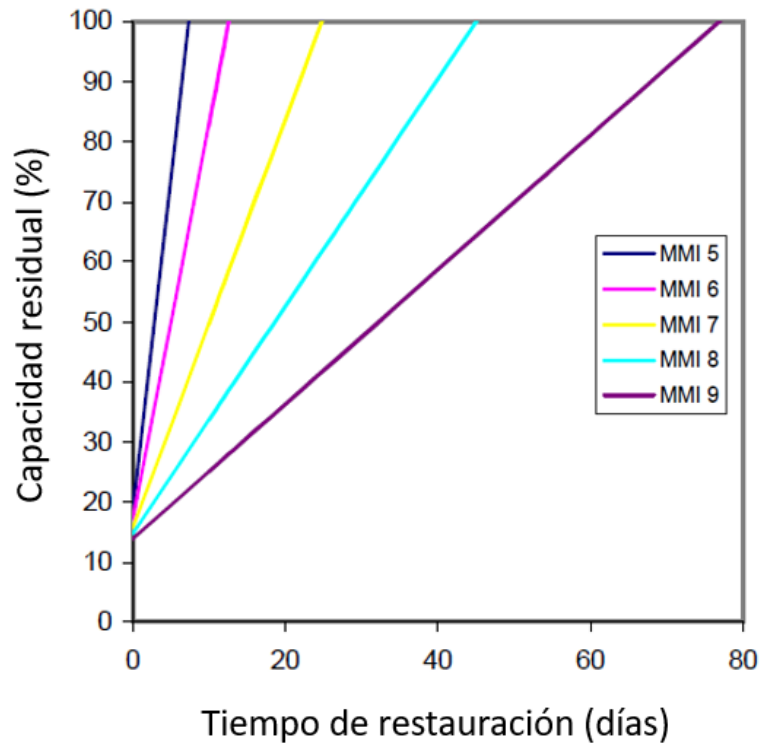


**Gráfica 6.19.** Curva de daños para los polideportivos de Galicia (FC12).

Los daños para este tipo de estructuras son ligeramente inferiores a los que se obtienen para la FC10.

La capacidad residual en función del tiempo se ha estimado utilizando la función de clase social SF9, que se aplica comúnmente a actividades de recreo y mantenimiento.

La representación de las funciones de capacidad residual frente a tiempo de restauración se muestra en la siguiente gráfica 6.20.



**Gráfica 6.20.** Capacidad residual frente a tiempos de restauración para los polideportivos.

Los daños esperados para los polideportivos son leves (2,08%) y los tiempos de restauración esperados para porcentajes del 30%, 60% y 100% son 3 días, 10 días y 19 días, respectivamente.

### ▪ Vulnerabilidad de las presas

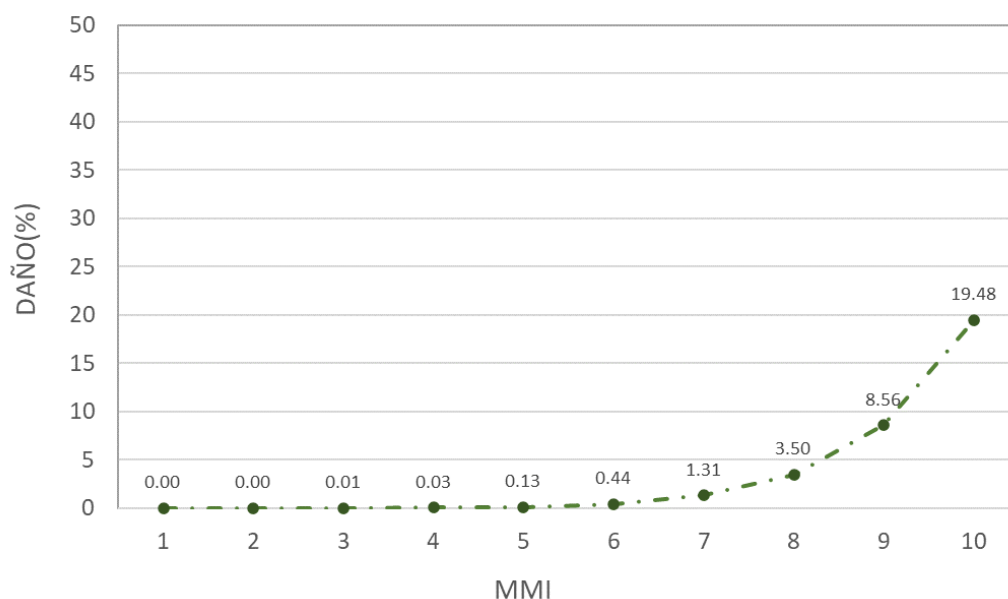
Las presas son un tipo de estructuras de un carácter especial tanto por su construcción como por el peligro que pueden representar para las personas si se producen roturas en las mismas, ya que, por lo general, se encuentran enclavadas aguas arriba de lugares en los que se asientan poblaciones. Por ello es importante determinar su respuesta frente a posibles acciones sísmicas.

Las presas se pueden dividir en dos categorías principales según su uso: presas utilizadas para el suministro de agua potable a la población y presas destinadas a la generación de energía eléctrica. En algunos casos, una presa puede servir para ambas finalidades simultáneamente.

Para evaluar la vulnerabilidad de las presas, la A.T.C.-25 considera dos tipos principales: presas de hormigón (FC35) y presas de relleno de tierra (FC36). La ATC propone realizar un análisis combinado mediante una ponderación equitativa. De acuerdo con esto, la función de daños calculada para las presas viene dada por la expresión:

$$GD = 0,5e^{-21,15333}(MMI + 1)^{10,0009} + 0,5e^{-15,3053}(MMI + 1)^{7,67276} \quad (6.11)$$

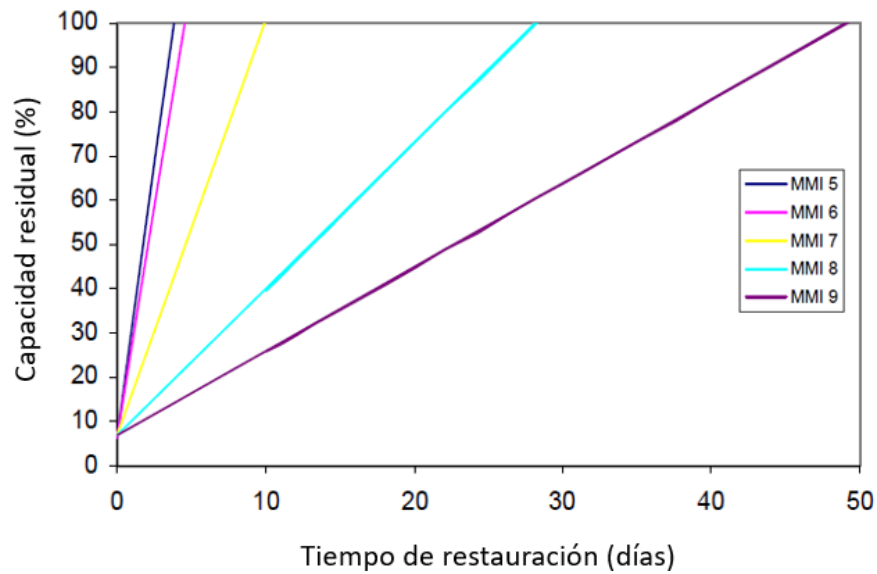
La representación se puede observar en la siguiente gráfica 6.21.



**Gráfica 6.21.** Curva de daños para las presas (FC35+FC36).

Los tiempos de restauración se han calculado utilizando la función de clase social SF30c, que se relaciona con las reservas de almacenamiento de sistemas de agua. La capacidad residual frente al tiempo de restauración se representa en la gráfica 6.22.





**Gráfica 6.22.** Capacidad residual frente a tiempo de restauración para las presas.

De esta forma, los daños previstos son, para todos los embalses de Galicia, muy leves (0,77%), y los tiempos de restauración son 2 días para  $Tr_{30\%}$ , 4 días para  $Tr_{60\%}$  y 7 días para  $Tr_{100\%}$ .

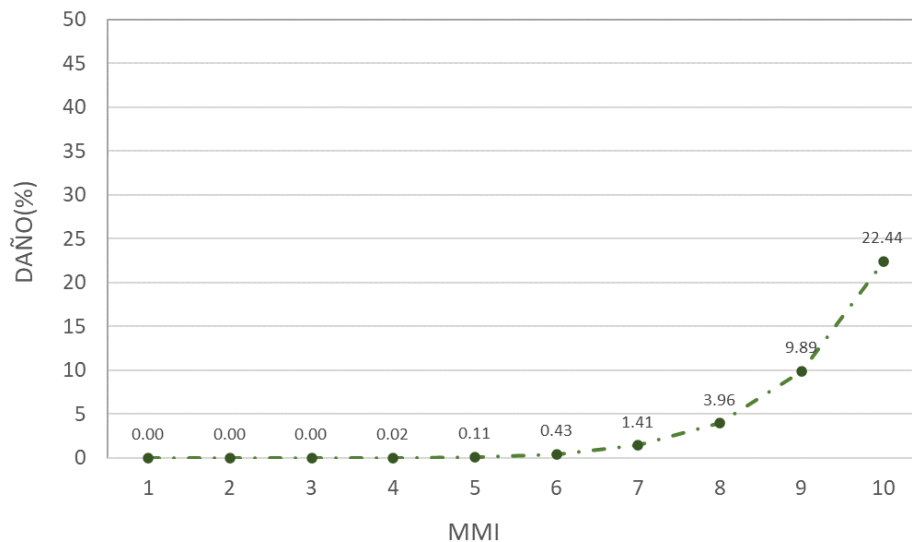
#### ▪ Vulnerabilidad de los puertos

En este punto nos referimos a los puertos, pero también al conjunto de equipos y dispositivos que suelen encontrarse en estos lugares, como grúas, líneas de transporte interiores, etc.

En la ATC 13 se consideran dos categorías de instalaciones para los puertos: la FC53, que se refiere a las grúas (equipamiento), y la FC63, que engloba las estructuras de soporte que se extienden sobre el agua en el puerto, es decir, los muelles donde atracan los barcos. En términos de ponderación, se asigna un 40% a la FC53, mientras que el 60% restante se asigna a la FC63. Con estas categorías de instalaciones y sus respectivas ponderaciones, obtenemos la siguiente función que representa los daños directos en los puertos:

$$GD = 0,4e^{-13,67314}MMI^{7,25084} + 0,4e^{-15,47953}MMI^{8,09756} \quad (6.12)$$

Esta función se representa gráficamente en la siguiente gráfica 6.23:

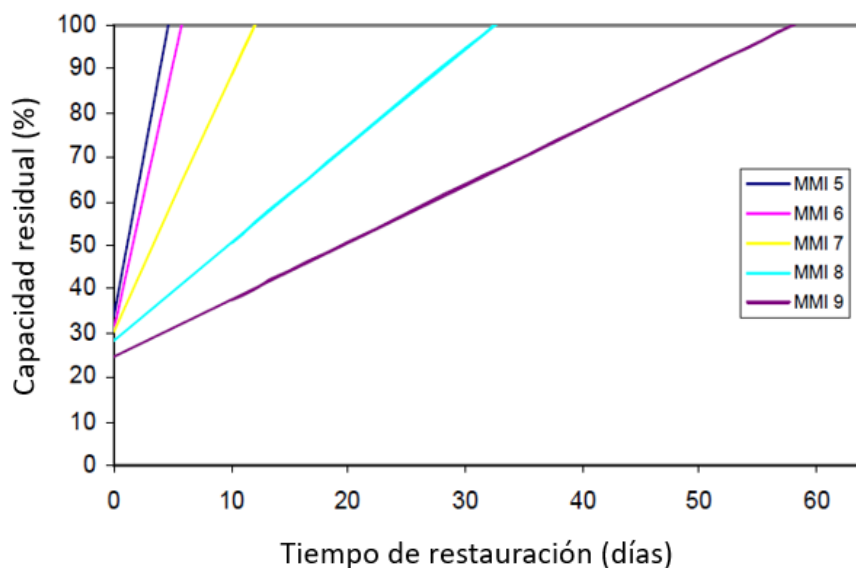


**Gráfica 6.23.** Curva de daños para los puertos y sus equipamientos (FC53+FC63).

Los daños que se muestran no son muy altos debido a que en los puertos no hay muchos elementos susceptibles de sufrir daños, y las grúas y el muelle solo comienzan a dañarse de manera significativa cuando las intensidades sísmicas superan el nivel VIII en la escala MMI.

En lo que respecta a los tiempos de restauración, se presenta un caso excepcional, ya que se definen dos SF: la SF28a (para puertos) y la SF28b (para el equipamiento de carga), con coeficientes de ponderación de 0,6 y 0,4, respectivamente.

En la gráfica 6.24 se representa la capacidad residual frente a los tiempos de restauración obtenidos para esa combinación de funciones sociales.



**Gráfica 6.24.** Rectas de capacidad residual frente a tiempo de restauración para los puertos.

Los resultados de aplicar la curva de daños y las rectas de restauración a los puertos de Galicia, considerando las intensidades previstas en cada parroquia son los siguientes: los daños esperados son muy leves (0,77%), y los tiempos de restauración son 0 días para  $Tr_{30\%}$ , 4 días para  $Tr_{60\%}$  y 11,5 días para  $Tr_{100\%}$ .

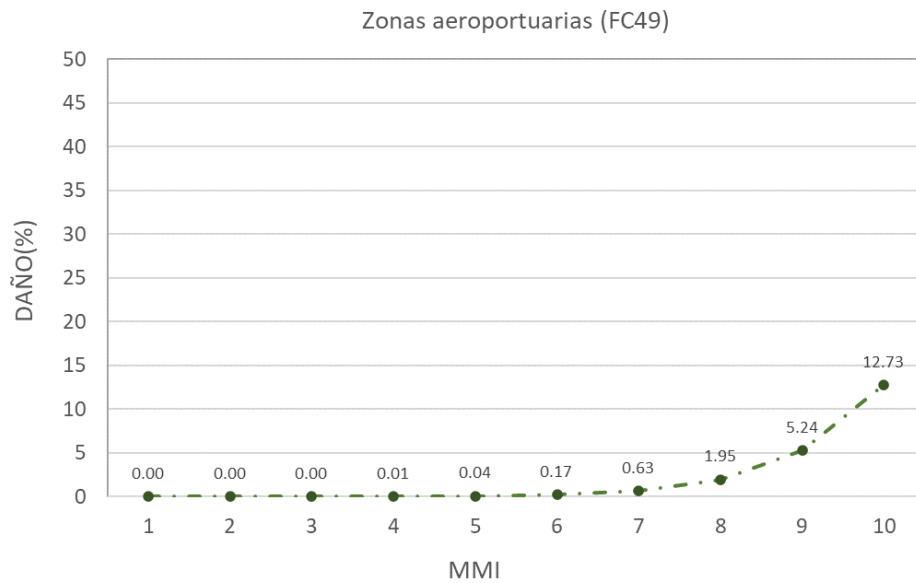
#### ▪ Vulnerabilidad de las zonas aeroportuarias

Definimos como zonas aeroportuarias aquellas que circundan a los hangares y estructuras de los aeropuertos. Principalmente son las pistas de despegue y aterrizaje y los aparcamientos.

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las zonas aeroportuarias se basa en el comportamiento estimado de la FC49 de acuerdo con la ATC-13, que se relaciona con infraestructuras asfaltadas. La curva de daños para la FC49 se calcula, al igual que para el resto de las facility class, mediante un ajuste de regresión exponencial a los datos proporcionados por expertos.

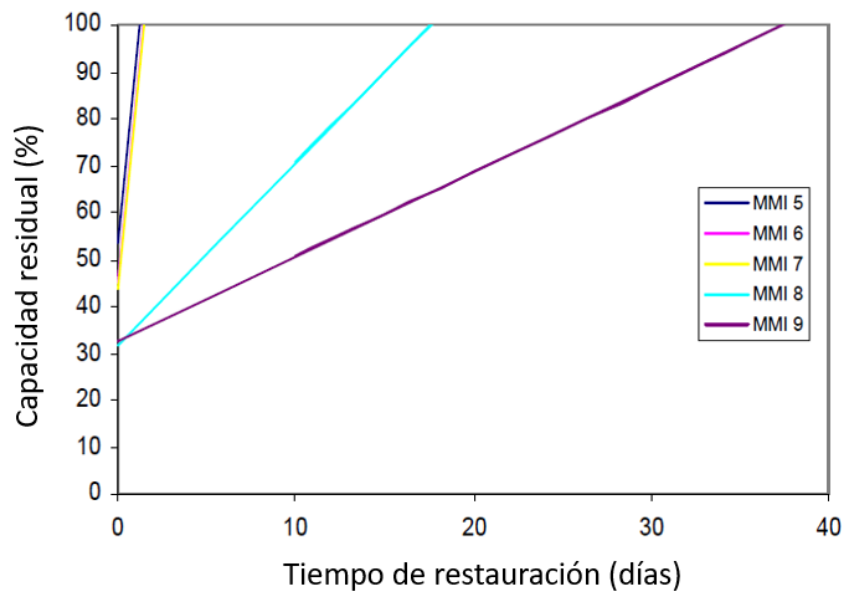
Esta curva es la representada en la gráfica 6.25, y su ecuación es la siguiente:

$$GD = e^{-16,84256 MMI^{8,41953}} \quad (6.13)$$



**Gráfica 6.25.** Curva de daños para las zonas aeroportuarias.

Las rectas de tiempos de restauración para las zonas aeroportuarias se han calculado utilizando la SF27b, que se relaciona con los tiempos de restauración de pavimentos y zonas de estacionamiento de vehículos en zonas aeroportuarias. La representación de estas rectas se muestra en la gráfica 6.26.



**Gráfica 6.26.** Capacidad residual frente a tiempos de restauración para las zonas aeroportuarias.

Los daños previstos en los tres aeropuertos de Galicia, considerando las intensidades máximas previstas en las parroquias en las que se ubican, se muestran en la tabla 6.4.

**Tabla 6.4.** Daños estimados y tiempos de restauración previstos para las zonas aeroportuarias gallegas.

<b>Nombre</b>	<b>Parroquia</b>	<b>Daños [%]</b>	<b>Grado de daño</b>	<b>Tr<sub>R(30%)</sub> [días]</b>	<b>Tr<sub>R(60%)</sub> [días]</b>	<b>Tr<sub>R(100%)</sub> [días]</b>
Aeropuerto de A Coruña	Almeiras (San Xulián)	0,34	Muy leve	0	0,1	0,5
Aeropuerto de Santiago - Rosalía de Castro	Sabugueira (San Paio)	0,34	Muy leve	0	0,1	0,5
Aeropuerto de Vigo - Peinador	Cabral (Santa Mariña)	0,34	Muy leve	0	0,1	0,5

Como se puede apreciar en la tabla, los daños son muy leves (0,34%) y el tiempo necesario para una reparación completa es de medio día.

## REFERENCIAS

**ATC-13 (1985).** Applied Technology Council, Earthquake Damage Evaluation Data for California ATC-13. Applied Technology Council.

**ATC-25 (1991).** Seismic vulnerability And impact of disruption of lifelines in the conterminous United States, ATC-25. Redwood City. California.

**Chávez, J (1998).** Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico a escala regional: Aplicación a Cataluña. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 343 pp.

**Cochrane, S. y Schaad, W (1992).** Assessment of earthquake vulnerability of buildings.

**Grunthal, G. (1998).** European Macroseismic Scale1998. Conseil de l'Europe Cahiers du Centre Européen de Geodynamique et de Seismologie. Vol. 15.

**Norma de la Construcción Sismorresistente Española (NCSE-02) (2002):** «Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación». Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre. Publicada en el BOE, vol. 244, pp. 35898-35967.

**Norma Tecnológica de la Edificación NTE-FCS/1973 (1973):** Orden por la que se aprueba la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-FCS/1973, «Estructuras cargas sísmicas». Publicada en el BOE, núm. 48, de 24 de febrero de 1973, páginas 3673 a 3677 (5 págs.)

**Monti, G.; Nuti, C. (1996).** A procedure for assessing the functional reliability of hospital systems. Structural Safety. Vol. 18. NO. 4. pp 277-292.

**Nuti, C.; Vanzi, I. (1999).** GHOST: A procedure and a program for the post-earthquake scenario and probabilistic analisis of a regional hospital's network performance. Repporti No 1/99. Universita degli Studi Gabriele D'Annunzio de Chieti. Chieti. Italy.

**Safina, S. (2002).** Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Tesis doctoral. Universidad politécnica de Cataluña.

**Tiedemann, H. (1992).** Earthquakes and Volcanic Eruptions. Swiss Re. Zurich 5000. pp. 951.

# **ANEXO III**

## **AYUNTAMIENTOS CON RIESGO DE TERREMOTOS**



De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de riesgo y de vulnerabilidad, y teniendo en cuenta el anexo II de la Directriz Básica de Protección Civil para ante el riesgo sísmico, no están obligados a elaborar el correspondiente Plan de Actuación Municipal ningún municipio de Galicia.

No obstante, se **recomienda** la elaboración del plan a los municipios que de acuerdo con el Anexo II, presenten una vulnerabilidad alta:

CODIGO	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN	INTENSIDAD	VULNERABILIDAD
27035	Negueira de Muñiz	Lugo	0.04	hasta VII	Alta
27038	Ourol	Lugo	0.04	hasta VII	Alta
32029	Chandrexa de Queixa	Ourense	0.05	hasta VII	Alta
27033	Muras	Lugo	0.05	hasta VII	Alta
32071	Ribeira de Piquín	Lugo	0.05	hasta VII	Alta
32057	Parada de Sil	Ourense	0.06	VI-VII	Alta

## **ANEXO IV**

# **REGISTRO HISTÓRICO DE SISMOS**

A continuación se indican los datos significativos de los seísmos con epicentro en Galicia y entorno, registrados en los últimos 500 años, y con una intensidad igual o mayor a III en la escala EMS 98.

Los datos proceden del Catálogo de Terremotos que tiene disponible para consulta el el Instituto Geográfico Nacional (IGN):

<https://doi.org/10.7419/162.03.2022>

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
681	07/04/1804	05:45:00	430.000	-75.000	0.0	IV			Lugo
921	27/10/1816	05:00:00	423.333	-78.667	0.0	IV			Ourense
923	02/01/1817	16:30:00	423.333	-78.667	0.0	IV			Ourense
929	02/04/1818	05:00:00	423.333	-78.667	0.0	IV			Ourense
1010	10/04/1829	05:45:00	422.667	-66.167	0.0	IV			S. Ponferrada.LE
1039	03/01/1830	00:00:00	423.333	-78.667	0.0	III-IV			Ourense
1112	18/04/1844	15:30:00	430.167	-75.500	0.0	V			Lugo
1206	04/06/1849	11:14:00	424.333	-86.500	0.0	III-IV			Pontevedra
1209	10/10/1849	10:30:00	424.333	-86.500	0.0	III-IV			Pontevedra
1264	08/10/1852	20:00:00	420.500	-66.333	0.0	IV-V			Puebla de Sanabria.ZA
1389	29/09/1858	20:45:00	428.833	-85.500	0.0	IV-V			Santiago de Compostela.C
1611	12/12/1863	02:02:00	428.833	-85.500	0.0	IV			Santiago de Compostela.C
1774	01/08/1873	00:00:00	424.333	-86.500	0.0	IV-V			Pontevedra
1801	19/04/1875	17:30:00	430.000	-75.500	0.0	III			Lugo
1820	04/09/1876	15:50:00	428.833	-85.500	0.0	V			Santiago de Compostela.C
1826	10/09/1877	00:00:00	435.667	-61.500	0.0	IV			Cudillero.O
1828	23/11/1877	13:00:00	428.833	-85.500	0.0	III			Santiago de Compostela.C
1843	27/05/1878	00:00:00	434.833	-82.333	0.0	III			Ferrol.C
1847	05/08/1878	02:27:00	434.833	-82.333	0.0	III			Ferrol.C
1862	12/02/1880	05:45:00	422.333	-87.500	0.0	III			Vigo.PO
1871	18/11/1880	03:30:00	434.833	-82.333	0.0	III			Ferrol.C
1889	09/09/1882	09:30:00	433.667	-83.833	0.0	IV			La Coruña

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
1896	23/10/1882	15:00:00	428.833	-85.500	0.0	V			Santiago de Compostela.C
1960	13/02/1884	00:00:00	433.667	-83.833	0.0	IV			La Coruña±a
2264	30/05/1886	00:00:00	424.333	-86.500	0.0	IV			Pontevedra
2282	02/02/1887	15:00:00	417.333	-74.333	0.0	IV			Chaves.POR
2324	31/03/1888	00:00:00	422.333	-87.167	0.0	III			Vigo.PO
2327	29/04/1888	02:20:00	436.333	-75.833	0.0	V			Viveiro.LU
2343	24/01/1889	00:00:00	422.333	-87.167	0.0	III			Vigo.PO
2425	12/03/1895	06:30:00	436.333	-75.833	0.0	III-IV			Viveiro.LU
2436	25/12/1895	17:39:00	421.833	-71.167	0.0	V-VI			Viana do Bolo.OR
2437	11/04/1896	01:00:00	421.833	-71.167	0.0	III-IV			Viana do Bolo.OR
2467	25/05/1897	21:10:00	435.000	-82.333	0.0	V			Ferrol.C
2490	24/08/1899	01:25:00	420.500	-67.000	0.0	V			Puebla de Sanabria.ZA
2575	24/02/1904	00:00:00	420.000	-88.000	0.0	VI			TOMIÃO.O.PO
2583	14/06/1904	02:00:00	424.000	-78.500	0.0	V			CUBEIRO.LU
2593	17/12/1904	00:00:00	429.000	-85.000	0.0	IV			SANTIAGO COMPOSTELA.C
2618	21/05/1906	13:20:00	429.000	-85.000	0.0	IV			SANTIAGO COMPOSTELA.C
2731	06/03/1909	16:30:00	417.000	-88.000	0.0	III			VIANA DO CASTELO.POR
2745	24/04/1909	03:47:00	417.000	-86.000	0.0	VII			VIANA DO CASTELO.POR
2755	03/05/1909	00:30:00	433.333	-64.167	0.0	IV			TINEO.O
2863	25/04/1910	04:20:00	419.500	-74.333	0.0	V			VERIN.OR
2864	26/04/1910	04:07:04	416.667	-78.333	0.0	VI			SERRA DO BARROSO.POR
2922	24/11/1910	09:53:20	435.333	-82.500	0.0	VII			EL FERROL.C

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
2930	24/01/1911	15:30:00	436.000	-71.000	0.0	III			RIBADEO.LU
2932	09/02/1911	18:40:00	417.000	-89.000	0.0	VI			VIANA DO CASTELO.POR
3008	07/06/1911	09:40:00	430.000	-75.000	0.0	IV			LUGO
3137	27/10/1913	04:30:00	416.667	-87.167	0.0	VI			VIANA DO CASTELO.POR
3138	28/10/1913	02:00:00	418.000	-78.000	0.0	III			MONTALEGRE.POR
3183	29/05/1914	00:00:00	434.167	-73.333	0.0	III			MONDOÑ'EDO.LU
3206	02/01/1915	19:06:00	432.000	-63.000	0.0	VI			STA.MARIA GENESTAZA.O
3259	14/11/1915	09:37:00	434.000	-84.000	0.0	IV			LA CORUÑA
3261	06/12/1915	04:00:00	418.667	-88.333	0.0	VI			CAMINHA.POR
3483	26/11/1920	11:37:52	424.000	-86.000	0.0	VII			PONTEVEDRA
3639	10/02/1924	04:00:00	422.000	-78.333	0.0	III			ALLARIZ.OR
3728	25/10/1925	18:15:00	428.833	-85.500	0.0	IV			SANTIAGO.C
3975	18/08/1930	00:00:00	433.333	-64.167	0.0	III			CANGAS DE TINEO.O
3989	28/09/1930	00:00:00	418.667	-88.333	0.0	IV			CAMINHA.POR
4008	12/12/1930	04:30:00	425.667	-88.167	0.0	V			VILLANUEVA DE AROSA.PO
4026	19/04/1931	17:20:00	420.667	-82.167	0.0	V			MELGAÑA.O.POR
4031	09/06/1931	09:50:00	419.500	-87.167	0.0	IV			VILA N. CERVEIRA.POR
4186	24/07/1935	18:36:00	419.000	-87.000	0.0	III			VILA N. CERVEIRA.POR
4296	20/06/1936	14:03:25	424.000	-98.000	0.0	V			OCEANO ATLANTICO
4369	04/01/1939	21:15:00	417.000	-89.000	0.0	IV			CARRECO.POR
4435	17/02/1941	02:05:31	420.000	-95.000	0.0	III			OCEANO ATLANTICO
4446	24/04/1941	01:05:00	418.000	-89.000	0.0	V			CARRECO.POR
4458	10/07/1941	00:50:00	418.000	-89.000	0.0	V			QUARTEIRA.POR
4459	10/07/1941	00:52:00	418.000	-89.000	0.0	IV			QUARTEIRA.POR

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
4620	25/11/1944	23:52:38	436.667	-90.000	0.0	V	4.7	1	OCEANO ATLANTICO
4735	21/03/1947	00:00:00	417.000	-78.000	0.0	III			BOTICAS.POR
4993	23/06/1951	00:00:00	417.000	-82.000	0.0	III			INFESTA.POR
5453	14/07/1957	06:41:00	418.000	-77.000	0.0	IV			SAPIAOS.POR
5748	05/11/1960	16:19:00	417.000	-88.000	0.0	V			DEAO.POR
5772	10/02/1961	18:52:01	417.250	-61.967	0.0	VI	5.2	1	ZAMORA.ZA
5773	10/02/1961	19:16:34	417.250	-61.967	0.0	V	5.2	1	ZAMORA.ZA
5827	03/05/1962	23:27:22	438.850	-70.150	5.0	VI	4.3	2	CANTÁ BRICO
6310	01/11/1967	02:00:20	422.000	-72.500	0.0	III	2.7	2	SIERRA DE QUEIJA.OR
6373	30/03/1968	05:41:15	417.500	-87.500	0.0	III			VIANA DO CASTELO.POR
7314	20/04/1973	02:27:03	421.917	-86.650	5.0	IV	3.6	2	W REGUENGO.PO
8074	16/01/1979	00:55:16	428.883	-71.517	80.0	VI	3.6	2	N BECERREÁ .LU
8093	15/02/1979	10:11:59	427.600	-73.683	10.0	V	4.6	2	SE SARRIA.LU
8096	16/02/1979	23:57:43	425.433	-94.867	60.0	V	4.0	2	ATLÁ NTICO-GALICIA
8098	20/02/1979	14:48:33	423.150	-78.700	10.0	IV	3.4	2	SW OURENSE.OU
8102	23/02/1979	13:36:15	420.833	-85.000	0.0	III			SALVATIERRA DE MIÁ'O.PO
8200	12/05/1979	23:16:30	430.333	-73.333	0.0	IV			CASTROVERDE.LU
8411	18/12/1979	05:47:34	428.883	-71.633	20.0	VI	4.2	2	N BECERREÁ .LU
8677	06/10/1980	23:04:32	423.333	-86.667	0.0	V	3.4	2	PONTEVEDRA
8813	25/11/1980	00:16:24	424.233	-83.500	5.0	V			NE PEDREIRA, A.PO
9760	29/08/1984	06:27:31	422.067	-84.367	5.0	III	3.4	2	SE MONDARIZ.PO
10320	04/07/1986	23:51:35	424.083	-72.167	5.0	IV	3.6	2	SE QUIROGA.LU
10457	15/01/1987	04:32:08	421.200	-77.833	6.0	III	3.3	2	W SANDIÁ S.OU
10470	04/02/1987	23:29:41	429.717	-87.917	9.0	IV	2.8	2	W SAN VICENZO.C
10559	30/05/1987	08:03:40	427.067	-76.833	5.0	IV	3.2	2	E TABOADA.LU



Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
10817	10/04/1988	22:40:28	424.967	-67.300	3.0	III	3.2	2	NW BORRENES.LE
11022	08/10/1988	07:40:27	430.517	-72.983	5.0	IV	3.2	2	NE CASTROVERDE.LU
11074	07/12/1988	04:41:50	430.033	-91.083	3.0	III	3.1	2	SE DUMBRÃ A.C
11085	12/12/1988	12:14:40	421.567	-77.583	5.0	III	3.2	2	SE ALLARIZ.OU
11139	09/02/1989	10:19:20	423.850	-85.767	0.0	III	3.1	2	N RIAL, O.PO
11472	30/08/1989	11:43:25	421.133	-75.267	13.0	III	3.8	2	NE SARREAUS.OU
11532	26/10/1989	03:14:53	437.650	-61.233	0.0	III-IV	3.4	2	CANTÃ BRICO
12097	04/05/1991	19:20:09	429.700	-84.700	3.0	III	3.3	2	SW SIGÃœEIRO.C
12304	15/12/1991	23:34:09	420.733	-81.600	9.0	III-IV	3.4	2	SE MELGAÃ±O.POR
13366	12/11/1993	09:28:05	420.933	-77.300	5.0	III-IV	3.3	2	N XINZO DE LIMIA.OU
13863	07/04/1994	00:10:25	431.183	-75.100	3.0	III-IV	3.5	2	E OUTEIRO DE REI.LU
13894	15/04/1994	06:54:12	433.617	-74.917	15.0	III	3.5	2	W ABADÃ N O PROVECENDE.LU
13895	15/04/1994	13:26:19	436.400	-73.917	30.0	V	4.1	2	SW BURELA.LU
13907	19/04/1994	21:06:39	435.200	-72.767	26.0	III	3.3	2	SW SAN COSME.LU
13982	14/05/1994	23:19:57	425.433	-85.867	4.0	III	3.3	2	SW SANTA LUCÃ A DE MORAÃ±A.PO
14286	10/07/1994	07:23:37	422.033	-75.633	14.0	III-IV	3.5	2	NE VILAR DE BARRIO.OU
15616	29/11/1995	23:56:28	428.167	-73.033	9.0	VI	4.6	2	NW TRIACASTELA.LU
15620	30/11/1995	00:09:26	428.883	-73.483	28.0	III	3.6	2	E POBRA DE SAN XIAO, A.LU
15621	30/11/1995	00:21:31	428.100	-72.283	13.0	III	3.6	2	N TRIACASTELA.LU
15623	30/11/1995	00:25:35	428.300	-72.400	4.0	III	3.3	2	SW BECERREÃ .LU
15629	30/11/1995	01:03:03	428.250	-72.083	12.0	III	3.6	2	SW BECERREÃ .LU
15631	30/11/1995	01:32:30	428.117	-72.567	15.0	III	3.6	2	NW TRIACASTELA.LU
15634	30/11/1995	01:45:39	428.367	-72.350	13.0	IV-V	3.8	2	S BARALLA.LU
15635	30/11/1995	02:20:34	428.167	-73.067	9.0	IV-V	3.9	2	NW TRIACASTELA.LU

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
15642	30/11/1995	15:49:18	427.933	-72.983	6.0	III	3.7	2	NW TRIACASTELA.LU
15650	30/11/1995	22:16:55	428.100	-72.800	5.0	III-IV	3.3	2	NW TRIACASTELA.LU
15661	01/12/1995	07:20:01	428.283	-72.167	10.0	III-IV	3.6	2	SW BECERREÃ .LU
15664	01/12/1995	09:52:11	428.267	-72.217	13.0	III	3.3	2	SW BECERREÃ .LU
15668	02/12/1995	00:23:35	428.250	-72.550	2.0	III	3.0	2	N TRIACASTELA.LU
15718	14/12/1995	08:15:55	428.250	-72.350	9.0	III	3.1	2	SW BECERREÃ .LU
15739	20/12/1995	09:28:46	428.433	-72.733	5.0	III	3.5	2	SW BARALLA.LU
15748	22/12/1995	17:58:13	428.050	-72.550	7.0	III	3.6	2	NW TRIACASTELA.LU
15760	24/12/1995	11:28:23	428.367	-72.400	9.0	III-IV	3.8	2	S BARALLA.LU
15765	24/12/1995	11:50:10	427.900	-72.333	0.0	III	2.7	2	N TRIACASTELA.LU
15766	24/12/1995	11:57:48	428.217	-72.400	11.0	III	3.0	2	N TRIACASTELA.LU
15769	24/12/1995	12:28:31	428.300	-72.617	5.0	III	3.1	2	S BARALLA.LU
15770	24/12/1995	14:29:21	428.600	-73.150	15.0	VI	4.6	2	SW BARALLA.LU
15775	24/12/1995	15:02:01	427.933	-72.733	5.0	III	3.3	2	NW TRIACASTELA.LU
15777	24/12/1995	15:10:54	428.050	-72.100	16.0	III-IV	3.2	2	NE TRIACASTELA.LU
15779	24/12/1995	15:49:42	428.400	-72.217	11.0	III-IV	3.7	2	W BECERREÃ .LU
15781	24/12/1995	16:25:14	428.183	-72.100	13.0	III-IV	3.5	2	SW BECERREÃ .LU
15785	24/12/1995	18:19:53	428.350	-72.533	9.0	III-IV	4.0	2	S BARALLA.LU
15786	24/12/1995	18:37:46	428.133	-71.950	13.0	III	3.3	2	SW BECERREÃ .LU
15791	25/12/1995	13:14:18	428.100	-72.883	5.0	III	3.2	2	NW TRIACASTELA.LU
15842	09/01/1996	16:54:55	428.200	-72.433	3.0	III	3.1	2	N TRIACASTELA.LU
15866	18/01/1996	02:53:34	428.283	-72.483	11.0	III	3.2	2	S BARALLA.LU
15881	21/01/1996	08:34:50	428.267	-72.667	9.0	III	2.8	2	SW BARALLA.LU
15882	21/01/1996	08:36:13	428.550	-72.067	9.0	III	2.7	2	W BECERREÃ .LU
15900	26/01/1996	22:54:45	428.333	-72.367	2.0	III-IV	3.2	2	SW BECERREÃ .LU
15901	27/01/1996	01:36:10	428.250	-72.183	9.0	III-IV	2.8	2	SW BECERREÃ .LU

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
15923	03/02/1996	02:34:21	428.250	-72.467	7.0	III-IV	3.1	2	N TRIACASTELA.LU
16037	10/03/1996	05:52:48	436.967	-84.517	32.0	III	3.7	2	ATLÁ NTICO-GALICIA
16087	29/03/1996	21:40:23	428.183	-72.300	5.0	III	3.1	2	SW BECERREÃ .LU
16110	04/04/1996	10:05:21	428.050	-72.017	18.0	III	3.4	2	NE TRIACASTELA.LU
16113	04/04/1996	16:26:24	428.450	-72.533	9.0	III	3.5	2	S BARALLA.LU
16182	25/04/1996	17:14:45	427.433	-76.650	9.0	III	3.5	2	SW PORTOMARÃ N.LU
16198	28/04/1996	22:41:51	428.000	-72.533	8.0	III	3.3	2	NW TRIACASTELA.LU
16284	06/06/1996	22:24:03	428.200	-72.567	3.0	III	3.2	2	NW TRIACASTELA.LU
16514	07/08/1996	15:57:04	428.283	-71.400	8.0	III	3.0	2	SE BECERREÃ .LU
16515	07/08/1996	17:50:25	428.167	-71.850	17.0	III	2.9	2	SW BECERREÃ .LU
16524	09/08/1996	18:45:39	430.633	-83.583	2.0	III	3.5	2	SE ORDES.C
16531	12/08/1996	15:03:26	428.450	-71.950	5.0	III-IV	3.2	2	SW BECERREÃ .LU
16758	29/10/1996	16:51:22	428.167	-72.483	0.0	III-IV	3.2	2	N TRIACASTELA.LU
16759	29/10/1996	16:54:51	428.233	-72.050	9.0	III	3.2	2	SW BECERREÃ .LU
16760	29/10/1996	19:38:04	428.300	-72.283	0.0	V	4.1	2	SW BECERREÃ .LU
17024	03/02/1997	22:09:56	428.350	-72.733	8.0	IV	3.6	2	SW BARALLA.LU
17032	04/02/1997	13:45:09	428.567	-72.950	17.0	IV	3.9	2	SW BARALLA.LU
17186	19/03/1997	05:04:35	428.550	-72.383	4.0	III-IV	3.2	2	S BARALLA.LU
17368	11/05/1997	13:13:02	428.133	-72.200	9.0	III	3.0	2	SW BECERREÃ .LU
17369	11/05/1997	13:13:29	428.133	-72.533	6.0	III	3.0	2	NW TRIACASTELA.LU
17415	21/05/1997	23:49:45	428.167	-72.333	9.0	V	4.1	2	N TRIACASTELA.LU
17416	21/05/1997	23:50:45	427.833	-72.583	13.0	VI	5.1	2	NW TRIACASTELA.LU
17522	23/05/1997	13:30:43	427.917	-72.267	9.0	III	3.7	2	NE TRIACASTELA.LU
17524	23/05/1997	18:14:42	427.933	-72.433	9.0	III-IV	4.4	2	N TRIACASTELA.LU
17530	24/05/1997	18:33:32	428.183	-72.400	8.0	III	3.4	2	N TRIACASTELA.LU

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
17531	24/05/1997	18:42:28	428.300	-72.417	12.0	III-IV	3.4	2	S BARALLA.LU
17544	25/05/1997	17:21:54	428.217	-72.567	12.0	III-IV	3.8	2	NW TRIACASTELA.LU
17566	29/05/1997	22:22:57	427.650	-72.633	6.0	III	3.5	2	NW TRIACASTELA.LU
17567	30/05/1997	01:49:24	428.083	-72.133	14.0	III	3.4	2	NE TRIACASTELA.LU
17569	30/05/1997	07:49:22	428.233	-72.667	13.0	III	3.4	2	NW TRIACASTELA.LU
17587	04/06/1997	20:28:10	428.233	-71.600	16.0	III	3.5	2	S BECERREÃ .LU
17636	21/06/1997	06:30:34	427.833	-72.217	9.0	III	3.1	2	NE TRIACASTELA.LU
17975	06/10/1997	14:26:33	427.467	-76.800	8.0	III-IV	3.7	2	NE TABOADA.LU
75335	18/11/1997	18:24:56	428.010	-72.142	8.7	III-IV	3.5	3	NE TRIACASTELA.LU
87928	21/03/1998	02:11:39	421.906	-80.557	21.1	III	2.9	2	W RAMIRÃ S.OU
89047	31/03/1998	00:00:15	428.074	-71.929	7.5	III	3.2	2	SW BECERREÃ .LU
89052	31/03/1998	00:01:23	428.104	-72.785	6.0	IV	3.9	2	NW TRIACASTELA.LU
95132	24/04/1998	16:05:32	427.978	-72.627	11.1	III	2.6	2	NW TRIACASTELA.LU
97605	15/05/1998	15:16:48	427.961	-72.505	10.0	III	3.2	2	NW TRIACASTELA.LU
99051	25/05/1998	11:24:23	421.019	-81.281	10.0	III	3.1	2	SE SAN ROQUE DE CRESPOS.OU
99557	28/05/1998	21:42:17	420.667	-80.816	9.2	IV	3.6	2	S QUINTELA DE LEIRADO.OU
101816	12/06/1998	22:00:40	420.835	-80.810	10.2	III-IV	3.3	2	SE QUINTELA DE LEIRADO.OU
102219	17/06/1998	11:06:02	420.950	-80.866	10.8	III	3.0	2	SE QUINTELA DE LEIRADO.OU
105873	17/07/1998	08:29:05	428.135	-72.188	10.8	IV	3.6	2	SW BECERREÃ .LU
110651	30/08/1998	22:55:11	427.720	-72.678	10.8	III-IV	3.0	2	NW TRIACASTELA.LU
143763	20/06/1999	04:44:13	428.154	-72.740	8.8	III-IV	3.0	2	NW TRIACASTELA.LU
149386	01/08/1999	05:08:25	428.131	-72.042	10.2	IV	3.3	2	SW BECERREÃ .LU
185339	30/01/2000	15:03:06	428.149	-72.538	11.0	III	4.1	3	NW TRIACASTELA.LU
213091	13/07/2000	14:30:13	431.232	-87.012	8.7	III-IV	3.0	2	SE SAN ROQUE.C

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
213146	13/07/2000	16:19:31	431.709	-87.746	10.8	III-IV	3.3	2	SW SAN ROQUE.C
213218	13/07/2000	18:03:28	431.064	-87.384	3.0	III	3.3	2	S SAN ROQUE.C
241598	05/01/2001	12:00:30	428.220	-72.274	10.8	III	3.0	2	SW BECERREÃ .LU
261900	20/05/2001	01:39:10	427.236	-76.951	10.0	IV	3.6	2	E TABOADA.LU
277012	26/07/2001	22:34:57	430.363	-70.646	5.0	III	3.1	2	NW A PROBA.LU
281789	27/08/2001	08:08:31	428.331	-72.116	11.7	III	3.1	2	SW BECERREÃ .LU
293694	16/11/2001	14:10:31	430.896	-64.732	10.8	III	3.1	2	SE CANGAS DEL NARCEA.O
296612	06/12/2001	20:47:23	427.612	-72.687	3.9	III	2.7	2	W TRIACASTELA.LU
330717	14/05/2002	13:25:40	431.299	-87.868	0.0	III	2.7	4	SW SAN ROQUE.C
350447	03/10/2002	10:37:23	423.389	-71.093	0.0	III	2.6	4	NW O BOLO.OU
487175	24/05/2004	00:40:40	424.526	-77.915	10.7	III-IV	3.2	4	N A PEROXA.OU
635171	24/02/2006	06:50:40	428.179	-72.281	7.6	III	2.8	4	N TRIACASTELA.LU
645584	02/04/2006	12:39:47	425.821	-82.303	10.7	III	3.2	4	E FORCAREI.PO
650497	23/04/2006	05:31:34	437.570	-91.204	10.7	IV	4.3	5	ATLÃ NTICO-GALICIA
665976	10/06/2006	06:18:44	424.462	-64.713	10.7	V	4.1	5	SE MOLINASECA.LE
700661	01/11/2006	00:11:11	426.810	-72.495	10.3	III	2.7	4	SE SAMOS.LU
800355	12/10/2007	15:59:15	424.294	-67.171	20.6	III	3.1	4	NW BENUZA.LE
800377	12/10/2007	22:36:25	428.084	-72.354	10.8	III	2.8	4	N TRIACASTELA.LU
811859	09/12/2007	23:09:12	428.232	-72.381	7.6	III	2.9	4	SW BECERREÃ .LU
817743	20/01/2008	21:37:41	428.250	-72.284	10.9	III	2.1	4	SW BECERREÃ .LU
818075	22/01/2008	08:26:31	428.202	-72.359	10.8	III	2.5	4	N TRIACASTELA.LU
818723	25/01/2008	03:05:10	428.262	-72.388	11.0	III	2.4	4	SW BECERREÃ .LU
825861	25/02/2008	15:29:53	426.290	-92.948	11.0	III	3.6	4	ATLÃ NTICO-GALICIA
1004940	18/07/2010	22:38:27	427.097	-76.846	10.1	III	3.4	4	E TABOADA.LU
1025299	24/10/2010	23:42:07	423.277	-85.870	10.8	III	2.8	4	SW O RIAL.PO

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
1050187	13/03/2011	13:20:39	429.709	-85.269	10.6	III	2.9	4	S VIAÃO PEQUENO.C
1050424	15/03/2011	08:49:53	420.584	-72.098	10.9	III	3.1	4	W A GUDIÃ'A.OU
1057459	22/04/2011	19:01:36	424.135	-84.587	11.3	III	3.0	4	NW A PEDREIRA.PO
1077328	29/07/2011	09:29:43	434.540	-70.672	10.6	III	3.1	4	SW VEGADEO.O
1077454	29/07/2011	11:37:45	427.864	-72.376	11.0	III	3.0	4	N TRIACASTELA.LU
1101211	01/10/2011	07:14:38	425.132	-72.068	10.6	III	3.7	4	NE QUIROGA.LU
1114919	26/11/2011	08:11:59	422.869	-84.651	20.5	III-IV	3.3	4	E PAZOS.PO
1167035	22/09/2012	16:28:51	429.680	-61.905	11.0	III	3.2	4	NW CABRILLANES.LE
1183975	01/01/2013	15:28:29	428.513	-72.720	10.0	III	3.5	4	SW BARALLA.LU
1216829	13/06/2013	07:58:47	417.517	-85.011	20.0	III	2.8	4	E PONTE DE LIMA.POR
1242032	20/10/2013	00:35:08	423.289	-84.668	10.0	III	2.6	4	NE PAZOS.PO
1243560	29/10/2013	22:44:48	423.248	-84.793	11.0	III	2.9	4	SW A IGREXA.PO
1249205	08/12/2013	18:57:25	425.012	-85.378	20.0	III	3.1	4	S A LAGOA.PO
1325539	16/04/2015	21:08:10	421.736	-87.389	18.0	III	2.7	4	NE NIGRÃ N.PO
1349580	14/10/2015	22:17:30	431.853	-89.235	7.0	III	2.5	4	SW A CARBALLA.C
es2017ejenb	16/04/2017	22:37:48	427.956	-72.874	12.0	III	3.6	4	NW TRIACASTELA.LU
es2018fodpg	17/05/2018	05:13:41	424.209	-85.107	12.0	III	3.2	4	NW PONTE CALDELAS.PO
es2018kaiih	21/08/2018	00:28:57	427.059	-76.974	11.0	III-IV	3.5	5	E TABOADA.LU
es2018kmnm c	07/09/2018	20:04:02	424.793	-87.733	0.0	III	2.7	4	SW A ESCUSA.PO
es2018mghm l	14/10/2018	21:00:23	420.715	-75.727	12.0	III	3.3	4	SE SARREAUS.OU
es2018nnpkp	17/11/2018	19:55:29	420.960	-82.097	20.0	III-IV	3.7	4	SE MELGACO.POR
es2019poeqg	10/08/2019	04:08:23	421.884	-79.422	3.0	III	3.4	4	NE CELANOVA.OU
es2019rjgxm	04/09/2019	22:33:00	422.238	-79.716	19.0	III-IV	3.3	4	E CARTELLE.OU
es2020kxbfp	03/06/2020	21:18:10	430.292	-84.409	0.0	III-IV	3.0	4	SW ORDES.C

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
es2020upece	19/10/2020	20:18:44	423.919	-80.312	1.0	III	3.0	4	SW MASIDE.OU
es2021ilieq	01/05/2021	00:17:48	419.017	-77.867	0.0	III	3.2	4	SW BALTAR.OU
es2021jkrte	14/05/2021	21:27:16	420.885	-74.716	0.0	III-IV	3.4	4	NW LAZA.OU
es2021jmafc	15/05/2021	14:51:39	421.143	-74.907	1.0	III-IV	3.4	4	NW LAZA.OU
es2021jreqw	18/05/2021	10:34:54	420.956	-75.371	0.0	III	3.3	4	E SARREAU.S.OU
es2021jscza	18/05/2021	23:03:23	421.039	-74.979	0.0	III	3.2	4	NW LAZA.OU
es2021jtaul	19/05/2021	11:05:27	420.849	-74.768	0.0	III	3.4	4	NW LAZA.OU
es2021jvtbu	20/05/2021	22:35:32	420.982	-74.867	0.0	III-IV	3.6	5	NW LAZA.OU
es2021kxekr	04/06/2021	22:55:41	420.640	-74.583	0.0	III	2.8	4	NE LAZA.OU
es2021qarku	17/08/2021	00:11:55	431.146	-75.019	7.0	III	2.7	4	E OUTEIRO DE REI.LU
es2021qayaa	17/08/2021	03:31:32	422.144	-80.793	18.0	III	3.3	4	NE GOMESSENDE.OU
es2021rmocu	06/09/2021	17:35:19	428.887	-73.613	0.0	III	3.4	4	NE LÃ NCARA.LU
es2021xknxk	29/11/2021	23:59:32	430.061	-65.785	4.0	III	2.8	4	N DEGAÃ'A.O
es2021yyidb	21/12/2021	18:23:58	432.081	-89.810	10.0	III-IV	3.5	4	SE LAXE.C
es2022bwozq	27/01/2022	13:57:41	425.121	-94.680	0.0	III	3.7	4	ATLÃ NTICO-GALICIA
es2022bwqnm	27/01/2022	14:44:07	425.481	-94.919	0.0	III-IV	4.1	5	ATLÃ NTICO-GALICIA
es2022fzrzg	27/03/2022	04:43:12	433.614	-68.622	0.0	III-IV	3.5	4	N ILLANO.O
es2022mqonj	29/06/2022	19:00:47	428.018	-71.440	1.0	III	3.1	4	W AS NOGAIS.LU
es2022zltgr	29/12/2022	02:45:24	427.366	-95.476	19.0	III	3.8	4	ATLÃ NTICO-GALICIA
es2023gesbb	29/03/2023	22:25:16	422.668	-84.559	20.0	III	3.0	4	N MONDARIZ.PO
es2023xhhgs	28/11/2023	05:14:19	420.872	-82.050	15.0	III	3.5	4	SE MELGACO.POR
es2023xlxvp	30/11/2023	18:08:33	429.844	-84.193	7.0	III	3.3	4	NE OROSO.C
es2023xshdn	04/12/2023	05:38:27	430.707	-91.570	1.0	III	3.1	4	SE MUXÃ A.C
es2023xwxna	06/12/2023	18:26:25	427.162	-65.880	5.0	III	3.2	4	SE BERLANGA DEL BIERZO.LE
es2024aaatt	01/01/2024	00:23:02	427.001	-71.568	20.0	III	3.5	4	SE TRIACASTELA.LU



Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Inten.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
es2024dwgbe	24/02/2024	20:22:17	436.047	-79.292	0.0	III	3.0	4	E CERDIDO.C
es2024fgkzv	15/03/2024	15:39:53	427.623	-73.736	0.0	III-IV	3.7	4	SE SARRIA.LU

# **ANEXO V**

## **RED DE ALERTA SÍSMICA EN GALICIA**

La información de este anexo procede del Instituto Geográfico Nacional, IGN



*Fuente: IGN*

ESTACIÓN	PROVINCIA	MUNICIPIO	FECHA DE ALTA
EMAZ	A Coruña	Mazaricos	19/07/2022
STS	A Coruña	Santiago de Compostela	08/03/2011
EAGO	Pontevedra	Agolada	24/03/2010
EPON	Lugo	A Pontenova	28/11/2001
ELOB	Ourense	Lobios	09/05/2001
EZAM	Pontevedra	Vigo	22/12/1986

Además de estas estaciones situadas en Galicia, en el entorno próximo se encuentran las siguientes:

ESTACIÓN	PROVINCIA	MUNICIPIO	FECHA DE ALTA
EBUR	León	Vega de Espinaredo	18/05/2023
ECAL	Zamora	Calabor	07/12/2001

# **ANEXO VI**

## **RECOMENDACIONES A LA POBLACIÓN**

## **MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE EL RIESGO DE TERREMOTOS**

Si se vive en una zona de riesgo de sufrir un terremoto, conviene adoptar una serie de medidas preventivas:

En relación a la estructura del edificio:

- Revisar, controlar y reforzar el estado de aquellas partes de las edificaciones que primero se pueden desprender, como chimeneas, aleros o balcones.
- Revisar, asimismo, aquellas instalaciones que pueden romperse: tendido eléctrico, conducciones de agua, gas y saneamientos.

En relación al interior de la vivienda

- Extremar las precauciones en cuanto a la colocación y sujeción de algunos objetos que pueden caerse, en especial los pesados y los que pueden romperse como lámparas, espejos, botellas, etc.
- Tener un especial cuidado con la ubicación de los productos tóxicos o inflamables, a fin de evitar que se produzcan fugas o derrames.
- Tener preparados: botiquín de primeros auxilios, linternas, radio a pilas, pilas, etc. y algunas provisiones no perecederas en un lugar conocido por todos. Sepa cómo desconectar la luz, el gas y el agua.
- Prever un plan de actuación familiar que en caso de emergencia asegure el reagrupamiento de la familia en un lugar seguro (punto de encuentro).
- Conocer los planes de prevención y actuación de su lugar de trabajo. Participar en los simulacros.

## **MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN A ADOPTAR DURANTE UN TERREMOTO**

Si el terremoto no es fuerte, debe tranquilizarse, acabará pronto.

Si se produce un terremoto de una cierta intensidad, intente concentrar la atención en evitar riesgos y tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

Si está en el interior de un edificio es importante:

- Buscar refugio debajo de los dinteles de las puertas o de algún mueble sólido, como mesas o escritorios, o bien, junto a un pilar o pared maestra.
- Mantenerse alejado de ventanas, cristalerías, vitrinas, tabiques y objetos que pueden caerse y llegar a golpearle.
- No utilizar el ascensor, ya que los efectos del terremoto podrían provocar su desplome o quedar atrapado en su interior.
- Utilizar linternas para el alumbrado y evitar el uso de velas, cerillas, o cualquier tipo de llama durante o inmediatamente después del temblor, que puedan provocar una explosión o incendio.

Si la sacudida le sorprende en el exterior es conveniente:

- Ir hacia un área abierta, alejándose de los edificios dañados. Después de un gran terremoto, siguen otros más pequeños denominados réplicas que pueden ser lo suficientemente fuertes como para causar destrozos adicionales.
- Procurar no acercarse ni penetrar en edificios dañados. El peligro mayor por caída de escombros, revestimientos, cristales, etc., está en la vertical de las fachadas.
- Si se está circulando en coche, es aconsejable permanecer dentro del vehículo, así como tener la precaución de alejarse de puentes, postes eléctricos, edificios degradados o zonas de desprendimientos.
- Intente responder a las llamadas de ayuda y colaborar con los Servicios intervinientes, pero no acuda a las zonas afectadas sin que lo soliciten las autoridades. Es importante evitar curiosear por las zonas siniestradas; esto es peligroso y además dificultará las labores de rehabilitación.

#### **MEDIDAS A ADOPTAR DESPUÉS DE UN TERREMOTO**

- Guardar la calma y hacer que los demás la guarden. Impedir cualquier situación de pánico.
- Comprobar si alguien está herido, prestarle los auxilios necesarios. Los heridos graves no deben moverse, salvo que se tenga conocimientos de cómo hacerlo; en caso de empeoramiento de la situación (fuego, derrumbamiento, etc.) moverlo con precaución.
- Comprobar el estado de las conducciones de agua, gas y electricidad, hacerlo visualmente y por el olor, nunca poner en funcionamiento ningún aparato. Ante cualquier anomalía o duda, cerrar las llaves de paso generales y comunicarlo a los técnicos o autoridades.
- No hacer llamadas telefónicas salvo en caso de extrema urgencia o necesidad.
- Utilizar la radio y demás medios de comunicación para recibir información o instrucciones de las autoridades.
- Tener precaución al abrir armarios, pues algunos objetos pueden haber quedado en posición inestable y causar accidentes.
- Después de una sacudida muy violenta salir ordenada y paulatinamente del edificio en el que se encuentre, sobre todo si éste tiene daños visibles. **UTILICE LAS ESCALERAS, ¡NUNCA EL ASCENSOR!**
- Si se queda atrapado/a cubrirse la boca y la nariz, evitar gritar (puede asfixiarse con el polvo). Golpear con un objeto para indicar su posición.

- Utilizar botas o zapatos de suela gruesa para protegerse de los objetos cortantes o punzantes.
- No repare de inmediato los desperfectos, excepto si hay vidrios rotos o botellas con sustancias tóxicas o inflamables.
- Apagar cualquier conato de incendio, si no pudiera dominarlo contacte inmediatamente con el 112.
- Alejarse de las construcciones dañadas. Ir hacia áreas abiertas.
- En construcciones dañadas no entrar hasta que el edificio sea inspeccionado y sea autorizado.
- Tener cuidado al utilizar agua de la red ya que puede estar contaminada. Consumir preferentemente agua embotellada o hervida.

**RECUERDE:**

- Colabore con Protección Civil
- Actúe según las normas o recomendaciones ante Emergencias Sísmicas y las directrices de Protección Civil.
- Siga las instrucciones de las autoridades. No se deje influenciar por rumores y tampoco los propague.
- Informe a las autoridades de los destrozos graves en edificaciones, sobre todo de aquellas que amenacen con derrumbarse en zonas de tránsito. Comunique la existencia de material peligroso (productos radioactivos, tóxicos, etc.) o cualquier hecho (incendio, explosiones, etc.) que amenace con aumentar o desencadenar más daños.
- Trabaje junto a Protección Civil y bajo sus órdenes. La coordinación es imprescindible. Colabore en la ayuda a heridos, enfermos, niños y ancianos. Protección Civil somos todos.
- Atienda las llamadas que hagan las autoridades. No acuda a las zonas afectadas si no se le solicita. Curiosear es peligroso y dificulta las labores de socorro.
- Procure no utilizar el coche ya que hay peligro de accidentes y complicaría las labores de inspección y socorro
- Utilice el teléfono sólo en caso de emergencia. Economice sus recursos (agua, alimentos, etc.). Colabore con sus vecinos.

**LA MEJOR MANERA DE PROTEGERSE EN CASO DE UN TERREMOTO FUERTE ES, ESTANDO BIEN INFORMADO Y PREPARADO**