

PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE O RISCO DE TERREMOTOS EN GALICIA

SISMIGAL

DECEMBRO 2025

HISTORIAL DE REVISIÓN

REVISIÓN/ACTUALIZACIÓN	DATA	PUBLICACIÓN	CONCEPTO
00 Plan especial de protección civil ante o risco sísmico en Galicia, SISMIGAL	12/03/2009	DOG n.º 53 do 11 de agosto de 2010	Aprobación por acordo. Consello da Xunta de Galicia
01 Actualización e revisión do Plan especial de protección civil ante o risco de terremotos en Galicia, SISMIGAL	01/12/2025	DOG N° XXX	Aprobación por acordo. Consello da Xunta de Galicia

1	FUNDAMENTOS	4
1.1	ANTECEDENTES	4
1.2	OBXECTO E ÁMBITO	4
1.3	MARCO LEGAL E COMPETENCIAL	5
1.3.1	Marco legal	5
1.3.2	O Plan especial como Plan Director	7
1.3.3	Marco competencial	7
1.4	OS PLANS DE ACTUACIÓN MUNICIPAL	7
1.4.1	Concepto	7
1.4.2	Funcións	7
1.4.3	Contido mínimo	8
2	ANÁLISE DO RISCO	9
2.1	INFORMACIÓN TERRITORIAL	9
2.1.1	Localización	9
2.1.2	Superficie	9
2.1.3	Orografía	9
2.1.4	Xeoloxía e xeomorfoloxía	10
2.2	CARACTERIZACIÓN DO PERIGO SÍSMICO	11
2.2.1	Aceleración sísmica	12
2.2.2	Catálogo de sismicidade	12
2.2.3	Mapa de aceleracións por municipios	15
2.2.4	Mapa de intensidades por municipios	15
2.3	CARACTERIZACIÓN DA VULNERABILIDADE SÍSMICA	16
2.3.1	Vulnerabilidade das edificacións	16
2.3.2	Danos ás edificacións	18
2.3.3	Vulnerabilidade da poboación	21
2.3.4	Estimación de danos á poboación	22
2.3.5	Vulnerabilidade de edificios que albergan servizos esenciais	25
2.3.6	Vulnerabilidade das liñas vitais	29
3	ESTRUTURA E ORGANIZACIÓN	31
3.1	FASES E SITUACIÓNS DO PLAN	31
3.1.1	Clasificación das emerxencias	31
3.2	ESTRUTURA ORGANIZATIVA	32
3.2.1	Fundamentos da estrutura	32
3.2.2	Estrutura organizativa	33
3.2.3	O Centro de Coordinación Operativa (Cecop)	34
3.2.4	O Centro de Coordinación Operativa Integrado (Cecopi)	35

3.2.5	O Centro de Coordinación Municipal (Cecopal)	35
3.2.6	A Sala de Control Operativo (Sacop)	36
3.2.7	O Cetra (Centro de Transmisións)	36
3.2.8	Dirección do plan.....	36
3.2.9	O Comité de Dirección.....	37
3.2.10	O Comité Asesor	37
3.2.11	Comité asesor técnico-científico	38
3.2.12	Órgano de Comunicación Pública.....	38
3.2.13	Dirección da emerxencia	39
3.2.14	O Posto de Mando Avanzado (PMA)	39
3.2.15	Grupos operativos	40
3.2.16	Coordinación dos grupos operativos no terreo.....	47
3.3	INTERFASE ENTRE O SISMIGAL E O PEMU/PAM	48
4	OPERATIVIDADE	49
4.1	NOTIFICACIÓN E ACTIVACIÓN DO PLAN.....	49
4.1.1	Fase de seguimento ou preemerxencia.....	50
4.1.2	Fase de emerxencia	50
4.1.3	Fase de recuperación.....	51
4.2	PRIMEIRAS ACTUACIÓNS.....	52
4.3	MEDIDAS DE PROTECCIÓN.....	53
4.3.1	Avisos á poboación	54
4.4	CATÁLOGO DE MEDIOS E RECURSOS.....	55
5	IMPLANTACIÓN E MANTEMENTO.....	56
5.1	IMPLANTACIÓN DO PLAN.....	56
5.2	MANTEMENTO DA OPERATIVIDADE DO PLAN.....	56
5.2.1	Información á poboación.....	57
5.3	FINANCIAMENTO	58
ANEXOS		
ANEXO I. GLOSARIO		58
ANEXO II. ANÁLISE DO RISCO		62
ANEXO III. RISCO A ESCALA MUNICIPAL		197
ANEXO IV. REXISTRO HISTÓRICO DE SISMOS		199
ANEXO V. REDE DE ALERTA SÍSMICA EN GALICIA		213
ANEXO VI. RECOMENDACIÓNS Á POBOACIÓN EN CASO DE TERREMOTOS		215

1 FUNDAMENTOS

1.1 ANTECEDENTES

Os movementos sísmicos son obxecto de planificación especial de protección civil, tal e como establece a Norma básica de protección civil, aprobada polo Real decreto 524/2023, do 20 de xuño. Esta norma inclúe, no Catálogo de riscos de protección civil, os terremotos e maremotos.

Doutra banda, a Lei do 9 de xullo, do Sistema Nacional de Protección Civil, sinala no seu artigo 15.2 que son plans especiais, entre outros, os que teñen por finalidade facer fronte aos riscos de terremotos e maremotos.

A Xunta de Galicia, a través da Consellería competente en materia de protección civil, desenvolveu un plan para dar unha resposta rápida e eficaz dirixida a minimizar os posibles danos ás persoas, aos bens e ao medio ambiente, co obxectivo de restablecer os servizos básicos para a poboación no menor tempo posible ante movementos sísmicos.

Este plan foi aprobado polo Consello da Xunta no ano 2009 e homologado pola Comisión Nacional de Protección Civil na sesión que tivo lugar o 3 de decembro dese mesmo ano. Posteriormente, foi publicado a través da Resolución do 2 de agosto de 2010.

Desde o ano 2010, houbo cambios relacionados coa xestión do risco e coa organización da resposta ante emerxencias, de entre os que convén destacar o desenvolvemento da Axencia Galega de Emerxencias (en diante, AXEGA) e a implantación de novas tecnoloxías de xestión desenvolvidas por ela. Así mesmo, é necesario modificar o documento para adaptalo á estrutura dos plans especiais de carácter autonómico, co fin de facilitar a súa aplicación, de revisar a análise de risco mantendo a metodoloxía aplicada, pero tendo en conta a nova instrumentación e rexistros, e de adaptalo á nova normativa estatal e autonómica en materia de riscos e protección civil.

Por tanto, considérase necesaria a revisión e a actualización do Plan especial vixente, que entrará en vigor tras a súa aprobación polo Consello de Xunta de Galicia.

1.2 OBXECTO E ÁMBITO

O SISMIGAL é un instrumento técnico que establece a organización e os procedementos de actuación dos recursos e servizos cuxa titularidade lle correspondan á Comunidade Autónoma de Galicia e os que poidan ser asignados a este por outras administracións públicas, así como outros pertencentes a actividades públicas ou privadas. Comprende un conxunto de normas que constitúen o sistema e dispositivo de resposta e actuación fronte a calquera situación de emerxencia provocada por terremotos.

Os seus obxectivos específicos son os seguintes:

- Coñecer o risco de que se produzan terremotos no ámbito territorial de Galicia, estimando o perigo e a vulnerabilidade.
- Aumentar a resiliencia da poboación afectada. Para iso, estableceranse as accións que permitan:
 - Dispoñer de medios de evacuación e de lugares de aloxamento para os evacuados.
 - Dispoñer de medios de asistencia sanitaria.

- Dispoñer de medios e mecanismos de restauración das vías de comunicación afectadas.
- Establecer vías alternativas de comunicación.
- Manter e restablecer no menor tempo posible os servizos básicos: alimentación, teléfono, luz e auga.
- Reducir no posible as perturbacións por mor das modificacións na vida cotiá, tales como paralización da vida escolar, de comunicacións etc.
- Manter informada a poboación.

O ámbito territorial do SISMIGAL será a totalidade da área xeográfica da Comunidade Autónoma de Galicia. Este plan poderá ser activado fronte a calquera terremoto que afecte a comunidade e que teña consecuencias sobre a poboación e os seus bens.

1.3 MARCO LEGAL E COMPETENCIAL

1.3.1 Marco legal

As seguintes disposicións establecen o marco legal e regulamentario co que se regula a xestión das emerxencias por terremotos:

A. Europea:

- Resolución do Consello e dos representantes dos gobernos dos Estados membros reunidos no seo do Consello, do 23 de novembro de 1990, sobre a mellora da axuda recíproca entre os Estados membros en caso de catástrofes naturais ou de orixe humana.
- Resolución do Consello e dos representantes dos gobernos dos Estados membros, reunidos no seo do Consello, do 8 de xullo de 1991, sobre a mellora da asistencia recíproca entre os Estados membros en caso de catástrofes naturais ou tecnolóxicas.

B. Administración xeral do Estado:

- Lei Orgánica 2/1986, do 13 de marzo, de Forzas e Corpos de Seguridade.
- Lei 7/1985, do 2 de abril, reguladora das bases de réxime local.
- Lei Orgánica 5/2005, do 17 de novembro, da Defensa Nacional.
- Lei 17/2015, do 9 de xullo, do Sistema Nacional de Protección Civil.
- Real Decreto 734/2019, do 20 de decembro, polo que se modifican as directrices básicas de planificación de protección civil e plans estatais de protección civil para a mellora da atención das persoas con discapacidade e doutros colectivos en situación de especial vulnerabilidade ante emerxencias.
- Real Decreto 524/2023, do 20 de xuño, polo que se aproba a Norma básica de protección civil.
- Resolución do 4 de xullo de 1994, da Secretaría do Estado de Interior, pola que se dispón a publicación do Acordo do Consello de Ministros sobre criterios de

asignación de medios e recursos de titularidade estatal aos plans territoriais de protección civil.

- Resolución do 5 de maio de 1995, da Secretaría de Estado de Interior, pola que se dispón a publicación do Acordo do Consello de Ministros polo que se aproba a Directriz Básica de Planificación de Protección Civil fronte ao risco sísmico.
- Resolución do 17 de setembro de 2004, da Subsecretaría, pola que se dispón a publicación do Acordo do Consello de Ministros, do 16 de xullo de 2.004, polo que se modifica a Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante o risco sísmico.
- Real Decreto 997/2002 do 27 de setembro, polo que se aproba a Norma de construción sismorresistente: parte xeral e edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 637/2007, do 18 de maio, polo que se aproba a norma de construción sismorresistente: pontes (NCSP-07)
- Real Decreto 1097/2011, do 22 de xullo, polo que se aproba o Protocolo de intervención da Unidade Militar de Emerxencias.

C. Comunidade Autónoma de Galicia:

- Lei orgánica 1/1981, do 6 de abril, do Estatuto de autonomía da Comunidade Autónoma de Galicia.
- Lei 1/1983, do 22 de febreiro, reguladora da Xunta e o seu presidente, modificada pola Lei 10/2015, do 31 de agosto, de modificación do artigo 48 da Lei 1/1983, do 22 de febreiro, de normas reguladoras da Xunta e da súa Presidencia.
- Lei 5/1997, do 22 de xullo, de Administración Local de Galicia.
- Lei 2/2016, do 10 de febreiro, do solo de Galicia.
- Lei 5/2007, do 7 de maio, de emerxencias de Galicia.
- Resolución do 2 de agosto de 2010 pola que se publica o Plan Territorial de Emerxencias de Galicia.
- Decreto 49/2024, do 22 de abril, polo que se fixa a estrutura orgánica das Consellerías da Xunta de Galicia.
- Decreto 101/2016, do 21 de xullo, polo que se regulan os órganos de coordinación, cooperación administrativa e asesoramento en materia de protección civil e emerxencias.
- Resolución do 2 de agosto de 2010 pola que se publica o Plan especial de protección civil fronte ao risco sísmico en Galicia.

1.3.2 O Plan especial como Plan Director

O SISMIGAL é considerado o Plan Director da planificación territorial de ámbito inferior que se elabora en Galicia ante este risco. Por tanto, establece as funcións básicas e o contido mínimo dos Plans de Actuación Municipal ante este risco e define o marco organizativo xeral que posibilita a integración destes no plan especial.

1.3.3 Marco competencial

Conforme coa Lei do sistema de protección civil e á Norma básica de protección civil, correspóndelle á Comunidade Autónoma de Galicia a responsabilidade de elaborar e aprobar o Plan especial de protección civil ante o risco de terremotos en Galicia, logo do informe da Comisión Galega de Protección Civil.

A elaboración e aprobación dos plans de actuación municipal fronte ao risco de terremotos correspóndelle ao órgano de goberno municipal, previa homologación pola Comisión Galega de Protección Civil. Para iso deberá contar co apoio doutras administracións públicas, conforme á Lei 5/2007, do 7 de maio, de emerxencias de Galicia, e á Lei 5/1997, do 22 de xullo, de Administración local de Galicia.

1.4 OS PLANS DE ACTUACIÓN MUNICIPAL

1.4.1 Concepto

Os plans de actuación municipal ante o risco de terremotos establecen a organización e a actuación dos recursos e servizos propios, co obxecto de facer fronte ás emerxencias por terremotos dentro do seu ámbito territorial.

No anexo III, relaciónanse os municipios da Comunidade Autónoma de Galicia que se considera que o nivel de risco xustifica a recomendación de elaborar o correspondente plan de actuación municipal.

1.4.2 Funcións

As funcións básicas dos plans de actuación municipal son as seguintes:

- A) Prever a estrutura organizativa e os procedementos para a intervención en emerxencias por terremotos dentro do territorio do municipio que corresponda, en coordinación cos Grupos Operativos previstos no plan especial.
- B) Catalogar os elementos vulnerables e zonificar o territorio en función do risco, en concordancia co establecido neste plan especial, así como delimitar áreas segundo os posibles requirimentos de intervención ou actuacións para a protección de persoas e bens.
- C) Especificar procedementos de información e alerta á poboación, en coordinación cos previstos no plan especial.
- D) Catalogar os medios e os recursos específicos para a posta en práctica das actividades previstas.

1.4.3 Contido mínimo

O contido mínimo dos plans de actuación municipal será o seguinte:

1. FUNDAMENTOS: OBXECTO E ÁMBITO
2. ANÁLISE DO RISCO E VULNERABILIDADE: descrición do municipio, resumo da análise do risco, áreas ou sectores afectados, análise das consecuencias.
3. ESTRUCTURA E ORGANIZACIÓN DO PLAN: niveis e criterios de activación, centros de coordinación, dirección do PAM, Órgano de Comunicación Pública, grupos operativos.
4. OPERATIVIDADE: procedementos xerais e fichas de actuación.
5. IMPLANTACIÓN, MANTEMENTO, AVALIACIÓN E REVISIÓN.
6. ANEXOS: directorio telefónico, modelos de declaración, consellos de autoprotección, plans de autoprotección asociados, elementos vulnerables, catálogo de medios e recursos.

Os concellos que deban redactar e implantar o Plan de emerxencia municipal (PEMU) e/ou plans de actuación municipal para este e outros riscos especiais poderán elaborar un documento único que inclúa todos os plans de protección civil municipais que deba elaborar, de acordo cos correspondentes plans especiais de emerxencias da Xunta de Galicia.

2 ANÁLISE DO RISCO

2.1 INFORMACIÓN TERRITORIAL

2.1.1 Localización

Co norte de Portugal ata o río Douro, Galicia forma unha soa rexión natural claramente definida polos seus caracteres xeolóxicos e xeográficos. Podería considerarse ampliada esta rexión natural por parte do territorio asturiano, ao oeste da serra do Rañadoiro (de constitución análoga á galega) e polo país de transición do Bierzo, que ofrece nos seus vales e montañas trazos do chan e do ambiente que se identifican en boa parte cos de Galicia.

A organización político-administrativa vixente considera Galicia o territorio das catro provincias da Coruña, Lugo, Ourense e Pontevedra, e así aparece encadrada polos paralelos de 41° 50' (confluencia do Támega co río do Porto en Feces) e 43° 47' 25" de latitude norte (Estaca de Bares) e os meridianos de 9° 18' 18" (cabo Touriñán) e de 6° 51' lonxitude oeste de Greenwich (cuña da serra do Eixe, xunto aos confíns das provincias de Zamora, León e Ourense).

Galicia limita ao norte co mar Cantábrico e co océano Atlántico, cuxa divisoria é o cabo de Estaca de Bares; ao oeste, co Atlántico; ao sur, co curso do Miño e coa raia seca de Portugal, e ao leste por Asturias e as provincias de León e Zamora.

2.1.2 Superficie

A extensión superficial de Galicia cífrase en 29.154 km², repartida así entre as catro provincias: A Coruña, 7.903; Lugo, 9.881; Ourense, 6.979 e Pontevedra 4.391 km².

Galicia representa, pola súa extensión, o 5,78 % da superficie total de España.

A poboación en Galicia é de 2.690.464 habitantes, repartidos da seguinte maneira nas catro provincias galegas: A Coruña 1.119.180, Lugo 323.989, Ourense 304.280 e Pontevedra 943.015 (cifras oficiais o 01/01/2022, do IGE).

2.1.3 Orografía

En Galicia, enuméranse cinco grandes unidades morfolóxicas: o litoral, as superficies de aplanamento, as depresións tectónicas, as cordais e, como nexos de unión entre elas, os vales fluviais.

Entre o litoral e as serras centro-occidentais, destacan as planicies galegas, que se gradúan desde os 100 aos 700 m. Preto do litoral, o encaixe da rede fluvial xera un relevo movido de vales e outeiros encadeados.

Os bloques máis altos de Galicia constitúen as serras, situadas en xeral por encima dos 700 metros, e a cota máxima atópase en Pena Trevinca, que chega aos 2.124 metros; por encima dos mil metros están tamén Pena Rubia e Cuíña. Hai pequenas serras por debaixo desta altitude, o que as diferencia das serras centro-occidentais (desde A Faladoira ata O Faro de Avión, pasando por Serra da Loba, Cova da Serpe, O Careón, O Farelo, O Faro, O Suído e os montes do Testeiro), as setentrionais (convén destacar o macizo do Xistral) e as orientais ou surorientais (a serra dos Ancares, O Courel, O Eixe, o macizo de Manzaneda e o macizo de Trevinca, a serra de Queixa, a serra de San Mamede, O Burgo, As Corzas e os montes do Invernadoiro).

Os vales galegos, pola súa disposición respecto do mar, representan un medio natural de penetración da influencia oceánica no interior e adoitan ser continuación das rías que achegan os ventos atlánticos e cantábricos. Con todo, os vales do Sil e do Támega permiten o paso dos caracteres mediterráneos, incluso o val de Lemos. A influencia oceánica déixase notar moito máis nos grandes vales con orientación O-E, como o Tambre, o Ulla e o Miño, e mostra diso é a suavidade do clima do baixo Deza ou do Mandeo.

Nos vales surorientais, á secura do verán únenselle as elevadas temperaturas, mentres que no inverno son moi frecuentes as inversións térmicas e as néboas persistentes, de modo que son correntes os días nos que o val está cuberto e uns 300 metros máis arriba loce o sol.

2.1.4 Xeoloxía e xeomorfoloxía

Galicia inscríbese no macizo hespérico ou ibérico, que é un dos varios macizos da idade hercínica que se estenden por todo o continente europeo entre a banda oroxénica alpina e o escudo básico ou o extremou SO do oróxeno caledónico, e son os reaxustes tectónicos deste macizo os responsables da maioría da sismicidade sentida e que pode xerar danos na contorna galega. Outro tipo de fenómenos sísmicos capaces de orixinar danos son o resultado de potenciais tsunamis producidos por eventos sísmicos situados en zonas oceánicas e que serán tratados no plan especial redactado para este risco.

A bibliografía xeolóxica subdivide o macizo hespérico en cinco zonas, de estratigrafía, disposición estrutural, grao de metamorfismo e magmatismo diferente, e consecuentemente tamén con propiedades de propagación de ondas elásticas diferentes. Estas zonas son as seguintes:

- Centro-ibérica
- Cantábrica
- Asturoccidental-leonesa
- Ossa-Morena
- Surportuguesa

En Galicia, unicamente afloran materiais da zona centro-ibérica no oeste e da asturoccidental leonesa no leste. No anexo 1, descríbense polo miúdo as características xeolóxicas de ambas as zonas.

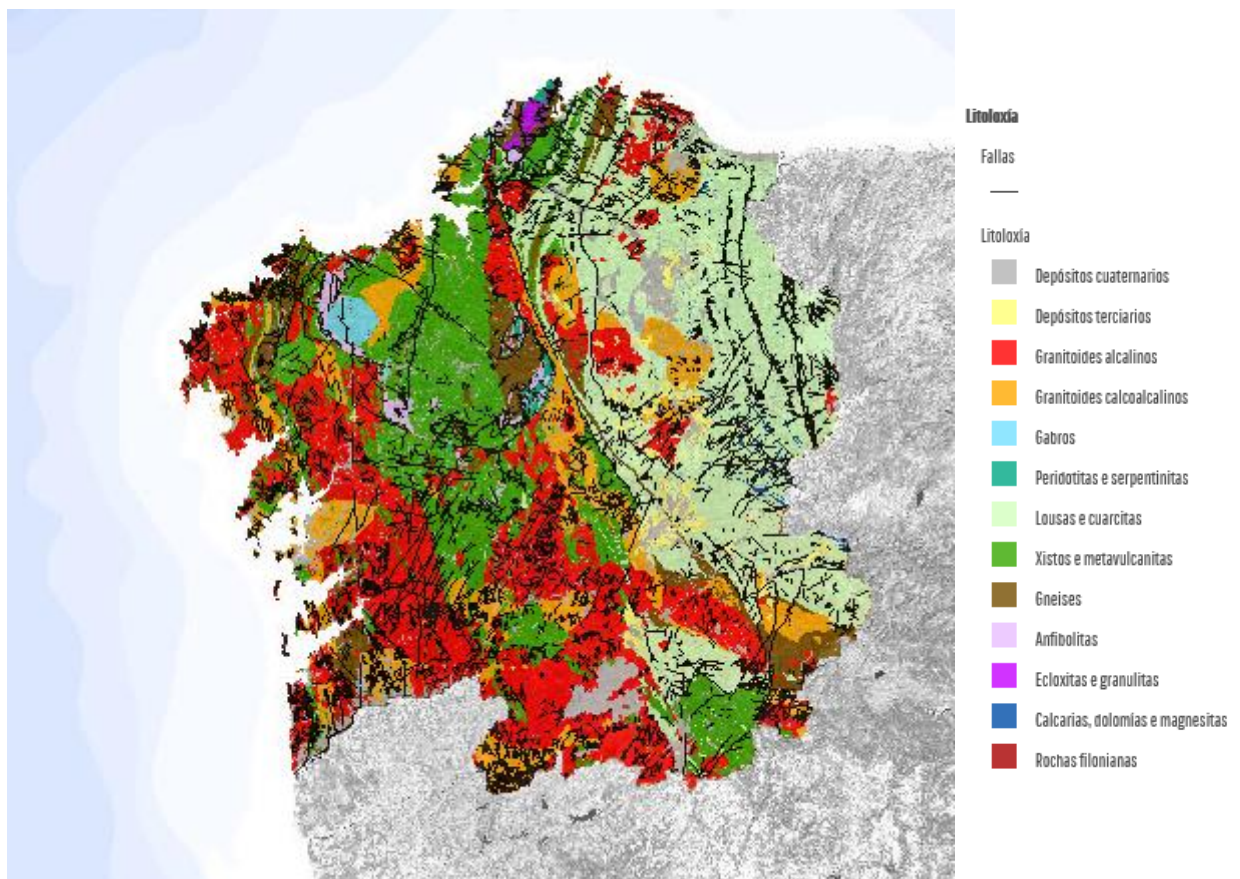


Figura 1. Mapa litolóxico de Galicia (IET)

2.2 CARACTERIZACIÓN DO PERIGO SÍSMICO

A análise de risco sísmico na comunidade baséase nas seguintes premisas:

- A avaliación do perigo sísmico estímase en función da intensidade do movemento que razoablemente se pode esperar en cada parroquia de Galicia.
- A avaliación da vulnerabilidade establécese sobre as construcións, de forma que se poida determinar unha estimación dos danos que pode xerar un terremoto, e sobre as condicións de cimentación das construcións, en función dos materiais xeolóxicos.

O estudo para a cuantificación do risco de terremotos en Galicia foi elaborado polo Departamento de Enxeñería dos Recursos Naturais e Medio Ambiente da Universidade de Vigo. O anexo 1 recolle con detalle a metodoloxía e os resultados, e esta memoria inclúe un resumo desta información.

A medida que vai aumentando a estimación do grao de dano, diminúe a porcentaxe de edificios que sufrirían este dano por causas do sismo. Isto coincide coa distribución das vulnerabilidades, de tal maneira que os municipios con vulnerabilidades máis altas son os máis propensos a sufrir maiores danos.

2.2.1 Aceleración sísmica

Para avaliar o perigo sísmico utilizouse o novo mapa de perigo sísmico proposto no Estudo de actualización de mapas de perigo sísmico de España 2012 (IGN 2013).

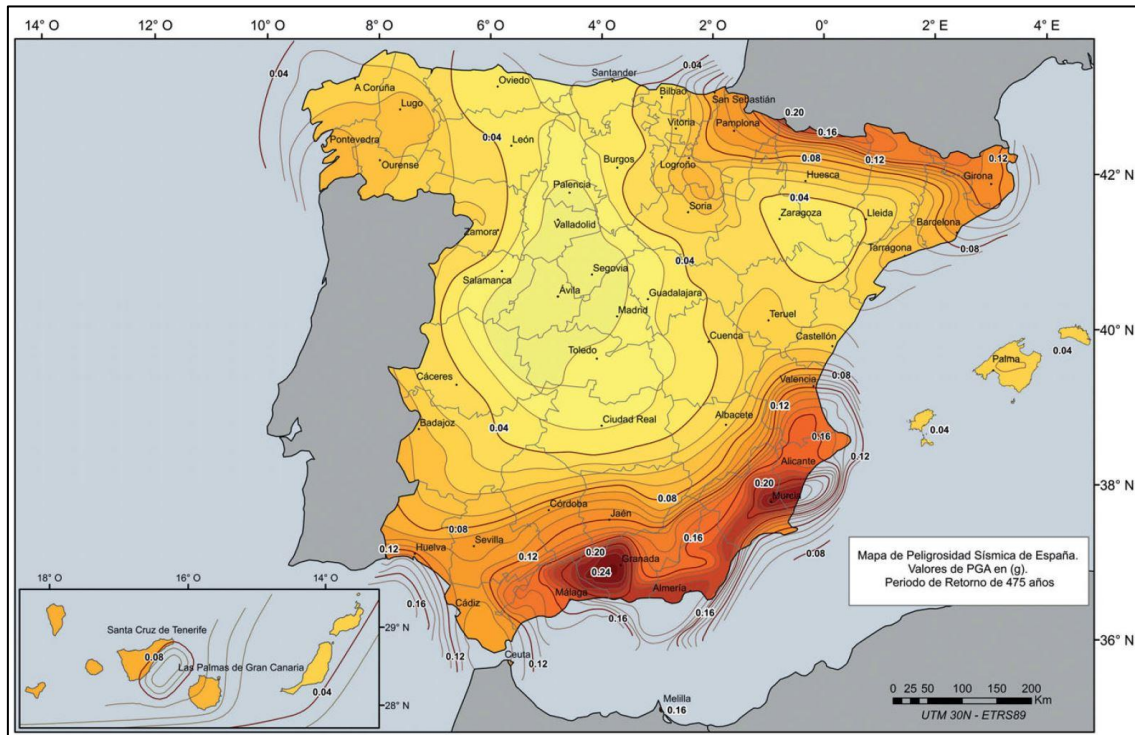


Figura 2. Mapa de perigo sísmico para un período de retorno de 475 anos (IGN, 2013)

En trazos xerais, na actualización do novo mapa pódese observar que a aceleración pico do terreo (PGA) aumentou no territorio galego con respecto ao anterior mapa. Destaca especialmente o caso da provincia de Pontevedra, particularmente a súa parte suroeste, onde a aceleración sísmica experimentou un aumento significativo, ao pasar de valores inferiores a 0.04 g a valores de 0.07 g.

2.2.2 Catálogo de sismicidade

O Catálogo sísmico do IGN recolle terremotos dos últimos 1.000 anos aproximadamente. En Galicia, pola súa sismicidade moderada, os primeiros terremotos que aparecen no catálogo son de principios do século XIX. É de grande importancia a instalación do observatorio de Santiago de Compostela (STS) no ano 1971, xa que a partir dese momento comezouse a rexistrar a actividade sísmica próxima para magnitudes intermedias. Con todo, foi na década de 1980, coa implementación por parte do IGN da nova rede sísmica (Mezcua, 1991) cando se produciu un grande avance no rexistro da actividade sísmica en Galicia.

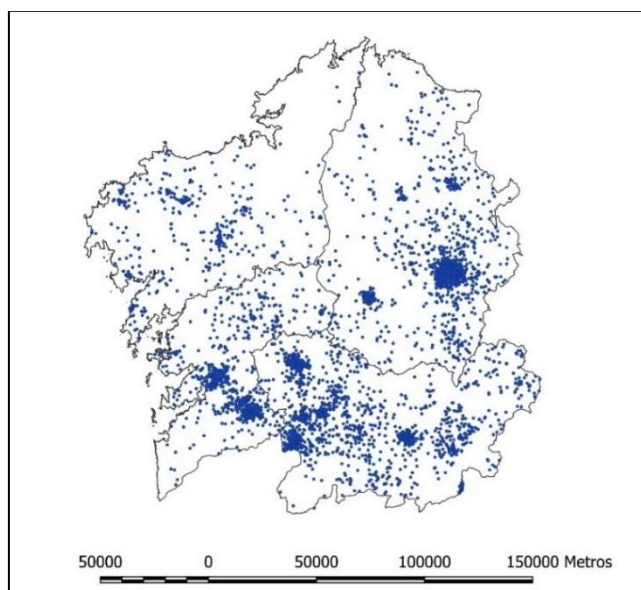


Figura 3. Mapa de sismos instrumentais de Galicia (epicentros)

A rede de sismómetros de Galicia garante unha detección homoxénea na comunidade por encima dunha magnitude 1.5 aproximadamente.



Figura 4. Rede de alerta sísmica do IGN, 2024

Na figura 4, as principais estruturas tectónicas e fracturas superpóñense co mapa de sismos instrumentais para a súa análise. Concretamente, nos episodios sísmicos rexistrados en Galicia identificáronse tres tipos de mecanismos focais:

- Falla normal con eixe de presión vertical e tamén plano de falla moi vertical, orientado en dirección NO-SE. O rexistro detectado máis importante foi o 15 de abril de 1994, de magnitude 4.1. Deste tipo son os episodios sísmicos que se producen na zona de Mondoñedo.
- Falla inversa con eixe de presión orientado en dirección SE-NO. O rexistro máis destacado produciuse en maio de 1997, cunha magnitude 5.3.
- Falla de desgarre con eixe de presión orientado en dirección SSE-NNW. Os rexistros máis relevantes datan do 29 de novembro e do 24 de decembro de 1995, ambos cunha magnitude de 4.6.

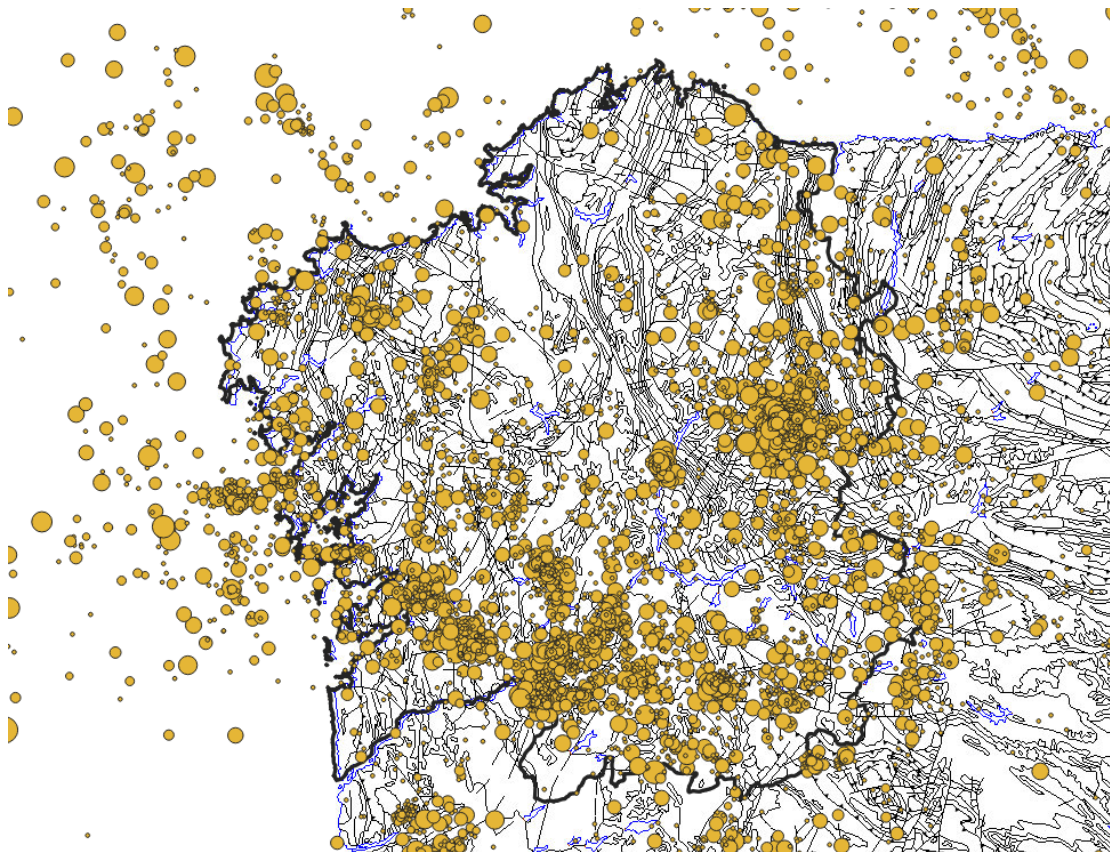


Figura 5. Sismicidade instrumental e estruturas tectónicas de Galicia

Con todo, a débil correlación entre os sismos rexistrados e as fallas cartografadas é posible interpretala de dúas maneiras. Por unha banda, pode ser resultado de que o rexistro detallado da sismicidade con localizacións hipocentrais sexa relativamente recente e, por outro lado, as estruturas responsables da sismicidade non teñen representación superficial.

Porén, a intensidade sísmica percibida nos terreos é maior en terreos brandos ca en terreos duros. Por este motivo, reclasifícase o mapa xeolóxico de Galicia para diferenciar zonas en función da dureza dos materiais xeolóxicos.

2.2.3 Mapa de aceleracións por municipios

Trasladando os valores de aceleración a cada municipio de Galicia, xérase un mapa de aceleracións por municipio, o cal se mostra na figura 6.

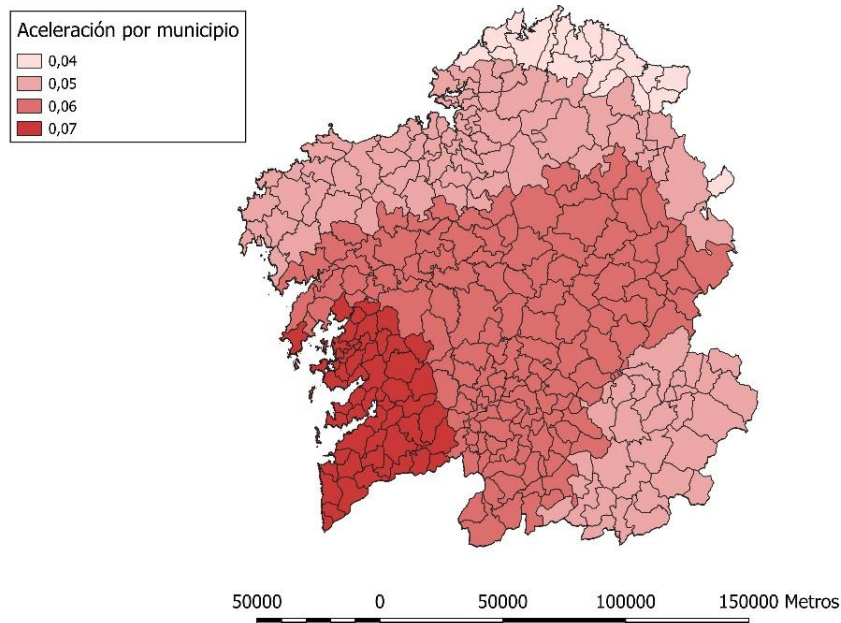


Figura 6. Mapa de aceleracións por municipios

2.2.4 Mapa de intensidades por municipios

A continuación, para obter o mapa de intensidades por municipios de Galicia emprégase a relación existente entre a aceleración de referencia e a intensidade proposta na Norma da construción sismorresistente (figura 7), por ser máis conservadora ca outras posteriores.

Os valores destas intensidades varían desde VI ata VII, segundo a escala de intensidades EMS-98, e diferéncianse claramente dúas zonas, onde a máis escura delas (intensidades de valor entre VI e VII) se corresponde cos municipios onde se rexistraron máis actividade sísmica nos últimos anos.

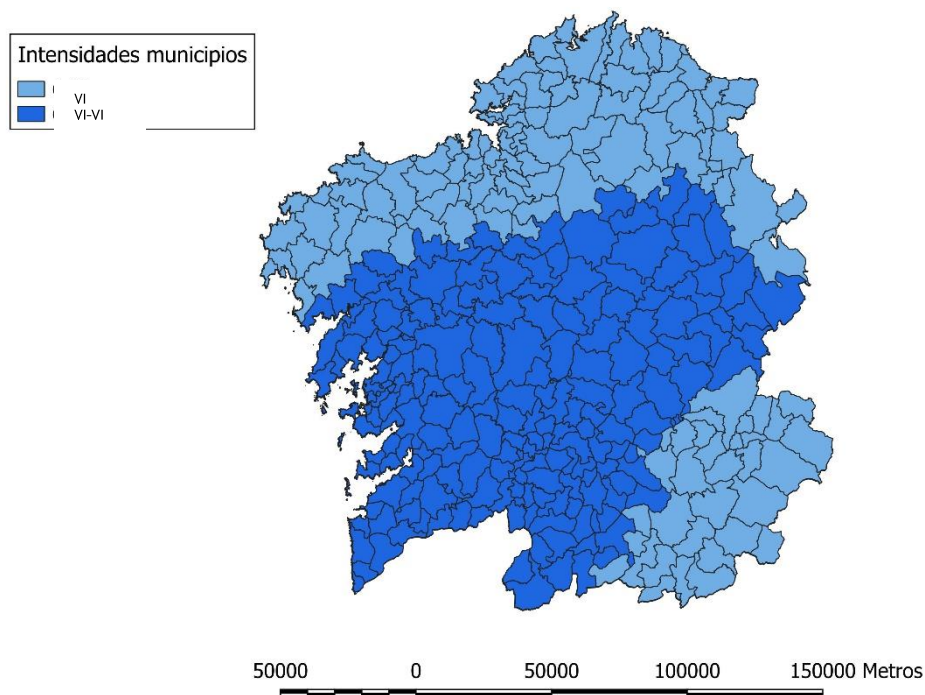


Figura 7. Mapa de intensidades reais por municipios

2.3 CARACTERIZACIÓN DA VULNERABILIDADE SÍSMICA

A avaliación da vulnerabilidade vaise fundamentar nos danos documentados en terremotos anteriores. As vulnerabilidades físicas están relacionadas cos edificios, infraestruturas e liñas vitais, que se ven influenciadas ademais polo deseño, a construción e o mantemento dos devanditos elementos baixo risco. Doutra banda, as vulnerabilidades socioeconómicas abarcan vítimas, trastornos sociais, traumas e impactos económicos.

No anexo 1, detállase o proceso de estimación da vulnerabilidade das persoas, edificios residenciais, edificios esenciais e liñas vitais.

O estudo de vulnerabilidade realízase utilizando métodos estatísticos e subxectivos.

2.3.1 Vulnerabilidade das edificacións

A vulnerabilidade dos edificios avalía o dano que un edificio pode sufrir cando é sometido a un movemento sísmico de certa intensidade. Para iso, empréganse matrices de vulnerabilidade que proporcionan clases de danos asociadas á intensidade.

A clasificación das edificacións de vivendas de Galicia en clases de vulnerabilidade, de acordo coa EMS-98, realízase tomando como base as características destas vivendas que figuran no Censo de poboación e vivendas 2021 do INE. Concretamente, esta clasificación realizouse en base á antigüidade, á localización (urbana ou rural) e á altura da edificación.

Co obxectivo de clasificar a vulnerabilidade dos municipios en clases de vulnerabilidade interpretables sen coñecemento da EMS-98, e tendo en conta as diferentes porcentaxes de clases de vulnerabilidade A, B, C e D presentes en cada municipio de Galicia, considéranse tres categorías de vulnerabilidade: baixa, media e alta. Estas categorías detállanse na táboa 1.

Vulnerabilidade	Condición	Descrición
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	$A < 25 \% + B < 50 \% + (C+D) < 50 \%$
Baixa	5	$A < 25 \% + B < 25 \% + (C+D) \geq 50 \%$

Táboa 1. Clasificación da vulnerabilidade en Galicia segundo a porcentaxe de edificios con vulnerabilidade A, B, C e D

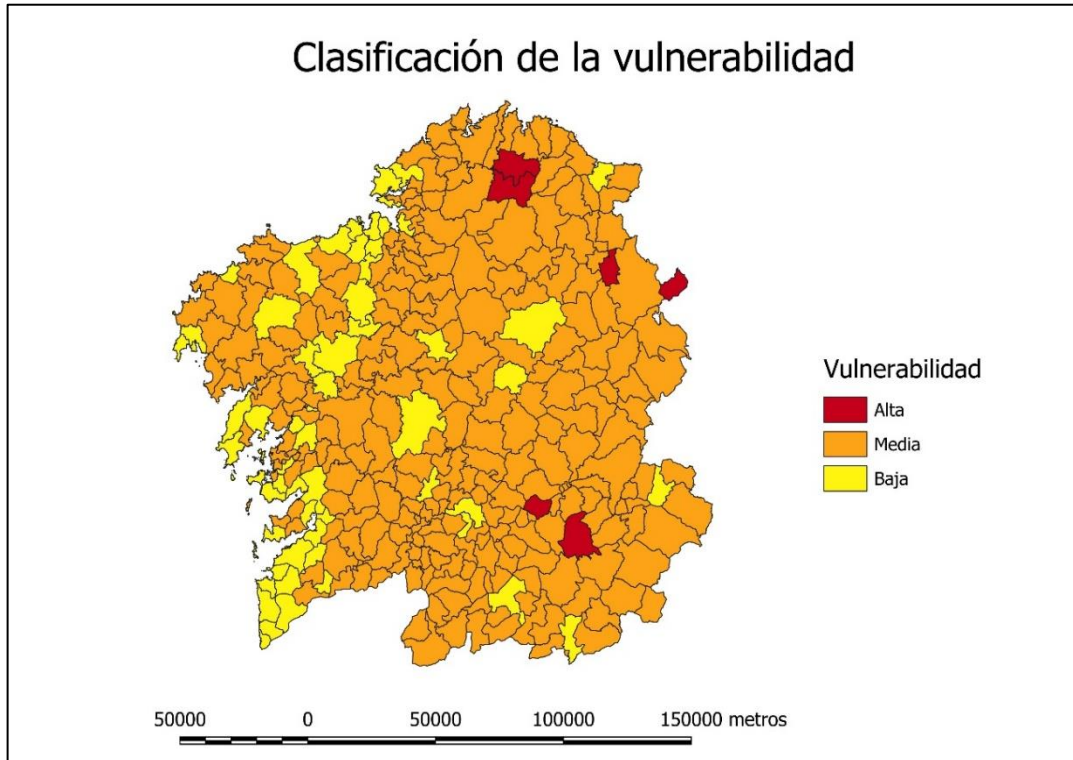


Figura 8. Mapa de clasificación da vulnerabilidade en alta, media e baixa

2.3.2 Danos ás edificacións

Para estimar o dano das edificacións en Galicia, utilizáronse as matrices de probabilidade de danos desenvolvidas por Chávez (1998) tras o exame da vulnerabilidade de 32.548 edificacións que se viron sometidas á acción do terremoto de Irpinia, terremoto que tivo lugar o 23 de novembro do 1980 no sur de Italia e que se percibiu en máis de 600 municipios. Pero unicamente para as intensidades VI-VII, posto que todas as intensidades están dentro dese rango na totalidade dos municipios galegos. De igual maneira, non se inclúen as vulnerabilidades E e F ao tratarse de construcións feitas con normas sismorresistentes e ao non estar presentes en ningún territorio da comunidade.

Graos de dano en edificios de fábrica

GRAO	DEFINICIÓN	CONSECUENCIAS
0	Sen danos.	
1	Danos de desprezables a lixeiros (ningún dano estrutural, danos non estruturais lixeiros).	Fisuras en moi poucos muros. Caída só de pequenos anacos de revestimento. Caída de pedras soltas das partes altas dos edificios en moi poucos casos.
2	Danos moderados (danos estruturais lixeiros, danos non estruturais moderados).	Gretas en moitos muros. Caída de anacos bastante grandes de revestimento. Colapso parcial de chemineas.
3	Danos de importantes a graves (danos estruturais moderados, danos non estruturais graves).	Gretas grandes e xeneralizadas na maioría dos muros. Sóltanse tellas do tellado. Rotura de chemineas pola liña do tellado. Dánanse elementos individuais non estruturais (tabiques, pinches e tellados).
4	Danos moi graves (danos estruturais graves, danos non estruturais moi graves).	Dánanse seriamente os muros. Dánanse parcialmente os tellados e os forxados.
5	Destrución (danos estruturais moi graves).	Colapso total ou case total.

Graos de dano en edificios de formigón armado

GRAO	DEFINICIÓN	CONSECUENCIAS
0	Sen danos.	
1	Danos de desprezables a lixeiros (ningún dano estrutural, danos non estruturais lixeiros).	Fisuras no revestimento de pórticos ou na base dos muros. Fisuras en tabiques e particións.
2	Danos moderados (danos estruturais lixeiros, danos non estruturais moderados).	Gretas en vigas e piares de pórticos e en muros estruturais. Gretas en tabiques e particións; caída de lucidos e revestimentos fráxiles. Caída de morteiro das xuntas de paneis prefabricados.
3	Danos de importantes a graves (danos estruturais moderados, danos non estruturais graves).	Gretas en piares e en xuntas de vigas/piares na base dos pórticos e nas xuntas dos muros axustados. Desprendemento de revocos de formigón, empenamento da armadura de reforzo. Grandes gretas en tabiques e particións; dánanse paneis de particións illados.
4	Danos moi graves (danos estruturais graves, danos non estruturais moi graves).	Grandes gretas en elementos estruturais con danos no formigón por compresión e rotura de armaduras; fallos na trabazón da armadura das vigas; ladeo de piares. Colapso dalgúns piares ou dunha planta alta.
5	Destrución (danos estruturais moi graves).	Colapso da planta baixa ou de partes (por exemplo, as ás) do edificio.

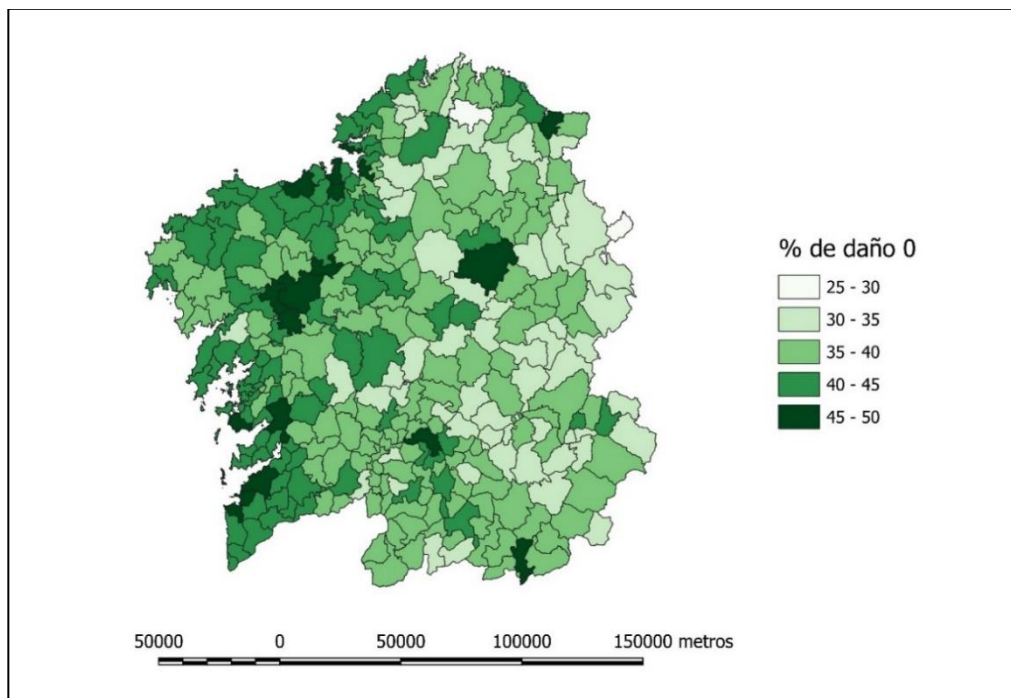


Figura 9. Distribución dos edificios que non experimentarían dano ningún

Na figura 10, móstrase a distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 1.

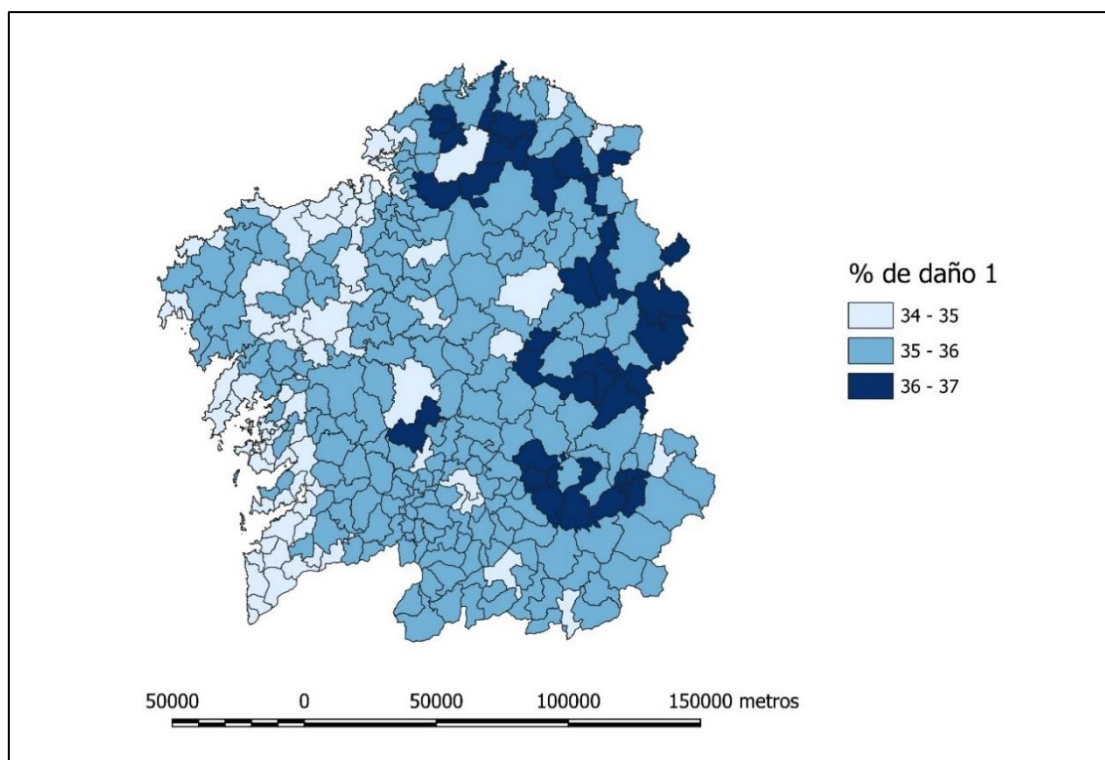


Figura 10. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 1

Nas figuras 11 e 12, móstranse as distribucións dos edificios que sufrirían un dano de grao 2 e grao 3, respectivamente.

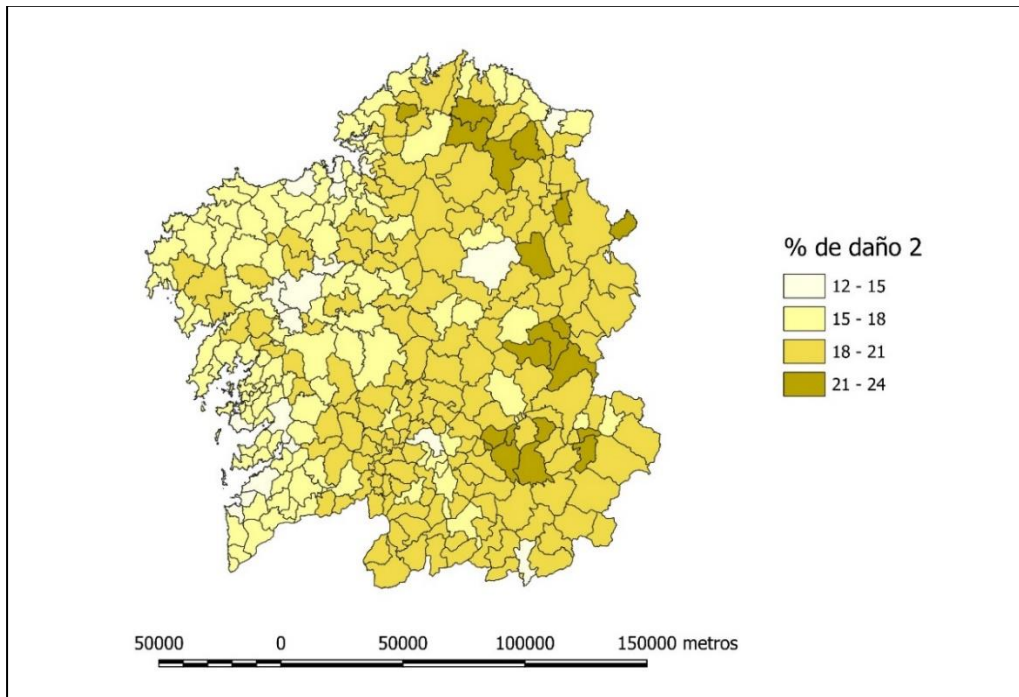


Figura 11. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 2

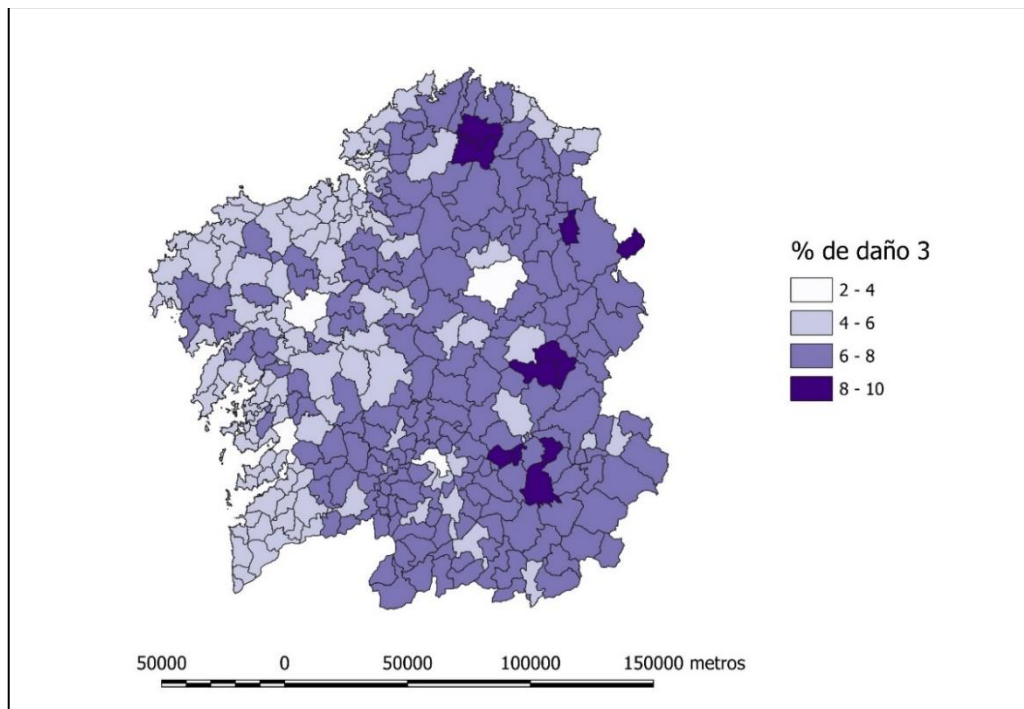


Figura 12. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 3

Na figura 13, móstrase a distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 4.

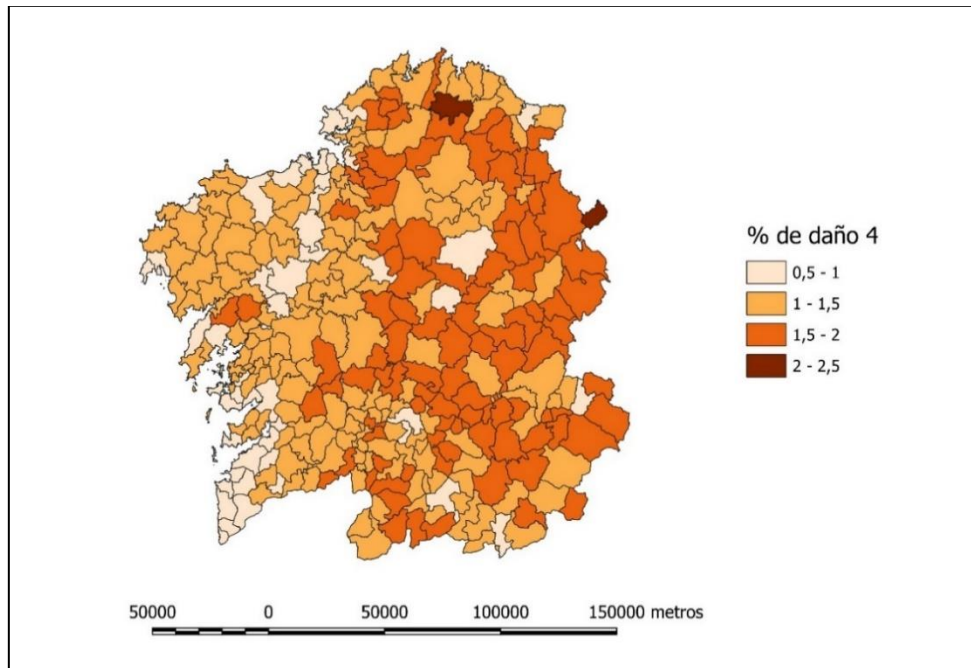


Figura 13. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 4

Na figura 14, móstrase a distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 5.

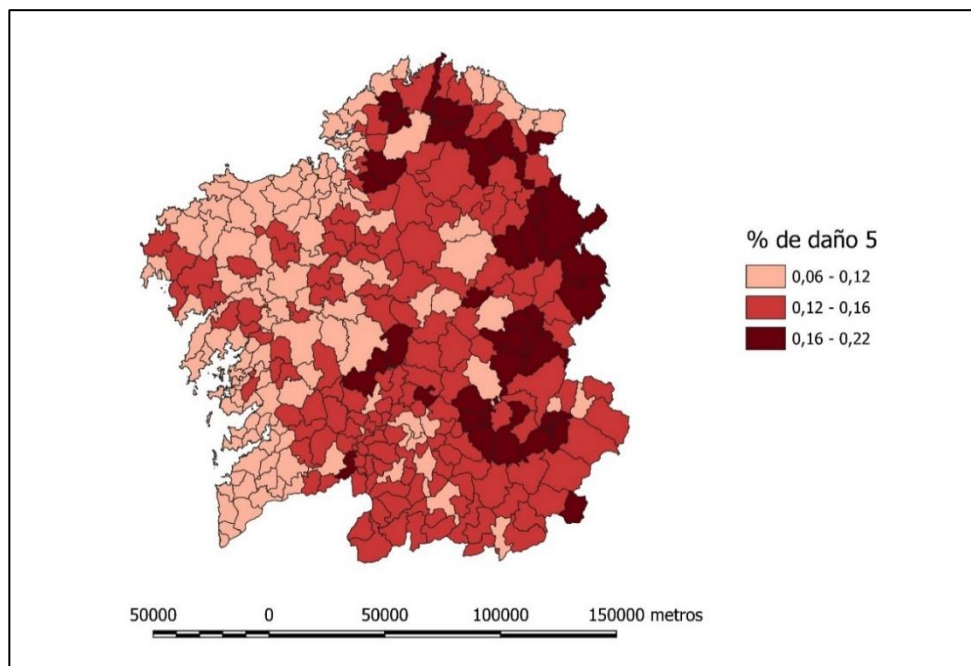


Figura 14. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 5

A medida que vai aumentando o grao de dano, vai diminuindo a porcentaxe de edificios que sufrirían este dano por causas do sismo. Isto coincide, ademais, coa distribución das vulnerabilidades, de tal maneira que os municipios con vulnerabilidades máis altas son os máis propensos a sufrir maiores danos.

2.3.3 Vulnerabilidade da poboación

O número de vítimas como resultado da acción dos terremotos está directamente relacionado co número de vivendas afectadas e de persoas expostas.

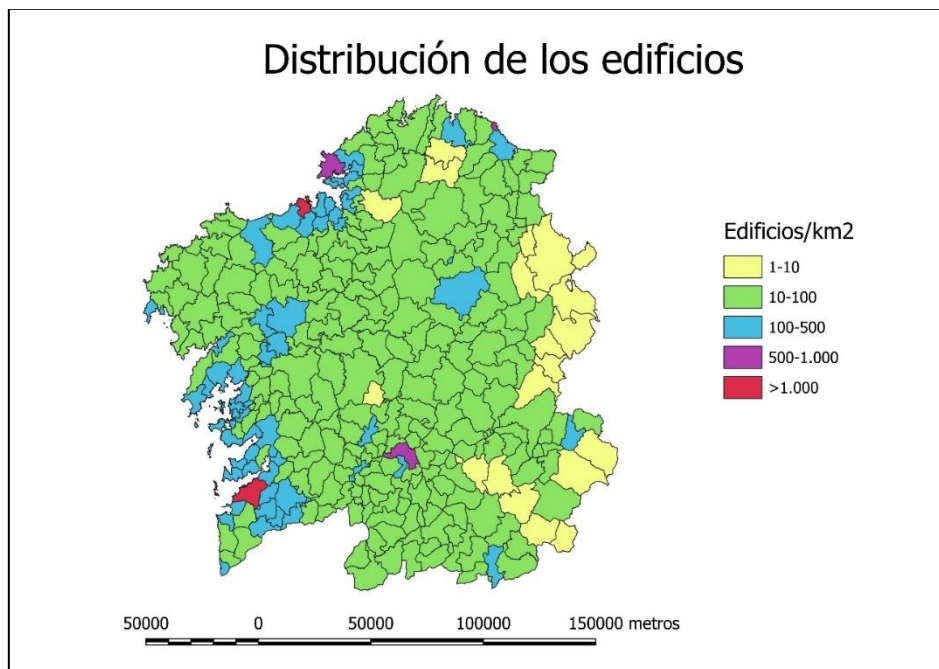


Figura 15. Mapa de distribución de edificios por km² por municipio

A figura 16, mostra a densidade de poboación en cada un dos municipios de Galicia. Pódese apreciar unha correlación lóxica co mapa anteriormente presentado na figura 4.2, xa que a maior cantidade de habitantes hai nun municipio maior número de edificacións, e viceversa.

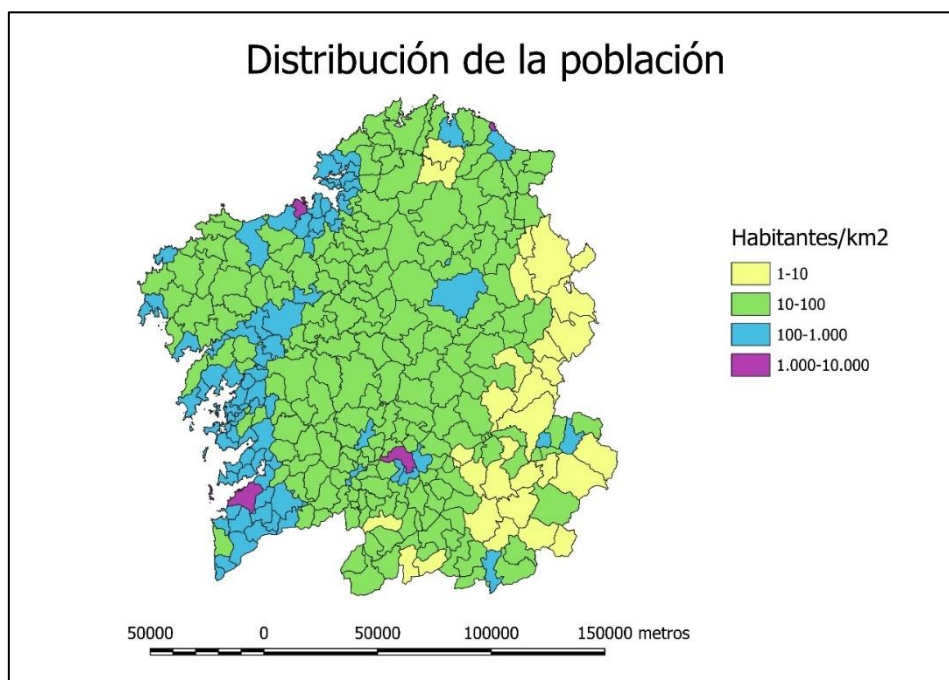


Figura 16. Mapa de distribución de habitantes por km² por municipio

2.3.4 Estimación de danos á poboación

Para o cálculo de danos á poboación utilízase a metodoloxía ATC-13 (1985), que achega unha porcentaxe de vítimas para cada grao de dano (táboa 2), aínda que convén sinalar que os datos son orientativos.

Grao de dano	Feridos leves	Feridos graves	Mortos
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

Táboa 2. Coeficientes de vítimas humanas en terremotos para cada grao de dano segundo ATC-13

Todos os cálculos foron realizados para unha intensidade de terremotos de VI-VII, posto que a totalidade dos municipios de Galicia se atopan dentro deste rango de intensidades.

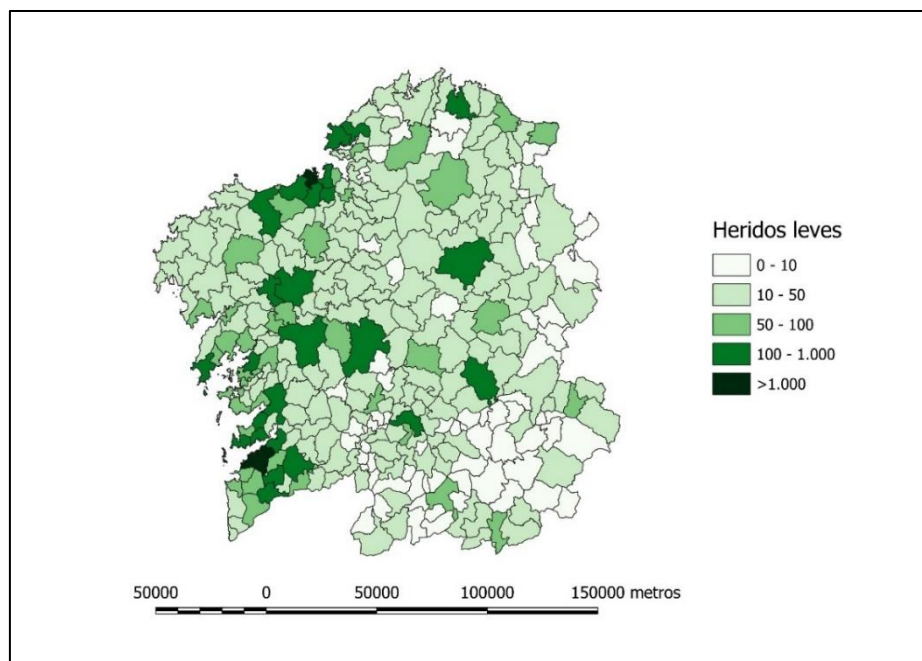


Figura 17. Distribución do número de persoas con feridas leves como consecuencia da acción sísmica por cada municipio

Como se pode observar, a maioría dos municipios non superarían os cincuenta feridos leves, e son Vigo e A Coruña os únicos dous municipios que superarían os 1.000, ao alcanzar valores de 1.331 e 1.190 feridos leves, respectivamente.

Na seguinte táboa 3, represéntanse os intervalos de feridos leves co número de municipios totais por cada un deles.

N.º de feridos leves	N.º de municipios
0 -10	70
10-50	179
50-100	39
100-1.000	25
> 1.000	2

Táboa 3. Distribución de feridos leves por municipios

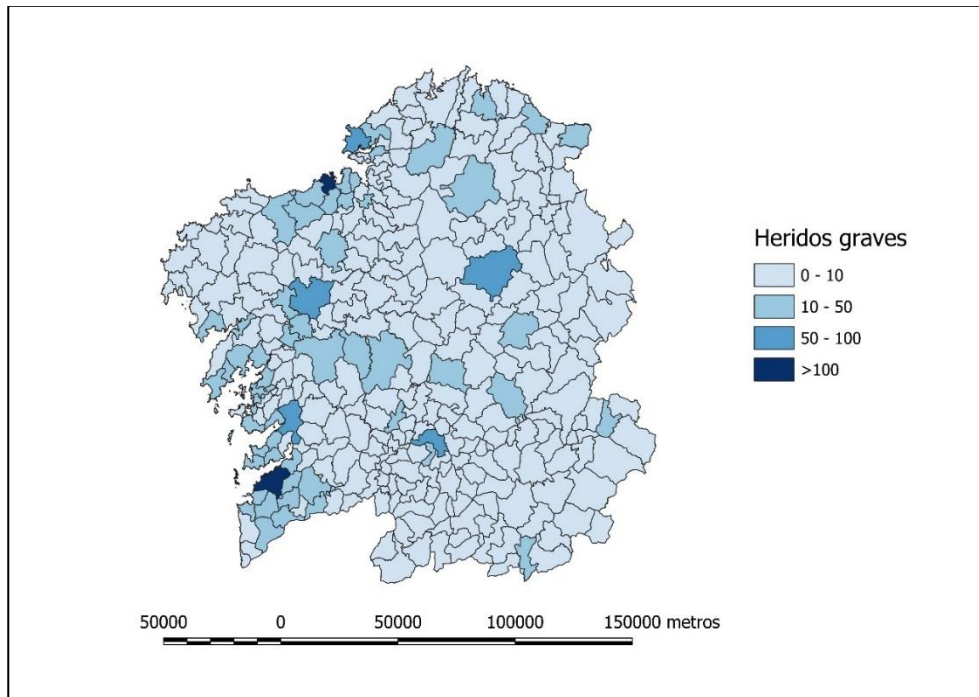


Figura 18. Distribución do número de persoas con feridas graves como consecuencia da acción sísmica por cada municipio

Neste caso, a maioría dos municipios non superarían os dez feridos graves, e son de novo Vigo e A Coruña os que maior número presentarían: 253 e 227 feridos graves, respectivamente.

Na táboa 4, represéntase o número de municipios totais por cada intervalo de feridos graves.

N.º de feridos graves	N.º de municipios
0-10	254
10-50	54
50-100	5
>100	2

Táboa 4. Distribución de feridos graves por municipios

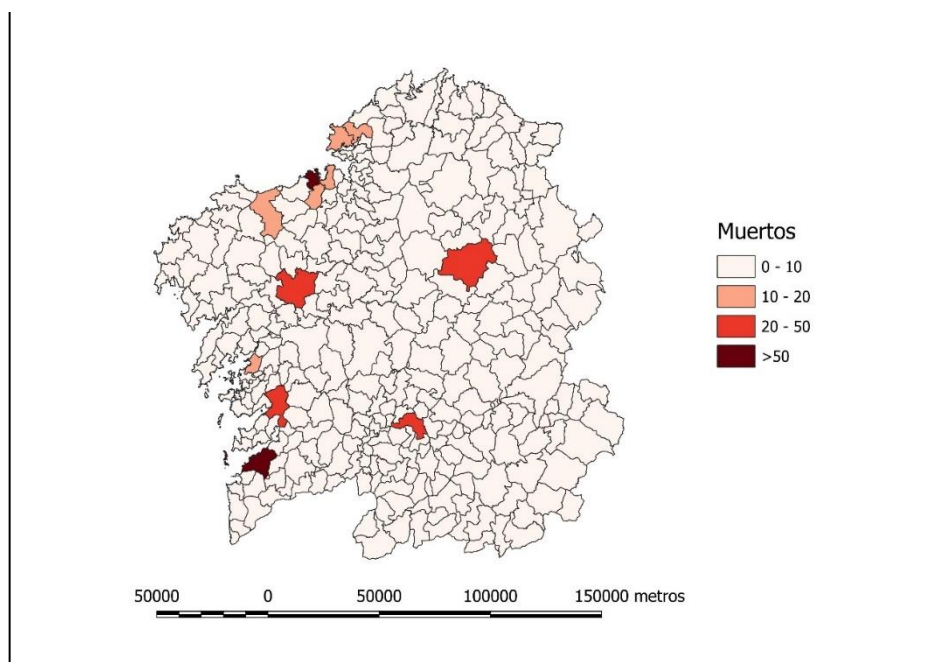


Figura 19. Distribución do número de persoas falecidas como consecuencia da acción sísmica por cada municipio

Novamente, a maioría dos municipios non superarían os dez falecidos por causa dun sismo. Vigo e A Coruña serían os municipios con maior número de persoas falecidas, con 85 e 77, respectivamente.

Na táboa 5, represéntase o número de municipios totais por cada intervalo de persoas falecidas.

N.º de mortos	N.º de municipios
0-10	303
10-20	6
20-50	4
>50	2

Táboa 5. Distribución de persoas falecidas por municipios.

2.3.5 Vulnerabilidade de edificios que albergan servizos esenciais

Co fin de establecer o grao de garantía destes servizos durante unha crise sísmica, avalíase a vulnerabilidade dos servizos de extinción de incendios e salvamento e a rede hospitalaria.

Esta avaliación lévase a cabo sen realizar unha análise estrutural e funcional detallada de cada un dos edificios considerados, pois preténdese unha avaliación inicial do comportamento posterremoto

Segundo o estimado anteriormente no estudo de perigo para cada municipio de Galicia, en todos eles a intensidade sísmica correspóndese cun intervalo de VI-VII.

2.3.5.1 Parques que albergan servizos de extinción de incendios

Para os parques de bombeiros de Galicia estímase o seguinte comportamento fronte a un movemento sísmico esperado:

- Comportamento 1 (C1): distínguese pola baixa probabilidade de danos. Nestas situacións, considérase que o edificio quedaría indemne.

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

- Comportamento 2 (C2): caracterízase por danos pouco probables (entre 0 e 15 % de probabilidade de sufrir danos de grao 3 ou superior, e entre 10 e 40 % de probabilidade de sufrir danos de grao 2 ou superior). Nestes casos, considérase que a instalación segue operativa, aínda que se recomenda unha revisión do edificio.

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

Betanzos	Betanzos
Boiro	Boiro
Arzúa	Arzúa
Ribadumia	Ribadumia
Silleda	Deza-Tabeirós
O Barco de Valdeorras	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 de Chantada
Sarria	Sarria
Vilalba	Vilalba
Viveiro	Viveiro

2.3.5.2 Centros sanitarios: hospitais

A avaliación da vulnerabilidade dos hospitais lévase a cabo de maneira particular, xa que un hospital é un sistema complexo con numerosos compoñentes sismicamente vulnerables, frecuentemente máis fráxiles que a estrutura que os alberga e o seu funcionamento depende deles.

- Comportamento 1 (C1): distínguese pola baixa probabilidade de danos. Nestas situacións, considérase que o edificio quedaría indemne.

Municipio	Hospital
A Coruña	Complexo Hospitalario Universitario da 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	Complexo Hospitalario Universitario de Lugo
Lugo	Hospital Ribera Polusa
Ourense	Complexo 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

- Comportamento 2 (C2): caracterízase por danos pouco probables (entre 0 e 15 % de probabilidade de sufrir danos de grao 3 ou superior, e entre 10 e 40 % de probabilidade de sufrir danos de grao 2 ou superior). Nestes casos, considérase que a instalación segue operativa, aínda que se recomenda unha revisión do edificio.

Municipio	Hospital
Santiago de Compostela	Hospital Hm Rosaleda-Hm La Esperanza
A Coruña	Centro Oncolóxico de Galicia
Santiso	Hestia La Robleda
Pontevedra	Grupo Quironsalud Pontevedra
Vigo	Hestia San José
Vigo	Fremap, Hospital de Vigo
A Coruña	Hospital Abente y Lago

Municipio	Hospital
Santiago de Compostela	Hospital Psiquiátrico de Conxo
Vigo	Hospital Nicolás Peña
Mos	Hospital do Rebullón
Barbadás	Hospital Piñor
A Coruña	Hospital Quironsalud A Coruña
Vigo	Concheiro Centro Médico Cirúrxico
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 de Barbanza
A Coruña	Hospital San Rafael
Ferrol	Complexo Hospitalario Universitario de Ferrol
Santiago de Compostela	Complexo Hospitalario Universitario de Santiago
Pontevedra	Complexo 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

O número de camas perdidas en cada centro de saúde está directamente vinculado á fragilidade dos hospitais e á súa capacidade instalada. A localización destes centros e a súa capacidade dispoñible son condicionantes para a resposta do sistema. Para iso, definíronse os valores de intensidade I_{min} e I_{max} representativos da fragilidade de cada hospital.

Nome do centro	I_{min}	I_{max}
Hospital Hm Rosaleda-Hm A Esperanza	7,17	8,60
Centro Oncolóxico 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 de 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 Cirúrxico	7,70	9,23
Clínica Residencia El Pinar	7,70	9,23
Hospital Quirón Saúde 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

Nome do centro	Imin	Imax
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 de 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 Povia	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

Táboa 6. Valores de intensidade (Imin e Imax) representativos da fragilidade dos hospitais

A Imin é aquela na que se mantén por debaixo, non se producirán danos no centro e a súa capacidade operativa non se verá afectada e a Imax é aquela na que se xerará un nivel de dano que lle impedirá ao hospital manter as súas funcións, o que dará como resultado un colapso funcional, aínda que non necesariamente estrutural. Para intensidades intermedias, espérase unha diminución do 50 % na capacidade do hospital.

2.3.5.3 Outros edificios que albergan servizos esenciais

A clasificación de danos que se empregan neste punto é a que utiliza a ATC-13, recollida na seguinte táboa 7:

Dano	Rango do factor de dano (%)	Factor central de dano (%)
Non dano	0	0
Dano moi leve	0-1	0,5
Dano leve	1-10	5
Dano moderado	10-30	20
Dano grave	30-60	45
Destrución	60-100	80
Colapso	100	100

Táboa 7. Rango de factor de dano e factor central de dano para os diferentes graos de dano segundo a ATC-13

O factor de dano defínese como o cociente entre o custo da reparación dos elementos afectados e o custo de substituír eses elementos, expresado en tanto por cento. Na táboa 7, obsérvase que cada categoría de dano corresponde a un intervalo do factor de dano. O factor central de dano é o punto medio de cada intervalo.

A metodoloxía aplícase aos elementos vulnerables de Galicia para estimar o dano e os tempos de restauración en caso de que se produza un terremoto se os elementos vulnerables considerados estivesen expostos á intensidade estimada no estudo de perigo para as parroquias onde se sitúan. Os resultados obtidos son orientadores.

	VULNERABILIDADE			
	Danos	Tr30 %	Tr60 %	Tr100 %
Centro Integrado de Atención ás Emerxencias, CIAE-112	Leves 5,33 %	10 días	19 días	34 días
Edifícios da Administración central, local, autonómica	Leves 5,33 %	10 días	19 días	34 días
Aeroportos	Leves 3,07 %	0,01 días	0,2 días	0,4 días
Sedes de AVPC	Leves 5,33 %	13 días	20 días	32 días
Centrais térmicas	Leves 1,97 %	2,5 días	5,5 días	10 días

	VULNERABILIDADE			
	Danos	Tr30 %	Tr60 %	Tr100 %
Centro Integrado de Atención ás Emerxencias, CIAE-112	Leves 5,33 %	10 días	19 días	34 días
Centros educativos	Leves 5,33 %	12 días	19 días	27 días
Edifícios de Cruz Vermella	Leves 5,33 %	10 días	19 días	34 días
Estacións de autobuses	Leves 2,91 %	0,25 días	2,5 días	4 días
Estacións de ferrocarril	Leves 3,53 %	3 días	7 días	14 días
Sedes GES	Leves 5,33 %	13 días	20 días	32 días
Edifícios FCSE e Policía local	Leves 5,33 %	13 días	20 días	32 días
Helipostos e helisuperficies	Moi leves 0,34 %	0 días	2,5 días	8 días
Parques industriais	Leves 2,08 %	5 días	10,5 días	18 días
Polideportivos	Leves 2,08 %	3 días	10 días	19 días
Presas	Moi leves 0,77 %	2 días	4 días	7 días
Portos	Moi leves 0,77 %	0 días	4 días	11,5 días
Zonas aeroportuarias	Moi leves 0,34 %	0 días	0,1 días	0,5 días

Táboa 8. Estimación de dano e tempos de restauración

2.3.6 Vulnerabilidade das liñas vitais

Entendemos por liñas vitais todas aquelas liñas ou sistemas de redes esenciais para a vida humana e o funcionamento das comunidades encargadas de transportar elementos cruciais, como alimentos, auga, gas e enerxía desde o lugar onde son producidos ou almacenados ata as áreas de consumo. A interrupción prolongada destas liñas podería resultar en perdas económicas significativas, deterioración da saúde pública e mesmo desprazamentos masivos da poboación.

Dado que os sismos son os desastres naturais que provocan as interrupcións máis importantes das liñas vitais, especialmente en rexións con certo risco sísmico como Galicia, é fundamental estudar como estas infraestruturas responden aos terremotos, especialmente aqueles de intensidade igual á máxima prevista.

Seleccionáronse, de entre todas as liñas vitais, aquelas que se consideran máis importantes para o funcionamento dunha poboación, como as autovías e autoestradas, estradas, rede ferroviaria, rede de alta tensión, gasodutos, oleodutos e subestacións de alta tensión.

2.3.6.1 Rede viaria

A rede viaria de Galicia está composta por:

- Autoestradas e autovías
- Estradas para coches
- Estradas multicarril
- Vías convencionais
- Outras vías

A continuación, preséntase o grao de dano orientador para un movemento de intensidade VI-VII. Os resultados obtidos son orientadores.

	VULNERABILIDADE			
	Danos	Tr30 %	Tr60 %	Tr100 %
Rede de autoestradas e autovías	Moi leves 0,29 %	2 días	6 días	10,5 días
Outras estradas e vías	Leves 1,02 %	2,4 días	3,75 días	4,15 días
Pontes das autoestradas e autovías con luz < 150 m	Leves 2,48 %	8,35 días	16,66 días	25 días

Pontes das autoestradas e autovías con luz >150 m	Moi leves 0,38 %	0 días	0 días	1 día
Túneles de autoestradas e autovías	Moi leves 0,22 %	0 días	1,9 días	4,23 días

Táboa 9. Estimación de dano e tempo de restauración redes de transporte

2.3.6.2 Outras redes

	VULNERABILIDADE			
	Danos	Tr30 %	Tr60 %	Tr100 %.
Rede ferroviaria	Moi leves 0,36 %	0 días	1,9 días	4,3 días
Túneles ferroviarios	Moi leves 0,11 %	0 días	1,9 días	4,3 días
Rede de gas natural	Moi leves 0,01 %	0,55 días	0,89 días	1,55 días
Rede de oleodutos	Destrución 68 %	0,5 días	1,45 días	2,75 día
Rede eléctrica de alta tensión	Moi leves 0,24 %	0,9 días	2 días	3,55 días
Subestacións de alta tensión	Moderado 38 %	9 días	20 días	35,5 días

Táboa 10. Estimación de dano e tempo de restauración noutras redes

3 ESTRUCTURA E ORGANIZACIÓN

3.1 FASES E SITUACIÓNS DO PLAN

3.1.1 Clasificación das emerxencias

Conforme á Norma básica de protección civil, nas emerxencias por terremotos defínense as fases seguintes:

- Fase de seguimento ou preemerxencia (alerta e seguimento)
- Fase de emerxencia
- Fase de recuperación

3.1.1.1 Fase de seguimento ou preemerxencia (alerta e seguimento)

Nesta fase, os terremotos prodúcense sen ocasionar vítimas nin danos materiais relevantes, polo que desde o punto de vista operativo está caracterizada fundamentalmente polo seguimento instrumental e o estudo dos devanditos fenómenos e polo proceso de información aos órganos e autoridades competentes en materia de protección civil e á poboación en xeral.

Nesta fase, considérase a **situación 0**, motivada pola ocorrencia de fenómenos sísmicos amplamente sentidos pola poboación e requirirá das autoridades e órganos competentes unha actuación coordinada, dirixida a intensificar a información á cidadanía sobre os devanditos fenómenos.

3.1.1.2 Fase de emerxencia

Esta fase terá o seu inicio coa ocorrencia dun terremoto que producise danos materiais ou vítimas e prolongarase ata que se poñan en práctica todas as medidas necesarias para o socorro e a protección de persoas e bens e ata que se restablezan os servizos básicos nas zonas afectadas.

Nesta fase, distínguense as seguintes situacións operativas:

Situación 1: ocorrencia de fenómenos sísmicos cuxa atención, no relativo á protección de persoas e bens, pode quedar asegurada mediante o emprego dos medios e recursos dispoñibles nas zonas afectadas.

Situación 2: ocorrencia de fenómenos sísmicos que, pola gravidade dos danos ocasionados, o número de vítimas ou a extensión das áreas afectadas, fan necesario para o socorro e a protección de persoas e bens o concurso de medios, recursos ou servizos situados fóra das devanditas áreas. Constitúe o máximo nivel das emerxencias de dirección autonómica, na que a respectiva comunidade autónoma pode requirir a asistencia de medios doutras administracións públicas non asignados ao plan ou mobilizables por outras administracións públicas, en particular pola Administración xeral do Estado.

Situación 3: emerxencias sísmicas que, por considerar que está en xogo o interese nacional, así son declaradas polo ministro do Interior.

3.1.1.3 Fase de recuperación

Fase consecutiva á de emerxencia que se prolonga ata o restablecemento das condicións mínimas imprescindibles para o retorno á normalidade nas zonas afectadas polo terremoto. Pode coincidir coa fase de emerxencia cando as actuacións sexan compatibles coa intervención e prolóngase ata o restablecemento dos servizos básicos na zona afectada pola emerxencia. Durante esta fase, realízanse as primeiras tarefas de rehabilitación nas devanditas zonas, consistentes fundamentalmente no reforzamento ou, se é o caso, na demolición de edificios danados; na reparación dos danos máis relevantes sufridos polas infraestruturas dos transportes, das telecomunicacións e da subministración de auga; electricidade e combustibles; no realoxamento provisional das persoas que perdesen a súa vivenda etc.

Cando a emerxencia estea plenamente controlada, a Dirección do plan en cada suposto poderá declarar o comezo da fase de recuperación.

Cando a emerxencia e a fase de recuperación estean concluídas por enteiro ou na súa maior parte, a Dirección do plan poderá dar por finalizada a emerxencia e desactivarase o plan.

3.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

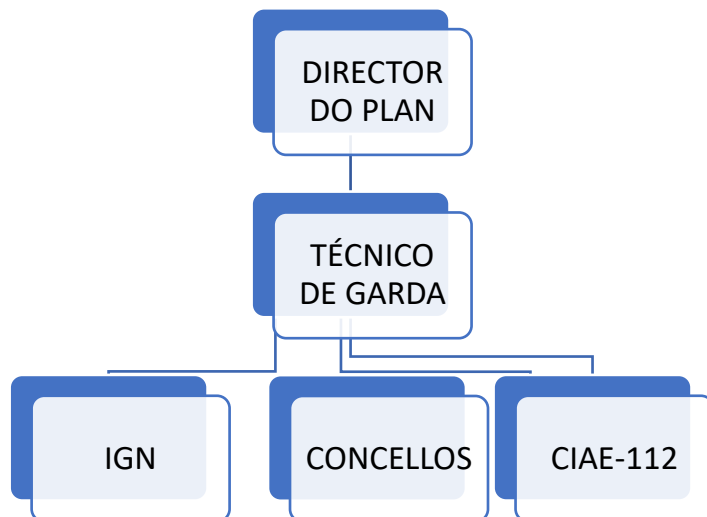
3.2.1 Fundamentos da estrutura

A estrutura deste plan baséase no seguinte:

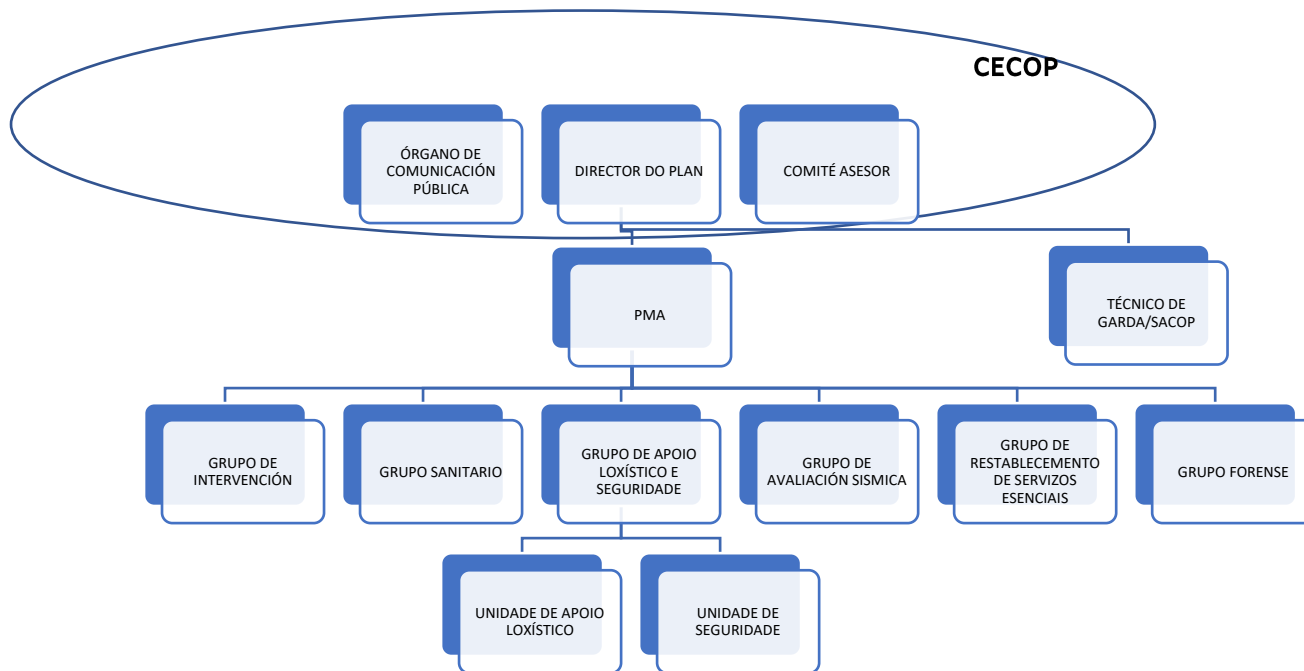
- A existencia dunha organización permanente de resposta ante emerxencias que se activa e actúa de oficio cando hai noticia da existencia dunha situación de emerxencia.
- O técnico de garda do Centro de Atención ás Emerxencias, CIAE-112 de aquí en adiante, é a persoa encargada de coordinar as actuacións en situacións de emerxencia propias de Protección Civil e garante, entre outras accións, a activación deste plan na fase e situación de emerxencia que corresponda.
- A activación graduada do plan, coa constitución de estruturas de resposta proporcionais á gravidade da emerxencia.
- A organización sectorizada das funcións para desenvolver fronte ás situacións de emerxencia: grupos operativos, Posto de Mando Avanzado, Cecopal, Cecopi, Comité de Dirección, Comité Asesor, Órgano de Comunicación Pública etc.

3.2.2 Estrutura organizativa

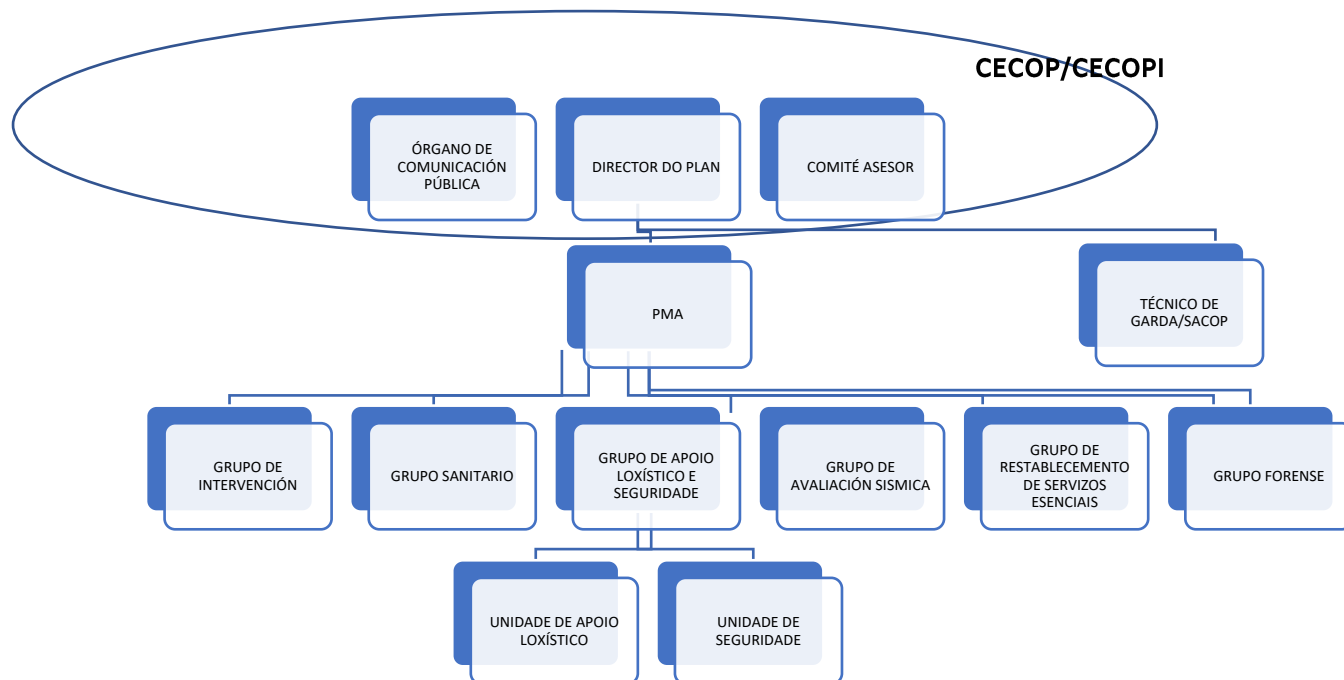
Esquema da estrutura en fase de seguimento, situación 0:



Esquema da estrutura en fase de emerxencia, situación 1



Esquema da estrutura en situación 2



Na situación 3, recae a dirección operativa no xeneral xefe da Unidade Militar de Emerxencias.

3.2.3 O Centro de Coordinación Operativa (Cecop)

O Cecop é o centro de mando das emerxencias, que conta cos medios humanos e técnicos que permiten realizar as funcións de dirección e coordinación de recursos, ademais de asegurar as comunicacións co PMA e en xeral cos medios externos que puidesen verse implicados na emerxencia. Con carácter xeral, constituirase nas dependencias do CIAE-112, unha vez que se activa o plan. Se as circunstancias o aconsellan, poderase constituír de forma íntegra ou parcialmente nas proximidades da zona de emerxencia.

Está composto polo director do plan, o Comité Asesor e o Órgano de Comunicación Pública.

3.2.4 O Centro de Coordinación Operativa Integrado (Cecopi)

O Cecopi é o órgano superior de xestión de emerxencias, que se constituirá de acordo co establecido neste plan, cando se declare a emerxencia de situación 3. Tamén se poderá constituír na situación 2, a pedimento do director do plan especial e cando se prevexa a necesidade de achega de medios e recursos situados fóra da comunidade.

Do mesmo xeito que o Cecop, constituirase nas dependencias do CIAE-112, unha vez que se activa o plan. Se as circunstancias o aconsellan, poderase constituír de forma íntegra ou parcialmente nas proximidades da zona de emerxencia.

3.2.5 O Centro de Coordinación Municipal (Cecopal)

Naqueles concellos que contan con PEMU ou PAM para risco de terremotos, constituirase o Cecopal en caso de activación do Sismigal, para dirixir as actuacións dos servizos municipais, establecer as prioridades de actuación e tomar as medidas necesarias de protección a persoas e bens.

Na organización e procedementos de actuación, teranse en conta as necesidades das persoas con discapacidade e doutros grupos en situación de vulnerabilidade.

As súas funcións son:

- En fase de preemerxencia:
 - Recibir a declaración de preemerxencia por parte de CIAE-112 e alertar os recursos municipais.
 - Activar os recursos municipais que deban participar no seguimento da situación de preemerxencia.
 - Proporcionar información de retorno ao CIAE-112.
- En fase de emerxencia:
 - Reunirse cos membros recollidos no PAM e activar todos os servizos e recursos municipais necesarios na xestión da emerxencia.
 - Decidir en cada momento as actuacións máis convenientes para facer fronte á situación de emerxencia e a aplicación das medidas de protección á poboación, ao medio ambiente, aos bens e ao persoal adscrito ao PAM.
 - Facilitar o avituallamento de víveres e artigos de primeira necesidade.
 - Manter a comunicación co CIAE-112/Cecopi e solicitar, se é o caso, a intervención de medios e recursos externos ao municipio.
 - Determinar, coordinar e facilitar a información á poboación durante a emerxencia, a través dos medios propios e de comunicación social de ámbito local.
 - Establecer prioridades e ordenar as actuacións necesarias para a restitución dos servizos básicos e a volta á normalidade.

3.2.6 A Sala de Control Operativo (Sacop)

A Sacop atópase baixo a dependencia directa dun coordinador nomeado pola Dirección do plan, que pode ser tamén membro do Comité Asesor.

Localízase no CIAE-112, e será o encargado de elaborar os informes sobre o estado da situación e as posibles evolucións.

3.2.7 O Cetra (Centro de Transmisións)

O Cetra depende operativamente da Axega e sitúase nas instalacións do CIAE-112. A súa misión é a de constituír o núcleo a través do cal se canalizan todas as transmisións necesarias durante a activación do plan.

Dispón de medios de comunicacións de voz e datos en sistema de telefonía (fixo e móbil), mensaxería (telefónica e privada) e radio e informática, con posibilidade de conmutación dos sistemas telefónicos, radio e informático.

Está comunicado, como mínimo, mediante dous sistemas aos bombeiros, ao persoal sanitario da Xunta de Galicia, á Unidade da Policía Autonómica, ao Cecopal, ás forzas e corpos de seguridade do Estado, ao PMA, aos módulos móbiles de comunicación da Xunta de Galicia, a outros sistemas de comunicación etc. Así mesmo, o Cetra é o encargado de establecer e garantir as comunicacións entre os distintos centros operativos establecidos no Sismigal.

3.2.8 Dirección do plan

Corresponderalle á Xunta de Galicia a dirección do presente plan nas emerxencias declaradas de situación 0, 1 e 2. Nas emerxencias declaradas de interese nacional (situación 3), corresponderalle a un Comité de Dirección formado por un persoa en representación da Administración do Estado e unha persoa en representación da Xunta de Galicia.

Na dirección das emerxencias, cuxa competencia lle corresponda á Xunta de Galicia, o director do plan será a persoa que ocupe a dirección xeral con competencias en materia de protección civil, que asumirá as funcións de mando único.

Tanto en situación 0 coma en situación 1, o alcalde ou alcaldesa, como máxima autoridade de protección civil no eido local, coordinará as actuacións no seu concello e reportará a información da emerxencia ao Cecop a través do CIAE-112.

Correspóndenlle ao director do plan:

- Declarar a situación de emerxencia e a súa finalización segundo o establecido no presente plan.
- Declarar a orde de constitución do Cecop/Cecopi e decidir, se é o caso, unha localización alternativa deste.
- Decidir as actuacións que ha desenvolver o Cecop.
- Determinar os recursos humanos e os materiais que deben asignarse á emerxencia, establecendo as prioridades de actuación que estime oportunas.
- Determinar a información en relación coa situación de emerxencia que se lle debe facilitar á poboación a través dos medios de comunicación social e doutros medios que debe dispoñer a Dirección do plan, de maneira que se asegure que esta información é accesible e

comprensible para as persoas con discapacidade e outros colectivos en situación de vulnerabilidade.

- Establecer as prioridades de cara ao restablecemento dos servizos públicos esenciais.
- Informar a Comisión Galega de Protección Civil daquelas emerxencias que supoñan a activación do presente plan en situación de emerxencia 2.
- Asegurar a operatividade do plan mediante a súa implantación e mantemento.

A dirección do plan efectuarase en coordinación coa Administración xeral do Estado e as administracións locais das zonas afectadas.

3.2.9 O Comité de Dirección

Co obxecto de conseguir unha maior coordinación na xestión das emerxencias, cando se constitúa o Cecopi por declararse a emerxencia de situación 3, formarase un Comité de Dirección integrado por un persoa en representación da Xunta de Galicia e unha persoa en representación da Administración xeral do Estado.

O representante da Xunta de Galicia no Cecopi será a persoa titular da consellería con competencias en materia de protección civil. O representante da Administración xeral do Estado será o delegado ou delegada do Goberno ou unha persoa designada polo titular do Ministerio do Interior.

3.2.10 O Comité Asesor

Para asistir a Dirección do plan nos distintos aspectos relacionados coa emerxencia, establecerase un Comité Asesor, como órgano de asesoramento nos eidos administrativo, xurídico e científico-técnico, ao que se incorporarán, a xuízo da Dirección do plan, os seguintes membros:

- A persoa que ocupe a delegación territorial da Xunta na provincia na que se producise a emerxencia.
- Unha persoa en representación da Axencia Galega de Emerxencias.
- A persoa que ocupe unha subdirección xeral na dirección xeral con competencias en materia de protección civil.
- Unha persoa en representación da Administración xeral do Estado.
- Unha persoa en representación de cada un dos concellos afectados e de cada unha das deputacións afectadas.
- Unha persoa en representación de cada unha das consellerías competentes en materia de medio ambiente, infraestruturas e vivenda, obras públicas, transportes, industria, sanidade e Administración local.
- Unha persoa en representación do órgano de conca competente por razón do territorio afectado pola emerxencia.
- Unha persoa en representación de cada un dos titulares de infraestruturas e servizos de subministración: telefonía (voz e datos), gas, enerxía, auga.
- Unha persoa en representación do servizo rexional do IGN.

Estes representantes poderán efectuar as súas funcións desde o seu propio centro de traballo. En caso de considerarse necesaria, a súa incorporación farase no Cecop/i, situado na Sala de Crise do CIAE-112.

As súas funcións consisten en asesorar á Dirección do Plan desde unha tripla perspectiva: administrativa, xurídica e científico-técnica.

A vertente administrativa e xurídica será abordada polos órganos e servizos da Administración competentes nestas materias, achegando criterio e soporte normativo para a toma de decisións durante a emerxencia.

A vertente científico-técnica será asumida polo persoal nomeado polo servizo rexional do Instituto Xeográfico Nacional, por técnicos das empresas subministradoras de infraestruturas e servizos esenciais, así como por outros expertos que se poidan incorporar en función da evolución da emerxencia.

3.2.11 Comité asesor técnico-científico

Para asistir á Dirección do Plan, na vertente técnico-científica, constituirase un comité asesor con persoal nomeado polo servizo rexional do Instituto Xeográfico Nacional, por técnicos das empresas subministradoras de infraestruturas e servizos esenciais, así como expertos da universidade e empresas en materia de protección á poboación, persoal de intervención, animais, bens, medio ambiente e patrimonio histórico-artístico e cultural. Tamén sobre todas aquelas materias que se requiran en función da evolución da emerxencia. Convocarase polo director do plan, a proposta do Comité Asesor.

3.2.12 Órgano de Comunicación Pública

O Órgano de Comunicación Pública constitúese como a ferramenta da Dirección do plan especial nas tarefas de difusión da información en situación de emerxencia. Estará composto por persoal dos gabinetes de prensa de:

- Consellería competente en materia de protección civil.
- Delegación/Subdelegación do Goberno (en caso de constitución do Cecopi).
- Concello ou consellos afectados (de ser necesario).

Estará ao seu cargo o xefe do Gabinete de Prensa da consellería competente en materia de protección civil para as situación 0, 1 e 2, e o Gabinete da Delegación/Subdelegación do Goberno para a situación 3. Poderase reunir fisicamente ou empregando medios telemáticos.

As súas funcións son:

- Difundir as ordes, consignas e recomendacións ditadas pola Dirección do plan a través dos medios de comunicación social previstos.
- Centralizar, coordinar e preparar a información xeral sobre a emerxencia de acordo coa Dirección do plan e facilitárllela aos medios de comunicación social.
- Informar sobre a emerxencia a cantas persoas ou organismos o soliciten.
- Obter, centralizar e facilitar toda a información relativa aos posibles afectados, facilitando os contactos familiares e a localización de persoas. Cando a tarefa informativa se dirixa a

vítimas con discapacidade, realizarase coas adaptacións necesarias e, se é o caso, coa axuda de persoal especializado.

En tanto non se constitúa, realizará as funcións encomendadas o persoal do Departamento de Prensa do CIAE-112, que queda posteriormente integrado no Gabinete de Prensa da consellería competente en materia de protección civil.

3.2.13 Dirección da emerxencia

Na fase de preemerxencia do SISMIGAL, non se prevén actuacións propias da Dirección da Emerxencia, realizándose pola Dirección Xeral de Protección Civil e Emerxencias a través do CIAE112 as funcións de coordinación dos organismos que resulten necesarias.

Nas emerxencias de situación 1 e 2, o director do plan designará un Director da Emerxencia. A dirección da Emerxencia en situacións 1 e 2 será exercida por un representante da Axencia Galega de Emerxencias, salvo que este non fose despregado sobre o terreo en atención á natureza da emerxencia, nese caso exercerá as funcións de director operativo o responsable do Posto de Mando Avanzado.

Son funcións da Dirección da Emerxencia as seguintes:

- O plan, condución e seguimento das operacións sobre o terreo.
- A asignación aos servizos de intervención de misións e a determinación dos ámbitos xeográficos de actuación de cada un deles.
- A solicitude ao CECOP/CECOPI de medios e recursos necesarios extraordinarios para a resposta á emerxencia.
- O establecemento das prioridades operativas de resposta.
- A designación, en caso necesario, de responsables de posto de mando avanzado.

A dirección operativa da emerxencia en situación 3 será exercida pola Unidade Militar de Emerxencias.

3.2.14O Posto de Mando Avanzado (PMA)

O PMA é o órgano de traballo do director do plan *in situ*.

Segundo as zonas afectadas polo terremoto, poderá crearse máis dun PMA; inicialmente, un por cada concello afectado.

A persoa responsable do PMA será designada polo director do plan. Sempre que sexa posible será un responsable de protección civil da Administración autonómica ou, se é o caso, da Administración local.

O Posto de Mando Avanzado manterase en comunicación permanente co Cecop e cos xefes dos diferentes grupos operativos.

O director do PMA encargárase de:

- Transmitir e transformar as directrices marcadas polo director do plan en accións concretas que han desenvolver os grupos operativos.
- Coordinar as funcións autónomas dos citados grupos e encargarse de evitar duplicidades.

- Como representante do director do plan *in situ*, é o responsable da seguridade das persoas e bens destes.

3.2.15 Grupos operativos

Son os grupos encargados dos servizos operativos ordinarios e están deseñados para actuar coordinadamente e baixo unha dirección única dentro do marco que establece o plan.

En caso de municipios que redacten e implanten o PAM ante o risco de terremotos, os grupos operativos do plan local quedarán integrados nos grupos operativos previstos no Sismigal, unha vez activado.

3.2.15.1 Grupo operativo de intervención

Composición:

Unidades de bombeiros desprazadas ás zonas afectadas, grupos de emerxencia supramunicipal (GES), Grupo de Apoio Loxístico á Intervención (GALI) e medios de intervención dos servizos municipais de Protección Civil. Tamén se integrarán neste grupo as unidades caninas de procura de persoas. A coordinación deste grupo será exercida polo mando de maior rango do servizo de extinción de incendios e salvamento do ámbito territorial onde se desenvolva a emerxencia.

• *Funcións:*

- Facer unha primeira avaliación do sinistro *in situ*, así como unha estimación dos efectivos necesarios.
- Controlar, reducir e neutralizar os efectos do sinistro e a causa dos riscos derivados deste, tales como incendios, escapes, derrubas etc.
- Colabora co Grupo de Avaliación Sísmica en actuacións de desentullo, reforzo e derruba de edificios danados.
- Determinar a área de intervención no caso de que se deriven outras emerxencias como consecuencia do terremoto.
- Avaliar e controlar os riscos latentes e os riscos asociados.
- Procura de vítimas e detección de sepultados.
- Colaborar con outros grupos na adopción de medidas de protección á poboación.
- Recuperación de cadáveres atrapados baixo os cascallos ou en condicións de difícil acceso.
- Colaborar no restablecemento das condicións básicas de seguridade nas infraestruturas de comunicación.
- Informar a Dirección do plan, a través do responsable do PMA sobre o risco, os danos e a viabilidade das operacións que haxa que desenvolver.
- Socorro de persoas illadas ou desaparecidas.

• *Medios materiais que mobilizan:*

Todos os medios propios dos servizos que interveñen como integrantes do grupo.

• *Medios especiais:*

Equipos públicos e privados de intervención en xeral, o que inclúe maquinaria pesada e de obras, equipos de rescate e salvamento.

3.2.15.2 Grupo operativo sanitario

Composición:

Correspóndelle ao responsable do 061 designar en cada caso a persoa que dirixa o grupo, en función do ámbito territorial que se vexa afectado. En todas as situacións do plan, a atención psicolóxica e social será coordinada por Gipce.

O grupo estará composto polos recursos humanos e materiais que sexan necesarios en cada situación para atender as necesidades sanitarias da poboación afectada e dependerá dos seguintes organismos e institucións:

- 061
- Recursos de saúde pública e atención primaria, incluída a Axencia Galega de Sangue, Órganos e Tecidos
- Gipce
- Medios sanitarios pertencentes a Cruz Vermella

En caso de ser necesario, incluírase no grupo sanitario o ERIE de atención psicosocial de Cruz Vermella, que actuará baixo a coordinación do Gipce.

- *Funcións:*

- Asistencia sanitaria *in situ*, traslado e evacuación sanitaria.
- Protección e prevención da saúde pública.
- Colaboración co grupo de intervención, prestando os primeiros auxilios ás persoas illadas.
- Atención psicolóxica e social.
- Control de brotes epidemiolóxicos (contaminación da auga, alimentos).
- Cobertura de necesidades farmacéuticas.
- Vixilancia e control da potabilidade da auga e da hixiene dos alimentos.
- Colaborar co Imelga no traslado de cadáveres, no almacenamento provisional de cadáveres (establecemento de morgues) e nos enterramentos e tamén cooperar coa Unidade de Seguridade na determinación das causas de morte e na identificación de cadáveres.
- Colaborar cos demais grupos na adopción das medidas de protección á poboación.
- Información necesaria para establecer actuacións en sanidade ambiental, saúde pública e calquera outro aspecto da actividade sanitaria.
- Garantirlles unha asistencia idónea a persoas con discapacidade e a outros colectivos en situación de vulnerabilidade.

- *Medios materiais que mobilizan:*

- Equipo/s do 061
- Recursos sanitarios de atención primaria
- Recursos de transporte sanitario
- Recursos de saúde pública
- Servizos asistenciais dependentes do Sergas
- Servizos hospitalarios dependentes do Sergas
- Persoal e medios sanitarios do concello ou concellos implicados

- Persoal de Servizos Sociais do concello ou concellos afectados
- Medios dependentes da Consellería de Sanidade

3.2.15.3 Grupo de apoio loxístico e de seguridade

Este grupo estará coordinado polo xefe de servizo de emerxencias da Xunta de Galicia da provincia. Está formado por dúas unidades básicas:

Unidade operativa de seguridade

- *Composición:*
 - Garda Civil
 - Policía nacional
 - UPA
 - Policías locais

O mando do subgrupo de seguridade corresponderalle ao membro maior gradación presente na zona competente no ámbito territorial afectado.

En situación 3 será designado pola delegación ou subdelegación do Goberno en Galicia.

- *Funcións:*
 - Preservar a seguridade cidadá.
 - Controlar os accesos e a regulación do tráfico.
 - Cooperar nos avisos á poboación.
 - Sinalizar os tramos de estradas deterioradas ou colapsadas.
 - Establecer, xunto co Grupo de Avaliación Sísmica, as vías de evacuación e itinerarios alternativos.
 - Colaborar co grupo forense na identificación de cadáveres.
 - Balizar a zona de intervención.
 - Manter as redes viarias en condicións expeditivas para o seu uso durante a emerxencia.
 - Protexer os bens.
- *Medios materiais que mobilizan:* medios propios dos corpos e servizos integrantes da unidade operativa.

Unidade operativa de apoio loxístico

- *Composición:*

Estará composto polas AVPC do municipio e municipios limítrofes e polos recursos humanos e materiais necesarios para atender as necesidades da poboación afectada. Está coordinado pola persoa do municipio designada para ese efecto polo alcalde.

A solicitude do xefe de grupo, poderán integrarse tamén os seguintes medios:

- Equipo de Resposta Inmediata en Emerxencia de Albergue de Cruz Vermella.

- Calquera outro organismo, empresa ou institución con recursos lóxicos aplicables.
- *Funcións:*
 - Realizar os avisos á poboación.
 - Executar as evacuacións e/ou os confinamentos decretados.
 - Organizar albergues, auxilio de material e socorro alimentario á poboación.
 - Levar o control sobre os datos de estado e a localización das persoas afectadas
 - Colaborar co grupo de restablecemento de servizos esenciais para resolver os problemas de abastecemento de auga potable e alimentos.
 - Organizar os puntos de reunión dos evacuados para o seu posterior traslado.
 - Xestionar a mobilización e as actuacións dos medios necesarios para resolver as necesidades das persoas con discapacidade e así garantir unha asistencia eficaz, o que inclúe establecer medidas e recursos específicos que garantan a accesibilidade universal.
 - Colaborar na adopción das medidas necesarias de axuda aos animais que puidesen necesitar atención despois de que se produza a emerxencia, facilitando unha maior rapidez no seu rescate e protección.
- *Medios materiais que mobilizan:*
 - Medios propios dos concellos.
 - Medios privados de intendencia e albergue.
 - Empresas de servizos privadas.

3.2.15.4 Grupo operativo de restablecemento de servizos esenciais

- *Composición:*
 - Persoal dos concellos, deputacións provinciais, brigadas de obras dos titulares de estradas, técnicos da consellería con competencia en materia de infraestruturas, transportes e industria. Poderá incorporarse persoal técnico experto, solicitado a través dos colexios profesionais.
 - Responsables de empresas de subministración de servizos básicos.
 - Persoal técnico en contaminación atmosférica e verteduras da Consellería de Medio Ambiente, dotados de equipos de medición e mostraxe.
 - Servizos de conservación de estradas da comunidade autónoma, deputacións provinciais, concesionarios de autoestradas e do Ministerio de Fomento.
 - Técnicos responsables de Renfe/Adif.
 - Outro persoal ou empresas que poida considerarse necesaria a súa cooperación.

A coordinación será exercida pola persoa nomeada para este efecto pola secretaría xeral competente en materia de infraestruturas.

- *Funcións:*

- Inspeccionar o estado de seguridade das liñas vitais (auga potable, combustibles, redes de gas, eléctricas e telefónicas, vías de transporte etc.), asegurando o seu funcionamento ou levando a cabo o seu restablecemento para alcanzar a normalidade canto antes.
- Establecer dispositivos de emerxencia (grupos electrógenos, potabilizadoras etc.) que faciliten a subministración provisional dos servizos esenciais afectados ata que as infraestruturas sexan definitivamente restablecidas.
- Estudar e garantir as condicións básicas de seguridade nas liñas vitais tras os movementos sísmicos.
- Avaliar os danos producidos e as medidas que se deben levar a cabo para asegurar a dispoñibilidade dos devanditos servizos.
- Avaliar os equipos especiais de traballo e o seu equipamento necesarios para a aplicación destas medidas.
- Informar o director do plan a través do PMA dos resultados obtidos e das necesidades que se van presentando coa evolución da emerxencia.
- Dar directrices de construción e manexo para as instalacións de novas construcións e mesmo para a modificación das actuais.

- *Medios materiais que mobilizan:*

- Medios propios dos concellos.
- Medios propios da deputación ou deputacións provinciais.
- Medios propios da Xunta de Galicia.
- Empresas de servizos de auga, luz, teléfono, así como outras, tales como combustibles, gas e alimentos.
- Empresas de construción e obras públicas privadas.

3.2.15.5 Grupo de Avaliación Sísmica

É o grupo encargado de avaliar e supervisar os danos producidos nas vivendas, así como a súa habitabilidade.

Será o encargado do estudo do fenómeno sísmico e das súas réplicas, e aconsellará a Dirección do plan a través do director do PMA das actuacións máis recomendables para a poboación da zona no caso de que se poida prever a aparición de réplicas que poidan ocasionar máis danos.

O seu obxectivo principal é asegurar que se establezan as medidas necesarias para eliminar ou reducir os danos producidos sobre a poboación pola caída de vivendas tras os terremotos.

A xefatura do Grupo de Avaliación Sísmica ocupará un responsable do departamento da Xunta de Galicia con competencias en obras públicas e urbanismo.

- *Composición:*

- Persoal técnico da dirección xeral responsable de urbanismo.
- Persoal técnico que se poida solicitar a través dos respectivos colexios profesionais de arquitectos, xeólogos e enxeñeiros.
- Persoal técnico en materia de urbanismo pertencente á Administración local.
- Persoal técnico das consellerías e organismos da comunidade autónoma que así se considere por parte da Dirección do plan.
- Persoal técnico de bombeiros.
- Persoal técnico cualificado dos distintos organismos da Administración, universidades e empresas que estudan o risco sísmico e os seus efectos, así como os riscos que se puidesen presentar derivados dos terremotos.
- Outro persoal que a Dirección do plan considere adecuado.
- *Funcións:*
 - Elaborar un informe preliminar *in situ* de carácter inmediato que achegue información sobre a extensión do dano, as posibles vítimas, as áreas con maior intensidade de danos e os edificios inseguros que requiran procedementos de emerxencia, estimando necesidades e solicitando, a través do PMA en falta do director de operacións, posible axuda externa.
 - Estudo e valoración dos danos causados pola emerxencia.
 - Inspección do estado de construcións clasificadas de "importancia especial" na NCSE-02, con base nun primeiro momento na inspección visual e no criterio dos expertos e priorizando aquelas que resulten básicas para a xestión da emerxencia (hospitais, centros de coordinación de emerxencias, lugares de albergue etc.).
 - Efectuar o seguimento técnico da emerxencia e das súas accións.
 - Delimitación xeográfica da área afectada.
 - Inspección e clasificación do estado de seguridade dos edificios afectados polo terremoto, sinalizando as vivendas e as construcións que teñen que ser derrubadas e saneadas e establecer as medidas necesarias que haxa que aplicar.
 - Informar o director do plan de ámbito local, para os efectos oportunos, sobre as vivendas que han de ser evacuadas e outros procedementos que se deban levar a cabo relacionados coas edificacións.
 - Emitir recomendacións técnicas sobre o acordoamento de áreas inseguras, o apuntalamiento de edificios ou elementos inestables e/ou a demolición de elementos en perigo de caer.
 - Proporcionarlle á autoridade local os informes técnicos pertinentes que xustifiquen calquera orde de demolición parcial o total naqueles casos nos que o colapso do edificio sexa inminente.
 - Controlar, reducir e neutralizar os efectos do sinistro.
 - Colaborar con outros grupos para a adopción de medidas de protección á poboación.

- Valoración de fenómenos asociados, tales como incendios, fugas e verteduras de substancias tóxicas ou perigosas, desprendementos e movementos do terreo, inundacións etc. Recomendarlle ao director do plan as medidas de protección máis adecuadas en cada momento tanto para a poboación coma para o medio ambiente, os grupos de actuación e os bens.
- Asesorar sobre os equipos especiais de traballo e equipamento necesarios para a aplicación destas medidas.
- Colaborar e darlle todo o soporte necesario á persoa que coordine o Posto de Mando Avanzado.
- Colaborar co Grupo de Restablecemento de Servizos Esenciais no seguimento das tarefas de rehabilitación.
- Xestionar e coordinar a eliminación, tratamento, recuperación, reciclaxe e reutilización dos residuos que se xeraron.
- Controlar a contaminación atmosférica que se puidese producir.
- Informar a Dirección do plan a través do PMA sobre o risco, os danos e a viabilidade das operacións que cómpre realizar.
- O Grupo de Avaliación Sísmica desenvolverá o seu labor no lugar do sinistro.

3.2.15.6 Grupo Forense

É o encargado de realizar as funcións encomendadas aos forenses en coordinación cos demais grupos operativos.

A xefatura deste grupo será exercida por quen estableza a súa estrutura e os seus protocolos.

- *Composición:*

Estará formado polas persoas do Instituto de Medicina Legal de Galicia designadas polo director deste e por efectivos da Policía xudicial.

Funcións:

As funcións encomendadas pola normativa xudicial.

Os recursos pertencentes ás forzas armadas e, en particular, os da Unidade Militar de Emerxencias non están asignados ao Sismigal. Naqueles casos nos que se lle solicite á Administración xeral do Estado a súa intervención (situación 2) e que se aprobe ou se prevea a súa aprobación, os recursos das forzas armadas poderán, en función das súas capacidades e formación, integrarse nos distintos grupos operativos. En todos os casos, os recursos das forzas armadas estarán dirixidos polos seus mandos naturais.

3.2.16 Coordinación dos grupos operativos no terreo

As emerxencias por terremotos comportan nos primeiros momentos un gran número de actuacións no terreo. Así mesmo, son emerxencias que poden abarcar un ámbito territorial moi amplo (varios municipios ou unha ou varias comarcas e mesmo varias provincias).

Nun primeiro momento, o funcionamento dos servizos no terreo será coordinado desde o Cecopal dos municipios afectados. Cada servizo no terreo será xestionado desde as súas respectivas centrais de xestión (centrais dos servizos de bombeiros e outros servizos de

xestión de emerxencias). Mobilizarán os seus servizos a solicitude da Dirección do plan e, se é o caso, coordinaranse no terreo desde o Cecopal do municipio ao que se trasladou, mentres o director do plan especial, a proposta do responsable do servizo desprazado ao lugar da emerxencia, non considere necesaria a constitución dun ou varios postos de mando avanzado.

Cando o director do Sismigal considere necesaria a constitución do PMA, poderá decidir que a dirección dos PMA sexa asumida polo xefe do servizo de emerxencias da provincia. Ata a súa incorporación, o mando do PMA será asumido polo responsable de protección civil recollido no PAM do municipio. Así mesmo, o responsable de cada grupo integrante do PMA asumirá as funcións propias de coordinación do devandito grupo.

3.3 INTERFASE ENTRE O SISMIGAL E O PEMU/PAM

O PEMU/PAM é a resposta da Administración local para unha mellor xestión ante unha emerxencia dentro do ámbito territorial do municipio. É responsabilidade das corporacións locais a elaboración e a aprobación do seu propio plan para aquelas emerxencias que afecten o seu territorio e que sexan susceptibles de ser controladas exclusivamente polos servizos operativos locais, para o que poderán contar coa achega puntual de medios e recursos adscritos doutros ámbitos territoriais superiores.

No PAM deben quedar reflectidas as actuacións do municipio, os medios técnicos e humanos dispoñibles e a súa operatividade. En caso de que se active o Sismigal, os grupos operativos previstos no PAM/PEMU quedarán integrados nos grupos operativos previstos no plan de ámbito superior.

4 OPERATIVIDADE

A operatividade constitúena o conxunto de procedementos previamente planificados que permiten a posta en marcha do plan Sismigal.

4.1 NOTIFICACIÓN E ACTIVACIÓN DO PLAN

Dado que non é posible predicir a ocorrencia dun sismo, a notificación vén determinada pola notificación por parte do IGN de que se produciu un movemento. O IGN notifícalle ao CIAE-112 os movementos de magnitude superior a 2.5.

Tamén pode recibirse a notificación a través do CIAE-112, por medio de cidadáns que sentisen o movemento.

Se a notificación provén da cidadanía, o técnico de garda (TG, en diante) contrastará a información co IGN, co obxecto de coñecer os parámetros focais do sismo (localización, profundidade, magnitude e estimación da área afectada e estimación de intensidades [EMS]) nos municipios da área afectada.

Tras esta primeira avaliación, e tendo en conta a información procedente das chamadas recibidas no CIAE-112, o TG valorará se se pode xerar unha situación 0, 1, 2 ou 3, que implique a activación do plan.

A activación do plan, na fase e situación que corresponda, será establecida polo director do plan, logo da consulta ao xerente da Axega e ao subdirector de planificación e protección civil, e notificada a:

- Cenem
- IGN
- Xefe do servizo de emerxencias da provincia que se trate
- Grupo de intervención: consorcio provincial de bombeiros/parque municipal de bombeiros, grupo de emerxencias supramunicipal do ámbito territorial afectado
- Responsable do grupo de avaliación sísmica
- Alcalde do municipio ou municipios afectados
- Policía local do municipio ou municipios afectados
- AVPC do municipio ou municipios afectados
- Garda Civil (COS e COTA)
- Delegación/Subdelegación do Goberno
- 061
- Xefe do GALI da Axega

O cambio de fases/situacións, así como a desactivación do plan cando corresponda, será comunicada do mesmo xeito e aos mesmos organismos, institucións e persoas ás que se lles comunicou a activación do plan.

4.1.1 Fase de seguimento ou preemerxencia

Con carácter xeral, activarase o plan en fase de seguimento ou preemerxencia (alerta e seguimento), e en situación 0, en caso de que se produzan terremotos que impliquen certa alarma social, sen danos persoais ou materiais relevantes.

Esta fase caracterízase polo seguimento instrumental e a información aos órganos e autoridades competentes e á poboación en xeral, en caso de terremotos amplamente sentidos.

O Centro Nacional de Información Sísmica do IGN, que está atendido por persoal especializado as 24 horas do día, os 365 días do ano, notifícalle mediante correo electrónico ao CIAE-112, en menos de 15 minutos, os parámetros focais de calquera terremoto de magnitude igual ou superior a 3 que se rexistrase nunha área ou cando, aínda que non alcanzase esa magnitude, se teña constancia de que foi sentido pola poboación.

Así, o IGN emite un boletín cos parámetros focais do terremoto e con outros datos básicos deste: número de evento, hora de orixe, coordenadas xeográficas do epicentro, magnitude, profundidade do foco, zona epicentral, unha estimación da intensidade macrosísmica para aqueles puntos dos que exista referencia e un esbozo da zona coa localización do epicentro.

O seguimento e a información sobre o sismos ou sismos ocorridos en situación 0 daranse por finalizados unha vez pasadas 48 horas desde o último sismo ocorrido percibido pola poboación ou desde a última réplica significativa rexistrada. A fin desta situación 0 non requirirá unha declaración formal nin a transmisión aos organismos e municipios alertados.

4.1.2 Fase de emerxencia

Esta fase declarárase cando ocorra un terremoto que producise danos materiais e/ou vítimas e prolongarase ata que se poñan en práctica todas as medidas necesarias para o socorro e a protección de persoas e bens. O restablecemento de servizos básicos nas zonas afectadas pertence á fase de recuperación.

Unha vez identificados os efectos do terremoto, notificaráselles aos servizos de emerxencia das zonas afectadas. Desprazaranse ao lugar da emerxencia os recursos de intervención e persoal dos demais grupos operativos e constituiranse os postos de mando avanzado que sexan necesarios.

Nesta fase, distínguense as seguintes situacións operativas:

Situación 1: ocorrencia de fenómenos sísmicos cuxa atención, no relativo á protección de persoas e bens, pode quedar asegurada mediante o emprego dos medios e recursos dispoñibles nas zonas afectadas.

Situación 2: ocorrencia de fenómenos sísmicos que, pola gravidade dos danos ocasionados, o número de vítimas ou a extensión das áreas afectadas, fan necesario para o socorro e a protección de persoas e bens o concurso de medios, recursos ou servizos situados fóra das devanditas áreas. Constitúe o máximo nivel das emerxencias de dirección autonómica, na que a respectiva comunidade autónoma pode requirir a asistencia de medios doutras administracións públicas non asignados ao plan ou mobilizables por outras administracións públicas, en particular pola Administración xeral do Estado.

Situación 3: emerxencias sísmicas que, por considerar que está en xogo o interese nacional, así son declaradas polo ministro do Interior.

A continuación, preséntase a fase e situación do plan **inicial** en función da percepción e dos danos previstos.

Percepción	Danos a persoas	Danos edificios	Danos a liñas vitais	Fase e situación Sismigal
Escasa	Non	Non	Non	Non activar
Ampla	Irrelevante	Irrelevante	Non	Fase de Seguimento Situación 0
Ampla	Persoas afectadas	Danos pero sen edificios inhabitables	Afectación escasa en liñas de escala local	Fase de Emerxencia Situación 1
Ampla	Vítimas	Edificios inhabitables	Afectación en liñas vitais de escala provincial e/ou autonómica	Fase de Emerxencia Situación 2

Táboa 12: Fase e situación inicial de activación do Sismigal

4.1.3 Fase de recuperación

Segundo o artigo 38 da Lei 5/2007 de emerxencias de Galicia, as administracións públicas, dentro das súas respectivas competencias, restablecerán os servizos esenciais para a comunidade afectada por unha catástrofe ou calamidade.

Enténdese por servizos básicos ou esenciais aqueles cuxa carencia afecta notablemente a calidade de vida da cidadanía e a continuación dos servizos e actividades industriais, e en ocasións pode provocar problemas de seguridade.

Inclúense neste tipo de servizos os seguintes:

- Subministración de auga potable
- Subministración eléctrica e gas
- Servizo telefónico

En situacións de emerxencia, preséntanse problemas no restablecemento e recuperación dos servizos básicos nos municipios afectados, agravados polo progresivo esgotamento dos recursos municipais e a frecuente inexistencia no terreo municipal de materiais e maquinaria especial para estas funcións.

Polo tanto, corresponderalle ao Cecop, seguindo as directrices do director do Sismigal, coordinar os labores e as actuacións tendentes ao apoio aos recursos municipais na reposición dos servizos que son básicos ou esenciais para a poboación.

4.2 PRIMEIRAS ACTUACIÓNS

Na fase de seguimento, as actuacións serán aquelas desenvolvidas polo Órgano de Comunicación Pública relativas a garantir a información á cidadanía e aos organismos integrados no Sismigal.

Na fase de emerxencia, as primeiras actuacións serán as seguintes:

Director do plan	Activación do plan. Convocatoria ao Comité Asesor. Avaliación da situación. Definición de consignas e información.
Comité Asesor	Recompilación de información dos organismos representados para a toma de decisións.
Sacop/Cetra	Avaliación da situación: control de medios desprazados, recompilación de información sobre danos producidos, mantemento da comunicación cos medios.
Órgano de Comunicación Pública	Difusión de comunicados explicando o sucedido e indicando teléfonos de atención aos afectados, tan pronto como sexa posible. Difusión periódica de comunicados sobre a situación e a súa evolución: municipios afectados e grao de afectación, estado das vías de comunicación e rutas alternativas, situación dos servizos esenciais e previsións de recuperación, contacto cos responsables de comunicación da Administración local afectada e das entidades xestoras de infraestruturas e provedores de servizos esenciais.
Grupo de Intervención	Desprazamento á zona afectada e confirmación sobre o terreo para avaliar a magnitude dos danos e posibles complicacións: danos estruturais en edificios e infraestruturas, servizos esenciais e vías de comunicación, elementos de risco da zona. - Procura e rescate de feridos e desaparecidos.
Grupo Sanitario	Mobilización de todos os recursos sanitarios necesarios e dispoñibles e atención aos feridos. Información sobre o estado dos centros asistenciais da zona. Medidas de hixiene e saúde ambiental debido a roturas nas conducións de auga da rede de abastecemento e saneamento. Atención psicolóxica aos afectados.
Unidade de Seguridade	Sinalización e control de accesos á zona afectada. Indicación de rutas alternativas. Mantemento da orde pública.
Unidade de Apoio Loxístico	Relacionar e difundir os centros de acollida útiles habilitados. Mobilizar e coordinar todos os recursos técnicos necesarios. Asegurar o abastecemento de auga potable, víveres e intendencia á poboación afectada.
Grupo de Restablecemento de Servizos Esenciais	Colaboración co Grupo de Intervención na valoración e minimización dos danos. Mobilización de medios á zona afectada.
Grupo de Avaliación Sísmica	Desprazamento á zona afectada para a elaboración dun informe sobre os danos e as consecuencias.
Grupo forense	Activación dos membros do grupo, designación de morgues.

4.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Considéranse medidas de protección os procedementos, actuacións, mobilizacións e medios previstos no presente plan, co fin de evitar ou atenuar as consecuencias dos terremotos – inmediatas e diferidas– para a poboación, o persoal dos grupos de operativos, o medio ambiente e os bens.

O aviso á poboación ten por finalidade alertar a poboación e informala sobre a actuación máis conveniente en cada caso e sobre a aplicación das medidas de protección adecuadas.

Considéranse medidas de protección as accións que tenden a impedir ou diminuír os danos a persoas e ben que puidesen producirse ou que se producen na emerxencia. Recóllense as seguintes, sen excluír a posibilidade de adoptar outras diferentes que poida requirir cada situación concreta:

Medidas de protección á poboación:

- Avisos á poboación afectada
- Evacuación e albergue
- Asistencia sanitaria
- Control de estradas

Medidas de protección dos bens:

- Previndo as consecuencias dos riscos
- Evitando riscos asociados

Medidas de socorro e rescate:

- Procura, rescate e salvamento de persoas
- Primeiros auxilios
- Triaxe sanitaria
- Albergue de emerxencia
- Abastecemento (roupa, alimentos, auga)

Medidas de intervención:

- Accións tendentes a combater os sucesos
- Habilitar accesos
- Regulación do tráfico
- Condución de medios á zona de intervención

Medidas reparadoras:

- Establecer sistemas alternativos de electricidade, auga e comunicacións
- Restablecer os servizos públicos afectados
- Accións específicas para a volta á normalidade

Medidas de protección ao medio ambiente:

- Activación do plan de control de verquidos
- Seguemento das condicións de calidade do aire e das augas
- Revisión e inspección dos establecementos IPPC (Prevención e Control Integrados da Contaminación)

Medidas de protección ao patrimonio histórico e cultural

- Identificación de danos actuais e previstos sobre o patrimonio histórico e cultural.

- Triaxe dos bens de patrimonio histórico e cultural en risco
- Asesoramento nos procedementos de rescate e depósito dos bens mobles.
- Apuntalamentos e estabilizacións en bens inmobles
- Identificación de lugares seguros próximos ao ben cultural inmovible para a triaxe e depósito

Medidas de protección aos animais

- Rescate e traslado temporal de animais, aos centros de recollida de animais /fogares de acollida autorizados.
- Designación de lugares alternativos onde os animais vaian ser aloxados temporalmente.
- Asesoramento e coordinación do persoal encargado de levar a cabo a recollida dos animais.
- Supervisión e monitorización no caso de imposibilidade de acceso e/ou traslado.
- Atención veterinaria
- Provisión de comida, auga e refuxo.

A decisión de evacuar e aloxar correspóndelle ao director do Sismigal, de acordo coa autoridade municipal, que deberá coordinar e dirixir a evacuación no seu municipio.

As medidas de protección á poboación levaranas a cabo os distintos grupos operativos.

A responsabilidade de transmitir información á poboación é da Dirección do plan e realízase a través do seu Órgano de Comunicación Pública. Toda a información deberá xerarse no devandito centro, a devandita información ha de ser veraz e contrastada e as directrices e consignas serán únicas e congruentes.

4.3.1 Avisos á poboación

Nas distintas fases da emerxencia, daranse avisos periódicos á poboación e aqueles puntuais que considere conveniente a dirección do Sismigal de cara a mantela informada da situación e da súa evolución.

Para informar á poboación tamén se utilizarán os medios de comunicación social (radio, televisión), concretamente Radio Galega, RNE-1, TVE-1, TVG, e as redes sociais oficiais: X (twitter) e webs da Xunta de Galicia e do concello ou concellos afectados. As mensaxes serán establecidas polo Órgano de Comunicación Pública, así como as canles de comunicación, conforme aos protocolos e procedementos dos Gabinetes de Prensa que o conforman.

Así mesmo, o sistema de alertas Es-Alert vai permitir o envío de mensaxes de alerta inmediatos de modo xeneralizado aos teléfonos móbiles localizados na área afectada pola emerxencia.

4.4 CATÁLOGO DE MEDIOS E RECURSOS

Son medios e recursos mobilizables neste plan os elementos humanos e materiais e, destes últimos, os de calquera natureza ou titularidade susceptibles de ser utilizados en casos de situación de risco ou calamidade.

O catálogo de medios e recursos adscrito ao Sismigal é o correspondente ao Plan territorial de emerxencias de Galicia (Platerga).

5 IMPLANTACIÓN E MANTEMENTO

5.1 IMPLANTACIÓN DO PLAN

Unha vez aprobado o plan, a consellería competente en materia de protección civil e o resto de organismos e departamentos implicados na operatividade desenvolverán todas as actuacións necesarias para a súa implantación e o posterior mantemento da súa operatividade.

Enténdese por implantación do plan o conxunto de accións que se han desenvolver nunha primeira fase cuxo obxectivo é que o plan sexa un documento plenamente operativo e coñecido por todos os recursos que deben de intervir na emerxencia.

A implantación consta das seguintes fases:

- Difusión do plan
- Verificación da infraestrutura do plan
- Formación do persoal dos organismos implicados
- Información á poboación

Tras a entrada en vigor do plan, o proceso de implantación iniciárase coa súa distribución a todos os organismos implicados. Para iso, a dirección xeral competente en materia de protección civil procederá a efectuar a devandita remisión, incluídos os municipios con risco de terremotos.

A medida que se vaian elaborando os PAM, cada municipio comprobará a suficiencia e a idoneidade dos sistemas de avisos á poboación dos que se dispón (dotación ás forzas da orde e, en especial, á Policía local), así como a dotación do Cecopal e o resto de recursos municipais previstos no PAM.

Correspóndelle a cada organismo a dotación aos seus efectivos do material necesario para o desempeño das funcións que este plan lle asigna.

Así mesmo, os programas de formación impartidos pola Academia Galega de Seguridade Pública incluírán cursos para o persoal dos grupos operativos previstos no Sismigal para garantir unha actuación adecuada e coordinada fronte ao risco de terremotos.

5.2 MANTEMENTO DA OPERATIVIDADE DO PLAN

Unha vez finalizada a fase de implantación, o plan especial pasará á fase de mantemento da operatividade, que consiste na realización dun conxunto de accións encamiñadas a garantir que os procedementos de actuación previstos neste permanezan vixentes co paso do tempo, de modo que se garante a súa actualización e adecuación a modificacións que ocorran na instalación, na contorna ou nos recursos que interveñen en caso de emerxencia. O mantemento da operatividade do plan consta das seguintes fases:

- Comprobacións periódicas
- Formación permanente
- Realización de exercicios e simulacros
- Revisión e actualización do plan

As comprobacións (verificación do estado dos equipos adscritos ao plan) faranse periodicamente, de acordo cos programas establecidos polo responsable do organismo propietario do recurso e coas recomendacións do subministrador do equipo.

A formación do persoal implicado recollida na fase de implantación debe ser un labor continuado, que se levará a cabo a través dos programas de formación da Academia Galega de Seguridade Pública.

Para asegurar que a operativa descrita no plan continúe vixente, a consellería competente en materia de protección civil organizará exercicios ou simulacros, en coordinación co resto de organismos implicados. Unha vez aprobado o plan, e levadas a cabo as accións de implantación, os exercizos e simulacros do SISMIGAL se integrarán na programación que establece a Dirección xeral de Emerxencias e Interior cada ano.

As actualizacións realizaranse con periodicidade anual e diríxense basicamente á incorporación de modificacións de carácter común e con relación a aspectos tales como:

- Estructuras organizativas
- Cambios en nomeamentos e asignacións
- Dispoñibilidade e asignación de recursos
- Adecuación de procedementos operativos
- Adecuación dos sistemas e medios de comunicación
- Adecuación dos sistemas e procedementos de avisos e comunicación á poboación
- Sistemas informáticos aplicados á xestión da emerxencia

Correspóndelle á consellería competente en materia de protección civil a revisión e a actualización do plan, así como a difusión aos responsables dos organismos intervenientes.

Aqueles aspectos do plan especial que, tras a realización dos exercicios e simulacros, se demostren non eficaces serán modificados, e estas variacións incorporaranse ao texto deste. Se é o caso, tamén se incorporarán ao plan especial os ensinamentos da actuación fronte a emerxencias.

Toda aquela alteración no contido do plan que afecte a organización deste deberá ser comunicada coa suficiente antelación, co fin de manter a vixencia e a operatividade deste. Este compromiso esténdese a todos os organismos e entidades que participan no plan.

5.2.1 Información á poboación

Dentro da fase de implantación e, en especial, na fase de mantemento da operatividade organizaranse campañas informativas nas zonas de risco para conseguir a concienciación da poboación informando sobre as medidas de autoprotección e protección necesarias en caso de emerxencia (ver o anexo VI). Estas campañas, en todo caso, deberanse facer en coordinación coas administracións locais.

Así mesmo, cando a emerxencia se produciu transmitirase información á poboación e aos medios de comunicación social, todo iso a través do Órgano de Comunicación Pública adscrito ao Comité de Dirección, na situación correspondente.

5.3 FINANCIAMENTO

A finalidade do Sismigal é coordinar os distintos organismos que, dentro do seu ámbito de competencias, teñen que desenvolver accións ante unha emerxencia por terremoto. Para iso, anualmente, destinarase unha cantidade nos orzamentos da Xunta de Galicia, suficiente para a realización das actuacións formuladas.

A aprobación deste plan non supón un custo adicional para a Administración, posto que os orzamentos necesarios para a súa execución saíran das partidas orzamentarias establecidas para a protección civil e emerxencias en función da súa dispoñibilidade. A natureza das partidas que financian a actividade da Dirección Xeral de Emerxencias e Interior e da Axencia Galega de Emerxencias poden proceder de fondos da Comunidade Autónoma de Galicia, de fondos europeos do Feder ou de Feader. Todas as actuacións levan consigo a parte proporcional do capítulo I destes departamentos sen que impliquen novas necesidades de persoal nin incremento neste capítulo orzamentario.

ANEXO I

GLOSARIO

Para os efectos do plan, entenderase por:

Aceleración sísmica: aceleración do movemento do terreo producido polas ondas sísmicas xeradas por un terremoto.

Axega: Axencia Galega de Emerxencias

Cartografía oficial: a realizada de acordo coas prescricións da Lei 7/1986, de ordenamento da cartografía, polas administracións públicas ou baixo a súa dirección e control.

Cecop: Centro de Coordinación Operativo. Está composto polo Comité de Dirección, se é o caso, e polo Comité Asesor.

Cecopi: Centro de Coordinación Operativo Integrado.

Cecopal: Centro de Coordinación Operativo Municipal.

Cetra: Centro de Transmisións.

CIAE 112: Centro Integrado de Atención ás Emerxencias de Galicia.

Coordenadas hipocentrais: son as coordenadas do foco sísmico. Están formadas polas coordenadas epicentrais e a profundidade focal.

Elementos en risco (E): poboación, núcleos de poboación, vivendas, instalacións industriais e comerciais, infraestruturas de comunicacións, servizos básicos (auga, gas e electricidade) etc. que se atopen en perigo nunha zona determinada.

Epicentro: proxección do hipocentro sobre a superficie terrestre.

Escala EMS: Escala europea de intensidade macrosísmica (en inglés, *European Macroseismic Scale*).

Escala MSK: Escala de intensidade macrosísmica de Medvedev, Sponheuer e Karnik, amplamente utilizada en Europa, sobre todo ata a aparición da escala EMS.

Falla: zona de fractura dentro da terra na que se produciu un movemento relativo entre as dúas partes nas que está dividida.

Falla activa: falla que presenta evidencias de movemento en tempos recentes (por exemplo, nos últimos 10.000 anos).

Hipocentro: punto onde se produce o terremoto.

Intensidade sísmica: número escalado que indica os danos ou os efectos dun terremoto nun lugar determinado sobre as persoas, as estruturas e o material terrestre. A escala amplamente utilizada en Europa e en España era a MSK, con graos do I ao XII, ata a aparición da escala EMS (Escala europea de intensidade macrosísmica).

Isosista: liña que une puntos de igual intensidade sísmica.

Magnitude: cuantificación da enerxía liberada por un terremoto baseada na medida instrumental da amplitude das ondas sísmicas. Hai diferentes escalas dependendo do tipo de onda medida. A máis utilizada é a escala de Richter.

Magnitude da fase Lg (mbLg): parámetro de tamaño do terremoto que se basea na amplitude e no período do tren de ondas Lg. É o tipo de magnitude utilizado no catálogo do IGN.

Magnitude momento (M_w): parámetro de tamaño do terremoto derivado do momento sísmico escalar, que se define como o produto da superficie de ruptura no plano de falla, o desprazamento neto na falla, a dislocación e o coeficiente de rixidez. É o parámetro de tamaño que mellor correlaciona coa enerxía liberada polo terremoto.

Magnitude de ondas internas (m_b): parámetro de tamaño do terremoto deducido a partir da amplitude e do período de ondas internas.

Magnitude de ondas superficiais (M_s): parámetro de tamaño do terremoto deducido a partir da amplitude e do período de ondas superficiais.

Método determinista: método de cálculo do perigo sísmico baseado na hipótese de que a sismicidade futura será igual que a ocorrida no pasado.

Método probabilista: método de cálculo do perigo sísmico baseado en que, unha vez coñecida a sismicidade pasada, se poden establecer as leis estatísticas que definen os fenómenos sísmicos dunha zona.

Método zonificado: método de cálculo do perigo sísmico no que se consideran as fontes sismoxenéticas, é dicir, zonas de características sismotectónicas comúns.

Modelo do movemento forte do chan: ou, simplemente, modelo do movemento, é unha expresión matemática que dá o valor do parámetro do movemento nunha localización dada en función da súa distancia á fonte e da magnitude do sismo e, frecuentemente, en función doutras variables, como o tipo de chan, o mecanismo focal etc. Tamén se denomina lei de atenuación e relación de predición do movemento. Frecuentemente, considérase que o logaritmo do parámetro do movemento predito co modelo do movemento segue unha distribución normal.

Modelo do terremoto característico: modelo de recorrencia temporal de terremotos que asume que cada determinado tempo (denominado período de recorrencia) se produce un terremoto de gran magnitude (denominado terremoto característico).

Mobilización: conxunto de operacións ou tarefas para a posta en actividade de medios, recursos ou servizos que deban intervir en emerxencias.

Perigo sísmico: probabilidade de que nun lugar determinado e durante un período de tempo de referencia ocorra un terremoto que alcance ou pase dunha intensidade determinada. A súa inversa é o período de retorno.

Período de recorrencia: é o intervalo de tempo que transcorre entre a ocorrencia dun gran terremoto e outro no modelo do terremoto característico.

Período de retorno: é a inversa da probabilidade anual.

Profundidade focal: profundidade á que se produce un terremoto.

Réplicas: terremotos que lle seguen ao terremoto principal dunha zona e que están ligados xeneticamente con el.

Risco sísmico: número esperado de vidas perdidas, persoas feridas, danos á propiedade e alteración da actividade económica debido á ocorrencia de terremotos.

Sacop: Sala de Control Operativo.

Terremoto característico: terremoto de gran magnitude que ocorre periodicamente e que define a sismicidade dunha fonte sismoxenética de acordo co modelo do mesmo nome.

Terremoto de control: é o terremoto que presenta unha maior contribución ao perigo para un nivel de movemento determinado. En estudos probabilistas, úsase a técnica da desagregación do perigo para coñecer as características do devandito terremoto (tipicamente, a magnitude e a intensidade).

Velocidade pico do chan (PGV): valor máximo que toma a velocidade no rexistro ou na historia temporal de velocidades.

Vulnerabilidade sísmica: é o grao de perda dun elemento en risco dado, expresado nunha escala do 0 (sen dano) ao 1 (perda total), que resulta da ocorrencia dun terremoto dunha determinada magnitude.

Zona sismoxenética: zona extensa que representa a proxección en superficie dun volume de litosfera con características sismotectónicas homoxéneas. Considérase que a ocorrencia dun sismo nos diferentes puntos da zona é equiprobable no espazo e no tempo.

Zonificación: é unha división do terreo en diferentes fontes sismoxenéticas (zonas ou fallas) de acordo cun ou cuns determinados criterios sísmicos, tectónicos, xeomorfolóxicos etc.

ANEXO II

ANÁLISE DO RISCO

1.	CONTEXTO XEOLÓXICO DE GALICIA	65
1.1.	ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA.....	67
B.	TECTÓNICA	68
C.	MAGMATISMO.....	68
1.2.	ZONA CENTROIBÉRICA	69
1.3.	ZONA DE GALICIA-TRÁS-OS-MONTES	72
1.4.	DOMINIO XISTOSO	72
1.5.	DOMINIO DOS COMPLEXOS CON ROCAS MÁFICAS E AFÍNS	73
2.	ZONIFICACIÓNS SISMOTECTÓNICAS	75
2.1.	ZONIFICACIÓNS SISMOXÉNICAS UTILIZADAS EN ESTUDOS ANTERIORES QUE CONSIDERAN O NOROESTE DE ESPAÑA.....	75
2.2.	DESCRICIÓN DAS ZONIFICACIÓNS SISMOTECTÓNICAS MÁIS RECENTES SELECCIONADAS NO ESTUDO	79
3.	AVALIACIÓN DO PERIGO SÍSMICO.....	84
3.1.	PERIGOSIDADE SÍSMICA SEGUNDO A NCSE-94.....	84
3.2.	PERIGOSIDADE SÍSMICA SEGUNDO A NCSE-02.....	86
3.3.	PERIGOSIDADE SÍSMICA PROPOSTA no estudo de actualización de mapas de perigo sísmico de España 2012 (IGN 2013)	90
4.	CATÁLOGO DE SISMICIDADE	93
5.	RESULTADOS OBTIDOS	96
5.1.	MAPA DE ACELERACIÓNS POR MUNICIPIOS.....	96
5.2.	MAPA DE INTENSIDADES POR MUNICIPIOS.....	96
6.	CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE GALICIA.....	98

7. REFERENCIAS	111
VULNERABILIDADE.....	115
1. MÉTODOS PARA O ESTUDO DA VULNERABILIDADE	116
2. DISTRIBUCIÓN DAS CLASES DE VULNERABILIDADE DAS EDIFICACIÓNS EN GALICIA	
116	
2.1. CLASES DE VULNERABILIDADE DOS EDIFICIOS SEGUNDO A ESCALA	
MACROSÍSMICA EUROPEA	117
2.2. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE VULNERABILIDADES	122
2.3. COMPARACIÓN DA VULNERABILIDADE DOS MUNICIPIOS CUNHA	
POBOACIÓN SUPERIOR A 50.000 HABITANTES.....	128
2.4. ESTIMACIÓN DE DANOS NAS EDIFICACIÓNS	130
3. AVALIACIÓN DA VULNERABILIDADE DAS PERSOAS	141
3.1. POBOACIÓN DE GALICIA: CENSO DE POBOACIÓN E DE EDIFICACIÓN.....	141
3.2. ESTIMACIÓN DE DANOS Á POBOACIÓN.....	145
4. AVALIACIÓN DA VULNERABILIDADE DOS EDIFICIOS ESENCIAIS.....	148
4.1. METODOLOXÍA	149
REFERENCIAS	196

1. CONTEXTO XEOLÓXICO DE GALICIA

O macizo Hespérico ou Ibérico é un dos principais macizos da idade Hercínica en Europa que se estende ao longo dunha ampla área que se atopa entre a cadea montañosa alpina e o escudo básico, especificamente no extremo suroeste do oróxeno caledónico. De feito, é o macizo máis extenso de todos e proporciona un completo corte transversal destas formacións montañosas.

Na clasificación establecida por Lotze en 1945, este macizo subdividiuse en seis áreas distintas, tendo en conta as variacións observadas na estratigrafía, as estruturas, o metamorfismo e o magmatismo a medida que se atravesan as grandes estruturas de maneira transversal, mentres que estas características tenden a manterse relativamente constantes en dirección lonxitudinal. Con todo, posteriormente, Julivert *et al.* en 1973 reduciron o número de áreas a cinco ao fusionar a galaico-castelá e a lusooccidental-alcúdica nunha soa área coñecida como centro-ibérica.

As cinco áreas que compoñen o macizo Hespérico son as seguintes: cantábrica, asturoccidental-leonesa, centro-ibérica, ossa-morena e surportuguesa. Cada unha destas áreas presenta características xeolóxicas e xeográficas distintivas que as diferencian entre si. A continuación, analízanse con maior detalle as dúas áreas presentes en Galicia, dentro das cinco mencionadas anteriormente, segundo se ilustra na figura 1.1. Nesta rexión, atópanse a zona cantábrica e a zona asturoccidental-leonesa, as cales contan con particularidades propias en termos da súa composición xeolóxica, estruturas e evolución histórica.

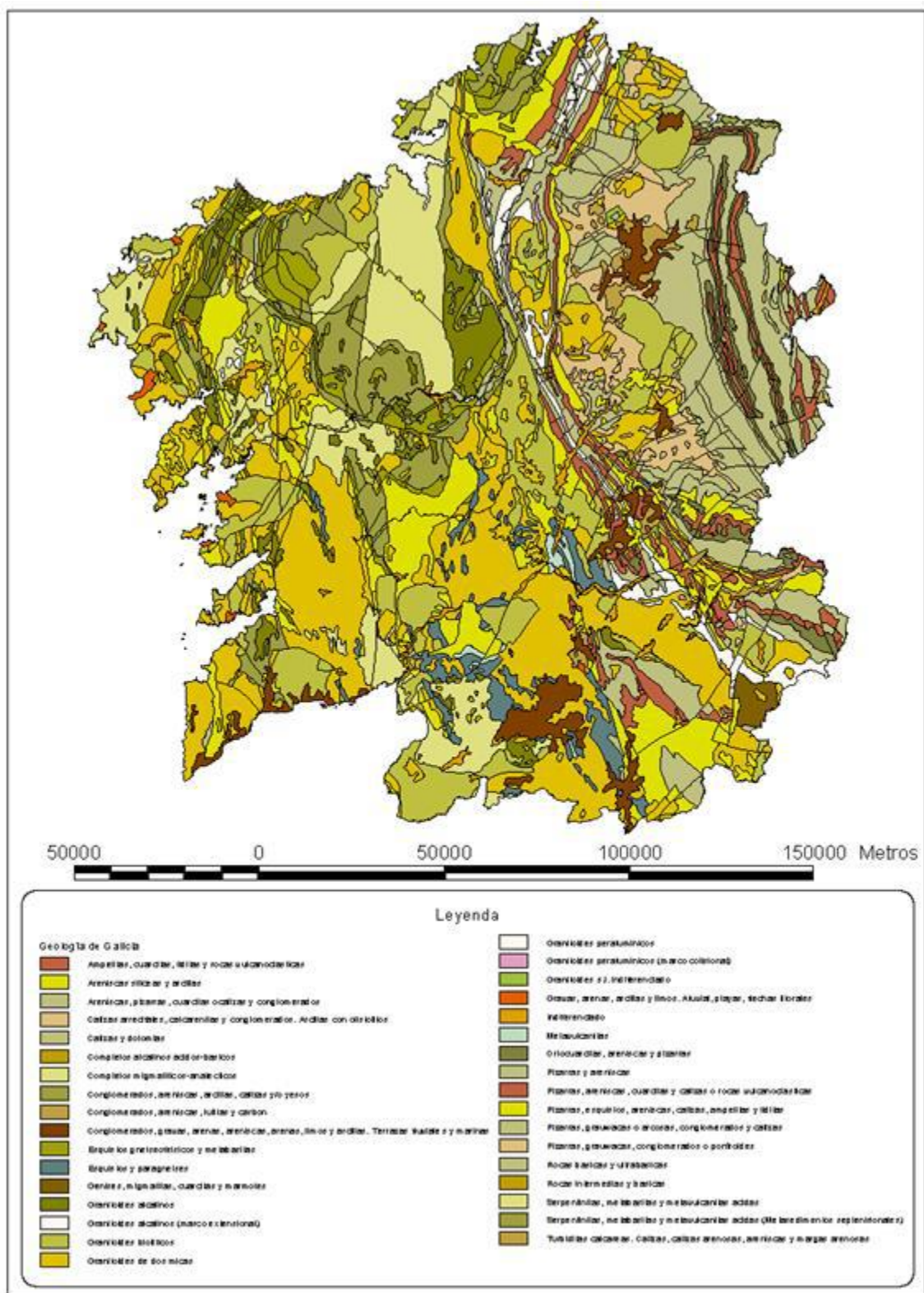


Figura 1.1. Mapa litológico de Galicia (IGME)

1.1. ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA

A zona asturoccidental-leonesa está delimitada cara ao leste e cara ao oeste por dúas dobras en cuxos núcleos se expoñen materiais precámbricos. Cara ao leste, atópase a dobra do Narcea, que presenta materiais precámbricos de lousa con niveis de porfiroides derivados de rocas volcánicas. Cara ao oeste, atópase a dobra do Ollo de Sapo, onde se atopan materiais precámbricos porfiroideos. No núcleo da dobra tombada de Mondoñedo, afloran materiais precámbricos xistosos.

Concretamente, nesta zona pódense identificar tres dominios:

1. Dominio do Navia-Alto Sil:

Este dominio caracterízase por un suco afundido onde se acumulan grandes espesores de sedimentos pertencentes ao Paleozoico inferior. Está limitado ao leste pola dobra do Narcea, mentres que cara ao oeste e cara ao suroeste é excedido polo dominio do Manto de Mondoñedo.

2. Dominio do Manto de Mondoñedo-Peñalba:

Neste dominio, o Paleozoico inferior está incompleto e as series de rocas son menos espesas ca no dominio anterior. O límite meridional deste dominio co dominio de Truchas é gradual.

3. Dominio do Courel-Truchas:

Neste dominio, o Paleozoico inferior non está completamente representado, especialmente no seu límite meridional, onde o Ordovícico inferior se apoia sobre materiais precámbricos. Este dominio ocupa a parte máis interna da zona asturoccidental-leonesa, e o seu límite sur está marcado polo anticlinal do Ollo de Sapo.

a. Estratigrafía

A secuencia estratigráfica na rexión do dominio do Navia-Alto Sil está composta polos seguintes niveis:

- a) Materiais precámbricos da dobra do Narcea, que se poden clasificar en liñas xerais en tres conxuntos litolóxicos principais: a serie de grauwas, lousas e porfiroides.
- b) Pedras de gra de Cándana-Herrería. Estas presentan facies detríticas (con episodios esporádicos de carbonatos) depositadas en ambientes mariños moi superficiais. Corresponden ao Cámbrico inferior.
- c) Calcarias de Vegadeo. Están constituídas por calcarias e dolomías. Sitúanse no Cámbrico inferior-medio.
- d) Serie dos Cabos. Esta mostra unha secuencia detrítica composta por cuarcitas, pedras de gra e lousas. A súa idade abarca desde o Cámbrico medio-superior ata o Ordovícico inferior.

- e) Lousas de Luarca. Esta formación está composta principalmente por lousas e depositouse nun ambiente euxínico. Corresponde ao Ordovícico medio-superior.
- f) Formación Agüeira. Exhibe facies de orixe turbidítica. Sitúase no Ordovícico superior.
- g) Lousas e ampelitas silúricas.

Na rexión do dominio do Manto de Mondeñedo-Peñalba, obsérvanse as mesmas formacións que na rexión anterior (con diferenzas en espesor e algúns cambios litolóxicos), fóra da formación Agüeira, que non aflora no Ordovícico superior. Ademais, é importante mencionar a presenza dunha nova formación, as calcarias da Aquiana, que son calcarias masivas con presenza de briozoarios e equinodermos, que se atribúen á idade Asghiliense. Tamén hai sinclinais de calcarias e lousas de idade devónica no núcleo desta rexión.

No dominio do Courel-Truchas afloran as seguintes formacións: a serie dos Cabos, as lousas de Luarca, a formación Agüeira e as lousas e ampelitas silúricas.

b. Tectónica

As secuencias mencionadas anteriormente foron afectadas por tres fases principais de deformación de orixe hercínica.

A primeira fase dá orixe a dobras cuxos eixes seguen as direccións do arco Astúrico e presentan unha xistosidade de fluxo. Estas estruturas tenden a ser menos apertadas en dirección leste-oeste. Acompañando a esta fase, prodúcese un metamorfismo rexional de tipo epizonal.

Durante a segunda fase, predominan os esforzos de cizalla que dan lugar a acabamentos e dobras de menor escala, que deforman a xistosidade previa e xeran unha nova xistosidade de crenulación denominada S2.

A terceira fase de dobramento orixina dobras xeralmente aliñadas coas da primeira fase, aínda que o seu plano axial tende a ser subvertical ou mostrar unha verxencia cara ao oeste. Esta fase acompáñase dunha xistosidade adicional de crenulación denominada S3.

c. Magmatismo

A actividade magmática é de escasa relevancia. O vulcanismo alcanza a súa maior expresión no sinclinal do Truchas. En canto ao plutonismo, a súa importancia aumenta de leste a oeste. Os plutóns son de dimensións reducidas e, a excepción do límite occidental da zona, trátase de intrusións claramente posteriores aos procesos tectónicos.

1.2. ZONA CENTROIBÉRICA

A zona centroibérica, situada ao oeste do antiforme do Ollo de Sapo, presenta varias características destacadas:

- Existe unha grande importancia dos procesos de granitización hercínica.
- Obsérvase unha extensión considerable da estrutura S1.
- Afloran rocas metamórficas de grao medio a alto.
- Atópanse complexos polimetamórficos alóctonos con posibles idades antehercínicas.

Debido á intensidade da estrutura S1, o metamorfismo e a abundancia de granitoides, en moitas áreas resulta difícil apreciar a estrutura. En liñas xerais, obsérvase unha disposición en forma de domos e sinformes. As zonas antiformais, que adoitan coincidir con áreas de alto metamorfismo, están marcadas pola presenza de plutóns graníticos de tendencia alcalina. Nos sinformes, o metamorfismo é menos intenso, e correspóndese coa facies de xistos verdes. Estes sinformes son estreitos e alongados, e no seu núcleo afloran rocas silúricas e ocasionalmente devónicas.

Pódense distinguir tres fases principais de deformación hercínica:

1. A primeira fase (F1), visible nas zonas externas desta rexión, xera dobras cun plano axial moi inclinado e unha xistosidade de fluxo. Nas zonas máis metamórficas, só se aprecia de forma residual nos microlitóns da segunda fase (F2).
2. A segunda fase (F2) orixina estruturas cunha foliación asociada caracterizada pola alternancia de capas ricas en cuarzo e capas principalmente compostas por micas (crenulación de S1). Esta foliación preséntase con inclinacións de baixo ángulo similares á S1. A xistosidade S2 é dominante nas zonas de alto metamorfismo, mentres que nas áreas máis externas pode ser débil, deixando ver a S1 como a xistosidade principal.
3. A terceira deformación (F3) dá lugar a estruturas cun plano axial subvertical e unha xistosidade de crenulación que interseca cun ángulo pronunciado ás fases anteriores, relacionadas con bandas de cizalla dúctil.

Os complexos alóctonos, como Ortegal, Ordes e Malpica-Tui, preséntanse en concas cuxo núcleo está formado por materiais afectados por un metamorfismo de alta presión e temperatura, que inclúe rocas máficas e ultramáficas.

En canto ao plutonismo, pódense distinguir dous grupos principais de granitoides hercínica: os sincinemáticos, que están relacionados con algunha das fases principais de deformación hercínica, e os poscinemáticos, que son posteriores a estas fases de deformación.

Dentro dos granitoides sincinemáticos, hai que destacar dous tipos: aqueles con composición predominantemente biotítica (con idades entre 340 e 320 millóns de anos) e tendencia calcoalcalina debilmente peraluminosa e os granitos de dúas micas, cunha clara tendencia peraluminosa, que intrúen nos anteriores e teñen idades lixeiramente máis recentes.

Os granitoides sincinemáticos, principalmente biotíticos, preséntanse en macizos ben definidos de carácter alóctono, aínda que ás veces mostran contactos graduais cara aos

granitoides de dúas micas. Estes macizos adoitan aliñarse seguindo as macroestruturas hercínicas da rexión. É posible identificar bandas ou eixes plutónicos de granitoides que se suceden paralelamente entre si, separados por bandas de metasedimentos de cobertura ou intrusións batolíticas de dúas micas. Desde o punto de vista petrolóxico, estes granitoides adoitan exhibir unha vistosa textura porfídica con grandes megacristais de feldespato (entre 4 e 20 cm) nunha matriz rica en biotita. A miúdo, asóciase con pequenos stocks de diorita e cuarzodiorita, que son precursoras do magmatismo calcoalcalino ao que pertencen. En termos xeoquímicos, presentan un carácter peraluminoso débil, en parte debido á abundancia de biotita que conteñen.

Doutra banda, os granitoides sincinemáticos de dúas micas mostran unha marcada tendencia peraluminosa e presentan diversas variacións tanto na súa composición petrográfica coma na súa textura, dependendo da relación entre molibdeno e bismuto (Mo/Bi) ou do tamaño de gran e o porfidismo, respectivamente. Por exemplo, algúns macizos exhiben unha relación $Bi > Mo$, mentres que outros presentan unicamente Mo, o que dá lugar a facies leucocráticas. Estes granitoides poden atoparse en localizacións que van desde áreas autóctonas con características migmatíticas heteroxéneas ata macizos individualizados e circunscritos de maneira alóctona.

O segundo conxunto, composto por granitoides poscinemáticos, distínguese por ser unha serie de macizos ben definidos e illados, dispersos ao longo de toda a cadea montañosa. Estes macizos son predominantemente de composición biotítica, con poucas facies de dúas micas e presentan unha variedade de texturas. Algúns deles mostran unha clara xeometría concéntrica. Estes granitoides intruíron na cadea en épocas tardihercínicas, ao redor de fai 280 millóns de anos, despois de que as últimas fases de deformación da cadea cesasen, polo que a súa situación se produciu en condicións alóctonas. Estes granitoides localizáronse en niveis epizonais e xeraron un evidente metamorfismo de contacto que se superpón ao metamorfismo rexional. En termos xeoquímicos, caracterízanse por ter unha tendencia calcoalcalina e subalcalina, en marcado contraste cos grupos sincinemáticos peralcalinos.

En xeral, as áreas metamórficas da rexión presentan unha xeometría en forma de bandas paralelas e alongadas que seguen as estruturas principais da cadea hercínica. A distribución das isogradas dentro de cada unha destas bandas é máis ou menos simétrica con respecto a un eixe térmico, que xeralmente se asocia coa presenza de granitoides ácidos de tipo calcoalcalino e peralumínico.

Na rexión galega, obsérvase unha polaridade metamórfica de leste a oeste. O primeiro eixe térmico corresponde á antiforma do Narcea, onde se desenvolve unha zona de baixo grao metamórfico con presenza de minerais como biotita e moscovita.

Cara ao oeste, o segundo eixe térmico atópase na zona de Boal-Os Ancares e caracterízase por un metamorfismo de maior grao, con presenza de minerais como biotita, andalucita e cordierita, o que é indicativo dun gradiente térmico máis elevado.

Avanzando cara ao oeste, xa en terreos de alto grao metamórfico, atópase o eixe Viveiro-Lugo-Sarria, que marca a primeira das bandas onde se desenvolven, de maneira sintética, dous gradientes metamórficos: un de presión-temperatura media e outro posterior de baixa presión

e alta temperatura, que se superpoñen no tempo e no espazo. Estes fenómenos de superposición, que implican un metamorfismo plurifacial, continúan manifestándose máis cara ao oeste, onde a superposición de isogradas revela unha estrutura térmica, resultado dunha evolución temporal complexa, en combinación cos efectos das intrusións graníticas. En consecuencia, obsérvanse bandas superpostas de baixa presión xunto con outras de presión intermedia. Por exemplo, en Portugal, atópase a banda Porto-Viseu (baixa presión) e Albergaria-Oliveira (presión intermedia).

O continuo desenvolvemento deste polimetamorfismo fai que nalgúns casos só se atopen as últimas paraxéneses deste proceso. Por exemplo, na banda Villa Real-Moncorvo-Vitigudino, preséntase unicamente un metamorfismo de baixa presión con minerais como andalucita, cordierita e sillimanita. Estas bandas son aquelas onde as isogradas están máis próximas entre si, o que corresponde a un gradiente térmico máis elevado.

En coincidencia coa intensificación do metamorfismo nas zonas de maior grao, prodúcense fenómenos de anatexia, o que dá lugar a extensas áreas migmatíticas. Estas áreas fórmanse a partir da fusión parcial das secuencias sedimentarias paleozoicas e precámbricas, así como dos ortogneises glandulares que representan un ciclo granítico prehercínico. Exemplos destas áreas migmatíticas son Celanova-Lobios, Fisterra-A Guarda, Sanabria, serra do Guadarrama, contrafortes occidentais da serra de Gredos e Fermoselle-Vitigudino. Estas áreas migmatíticas caracterízanse por ser asociacións de minerais, como sillimanita, biotita, feldespato potásico, moscovita e cordierita.

Ademais das bandas metamórficas mencionadas anteriormente, existen outras áreas con características petroestruturais especiais, como os macizos do cabo Ortegal, Ordes e Lalín, e a denominada fosa blastomilonítica. Esta última é unha banda alongada que se estende desde a zona de Malpica en Galicia e corre paralela á costa atlántica. É característica destas áreas a presenza de eclogitas de tipo C, que indican condicións metamórficas de granulita de alta presión, e mesmo se atopan algunhas eclogitas.

1.3. ZONA DE GALICIA-TRÁS-OS-MONTES

Recentemente, propúxose unha nova subdivisión do macizo Hespérico, segundo Farias en 1986 (Farias, 1986), que inclúe a zona de Galicia-Trás-os-Montes, que ata o de agora se consideraba parte da zona centroibérica. Esta nova subdivisión componse do dominio xistoso e o dominio dos complexos.

A interpretación xeotectónica actual desta zona é aloctonista, o que significa que se supón que se desprazou e colocou durante a segunda fase de deformación hercínica. Os dominios do baixo Douro, que forman parte da zona centroibérica, considéranse autóctonos en relación con esta zona. Durante a segunda fase de deformación hercínica, produciuse a localización dos complexos sobre o dominio xistoso. Estes complexos están compostos por varias láminas cabalgantes que teñen diferentes características e significados xeotectónicos. Varios estudos, como os 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 e Arenas *et al.* en 1986, contribuíron á comprensión destes complexos. Nos informes xerados durante a terceira fase de deformación hercínica, estes complexos foron preservados en forma de *klipes*.

1.4. DOMINIO XISTOSO

As litoloxías dominantes son metasedimentos pelíticos (xistos e paraneises) con algunhas intercalacións de rocas ortoderivadas de orixe volcánica ou subvolcánica. Tamén se atopan niveis de cuarcitas, rocas calcosilicatadas e ampelitas. A idade destes materiais é incerta, aínda que probablemente estea comprendida entre o Precámbrico e o Devónico, segundo estudos realizados por Romariz en 1969 (Romariz, 1969), Fernández Tomás en 1981 (Tomás, 1981), González Lodeiro *et al.* en 1981 e Marquínez en 1984 (Marquínez, 1984).

A deformación que afecta a estes materiais é polifásica e desenvolveuse durante a oroxenia hercínica, acompañada dun metamorfismo progresivo. A primeira fase de deformación é responsable dunha xistosidade penetrativa que se observa en todas as zonas. Esta fase ocorreu simultaneamente cun metamorfismo de baixo grao e presión intermedia, segundo Marquínez en 1984 (Marquínez, 1984).

A segunda fase de deformación xerou dobras asimétricas que se inclinan cara ao leste, e asóciase cunha xistosidade. A deformación presenta unha distribución irregular e concéntrase en certas bandas de cizalla dúctil, de acordo cos estudos de Marquínez en 1984 (Marquínez, 1984) e Farias en 1986 (Farias, 1986). Durante esta fase, desenvóléronse condicións metamórficas de rango epi a mesozonal, chegando nalgúns puntos a paraxéneses con almandino-biotita-estauroлита. Tamén ocorreu o acabamento desta zona sobre a zona centroibérica e a localización dos complexos catazonais. Cara ao final da segunda fase ou ao comezo da terceira, en diferentes áreas houbo un aumento do gradiente térmico relacionado coa localización dos granitoides, o que se asocia cun metamorfismo de baixa presión e paraxénese andalucita-biotita.

A terceira fase tivo lugar en condicións epizonais e deu orixe a grandes dobras subverticais que configuran a macroestruturas. Nos núcleos das grandes sinformas desta fase atópanse os complexos catazonais polimetamórficos.

Tamén existen bandas de cizalla subverticais con dirección NNW-SSE, con desprazamento principalmente en dirección horizontal. Algúns autores consideran que este episodio está próximo á terceira fase de deformación, mentres que outros o ven como unha fase compresiva xeneralizada tardía.

Por último, existe unha fase de fracturación hercínica que contribúe á configuración estrutural deste dominio.

1.5. DOMINIO DOS COMPLEXOS CON ROCAS MÁFICAS E AFÍNS

Este dominio considérase formado por cinco conxuntos aflorantes: cabo Ortegal, Ordes, Morais, Bragança e a banda Malpica-Tui.

Estes complexos están compostos pola superposición de varias unidades alóctonas independentes que presentan características litolóxicas, químicas e evolucións tectometamórficas distintas (Iglesias *et al.*, 1981; González Lodeiro *et al.*, 1984; Arenas, 1985; Arenas *et al.*, 1986).

Segundo Arenas *et al.* en 1986, estes complexos están formados pola superposición de sete unidades alóctonas diferentes, enumeradas de abaixo cara arriba na orde de enrimamento:

1. Unidade basal de metasedimentos, ortoneis e rocas metabásicas, localmente en facies de eclogita. Esta unidade constitúe a totalidade da banda de Malpica-Tui e o bordo oeste do complexo de Ordes. Os datos de idade dispoñibles indican que todos os materiais son posteriores ao Cámbrico. Esta unidade experimentou un metamorfismo de alta presión e temperaturas intermedias, e alcanzou a facies de eclogita con retrogradacións posteriores a facies de xistos verdes. Segundo a interpretación de Arenas *et al.* en 1986, esta unidade representa un fragmento de marxe continental cunha evolución tectometamórfica complexa.
2. Unidade de metasedimentos epizonais. Atópase exclusivamente na unidade inferior de Moeche, dentro do complexo do cabo Ortegal. Presenta un metamorfismo en facies de xistos verdes e a súa idade probablemente é do Ordovícico medio ou máis recente.
3. Unidade inferior de ofiolitas epizonais. Esta unidade atópase no sector sueste e leste do complexo de Ordes (equivalente ao que se denomina unidade de Vila de Cruces, segundo González Lodeiro *et al.* en 1981 e Martínez Catalán *et al.* en 1984), así como na unidade de Moeche, dentro do complexo do cabo Ortegal. No complexo de Ordes, está composta por metavulcanitas básicas (xistos verdes), anfibolitas e metasedimentos. No cabo Ortegal, está formada por serpentinitas (rocas dominantes), metavulcanitas básicas e ácidas. O metamorfismo desta unidade non supera a facies de xistos verdes. Considérase que esta litoloxía representa unha ofiolita altamente desmembrada, e as súas características xeoquímicas indican que se trata dunha cortiza oceánica normal.
4. Unidade catazonal inferior. Atópase no sector occidental do complexo de Ordes e na unidade de Moeche, dentro do complexo de Ortegal. No complexo de Ordes, está formada por neises con intercalacións de metabasitas e anfibolitas, ambos con relictos catazonais. No cabo Ortegal existen metabasitas (eclogitas, anfibolitas, neises anfibólicos con granate e xistos verdes) e, en menor proporción, ortoneises, metapelitas e rocas ultrabásicas. Estas rocas sufriron un metamorfismo progrado ata facies de eclogita e retrogradacións

posteriores de anfibolita e xistos verdes. Arenas *et al.*, 1986 suxiren que podería tratarse, do mesmo xeito que a unidade catazonal superior, dunha conca *back-arc* nun longo período de actividade.

5. Unidade superior de ofiolitas epimesozonais. Atópase representada en Galicia no sector oriental e occidental do complexo de Ordes (unidade da serra de Careón-Bazar, de Martínez Catalán *et al.*, 1984) e no cabo Ortegal, polo que foi denominada por diversos autores como “anfibolitas de Purrido-Peña Escrita”. No complexo de Ordes, está constituída por rocas ultramáficas, metagabros e anfibolitas. Gran parte das rocas ultramáficas deste complexo pertencen a esta unidade. En Ortegal, está formada por anfibolitas e outras litólogas, como os metagabros, son moi raras. O metamorfismo máis evidente que presentan estas rocas é a facies anfibolita, aínda que se describiron relictos de piroxeno e granate en anfibolitas, que poderían indicar unha facies granulítica previa.
6. Unidade catazonal superior. Comprende o núcleo do complexo do cabo Ortegal e dúas áreas deferentes en Ordes, nas proximidades de Sobrado e Melide (unidade de Sobrado-Melide, de González Lodeiro *et al.*, 1981 e Martínez Catalán *et al.*, 1984). En ambos os complexos existen litoloxías metasedimentarias, metabásicas e metaultramáficas. O metamorfismo alcanzou as facies de eclogita e granulita con retrogradacións posteriores ata xistos verdes.
7. Unidade superior de metabasitas, metasedimentos e ortoneises. Trátase da unidade máis extensa do complexo de Ordes (non existe no cabo Ortegal). Está composta de metabasitas (con intercalacións lenticulares de rocas ultramáficas), metasedimentos e rocas intrusivas prehercínicas (granodioríticas a gabroicas). O metamorfismo que lle afectou é de fáciles anfibolitas, con posteriores retrogradacións, aínda que localmente se citaron paraxénese catazonais (Zuuren, 1969). Arenas *et al.*, 1986, interpretan esta unidade do mesmo xeito que as dúas unidades catazonais, é dicir, unha conta marxinal ou *back-arc*.

2. ZONIFICACIÓNS SISMOTECTÓNICAS

2.1. ZONIFICACIÓNS SISMOXÉNICAS UTILIZADAS EN ESTUDOS ANTERIORES QUE CONSIDERAN O NOROESTE DE ESPAÑA

a. Zonificación do IPEEE (1993)

O modelo proposto polo Instituto para a Protección e Estudos Nucleares e Espaciais (IPEEE) en 1993 desenvolveuse no contexto da análise do perigo sísmico para as plantas nucleares en España na década dos noventa. Establecéronse dous enfoques baseados en zonas como fontes sísmicas, centrados na sismicidade e na tectónica. Ambos os modelos actuaban de maneira complementaria: o modelo local comprendía zonas de tamaño relativamente reducido que abarcaban a Península Ibérica e as Illas Baleares; o modelo rexional agrupaba varias zonas do modelo local en rexións máis extensas e engadía outras fontes en áreas distantes da península, como o suroeste do cabo San Vicente. Posteriormente, algunhas destas zonificacións foron axustadas en certas áreas (J. G. Sánchez Cabañero, comunicación persoal, CSP).

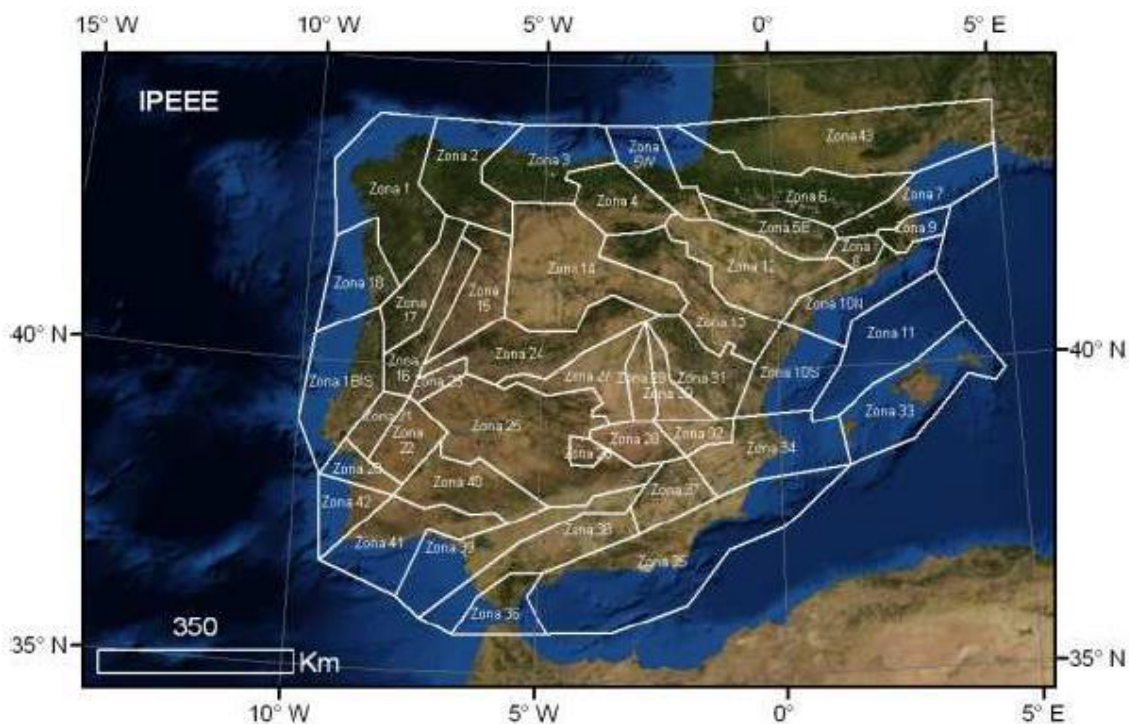


Figura 2.3. Mapa do proxecto IPEEE

b. Zonificación da NCSE-94 (1994)

Un antecedente da zonificación sísmica na Norma de construción sismorresistente de España (NCSE-94) atópase no traballo de A. J. Martín (1983). Este foi o primeiro modelo no ámbito nacional empregado para avaliar o perigo sísmico utilizando o método de Cornell. Para o seu desenvolvemento utilizouse información xeolóxica (grandes unidades xeotectónicas da Península Ibérica) e sismolóxica (distribución de epicentros, mapas de intensidades máximas, distribución espacial do parámetro b, orientación de isosistas e outros datos xeofísicos). A súa validez foi confirmada mediante unha análise de coherencia sísmica.

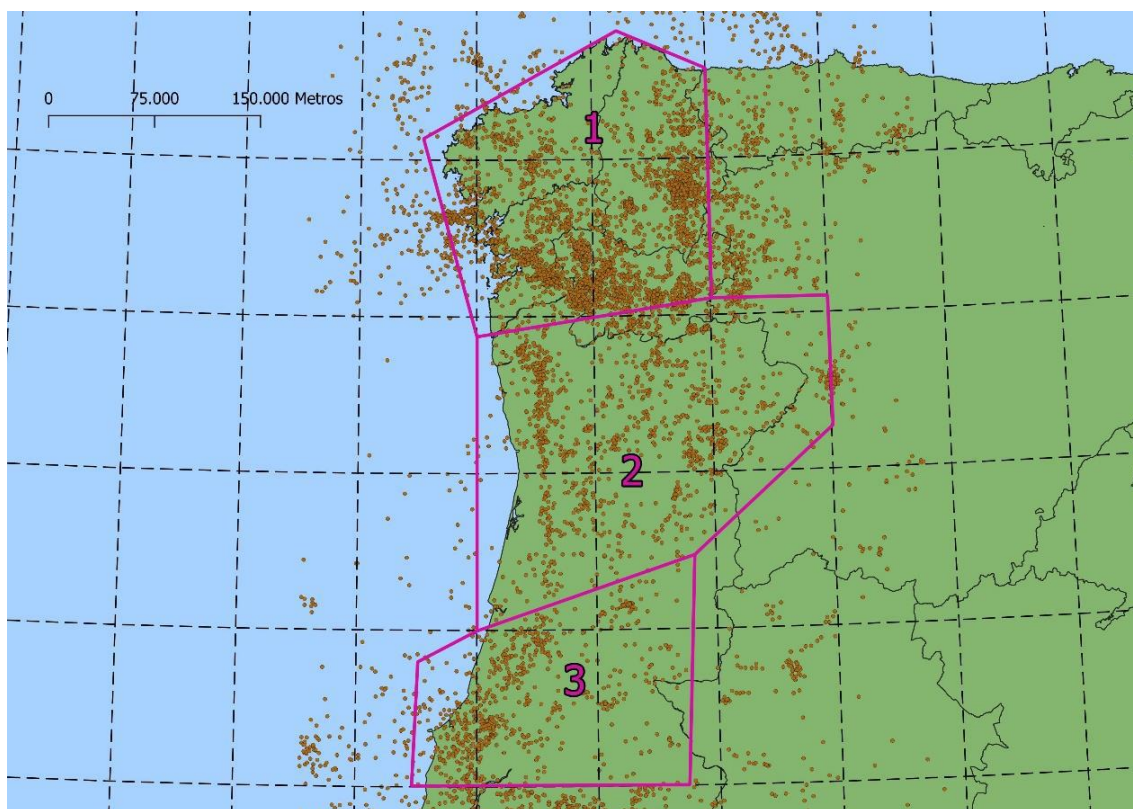


Figura 2.4. Zonas sismoxénicas consideradas na NCSE-94

c. Zonificación da NCSE-02 (2002)

A zonificación sísmica na Norma de construción sismorresistente de España (NCSE-02) foi elaborada por un comité de expertos do IGN. Esta zonificación é bastante similar á da súa predecesora, a NCSE-94, con algunhas modificacións nas áreas do extremo nordeste da península (zona de Olot).

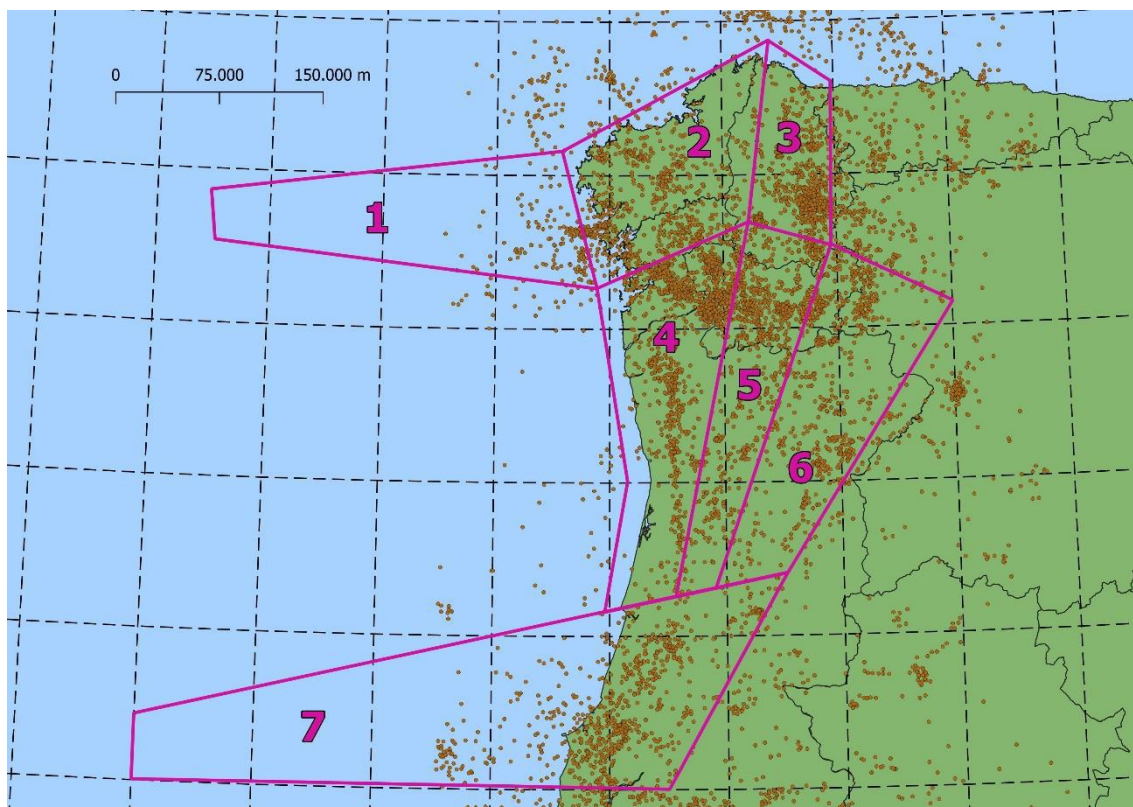


Figura 2.5. Zonas sísmoxénicas consideradas na NCSE-02

Neste sentido, a zonificación da NCSE-02 engloba unha extensa parte da Península Ibérica, dado que abarca Portugal e as áreas marítimas do mar de Alborán e do suroeste do cabo San Vicente. Concretamente, analizando as zonas que afectan a Galicia e parte do norte de Portugal (figura 2.5), pódese observar que a zona 1 está relacionada case exclusivamente cunha aliñación de terremotos que nos últimos anos puido delimitarse en dirección E-O aproximadamente desde a costa occidental de Galicia ata o banco de Galicia. A súa existencia pode estar xustificada como os restos dunha antiga sutura que se unía coa dorsal centrooceánica e que serviu de lineación de contacto entre Europa e África. A zona 2, no noroeste da zona galaico-castelá esténdese cara á rexión centro-ibérica. Nesta área, as principais características tectónicas son as fallas de Valdoviño e do pico Sacro, xunto con outras fallas no complexo de Ordes. A zona 3, con históricas fallas de empuxe a profundidades maiores a 10 km mostran movemento en dirección NO-SE. Por último, as zonas 4, 5, 6 e 7 corresponden á zonificación para Portugal en estudos de perigo sísmico e para a delimitación do estado de esforzos no oeste da Península Ibérica. Presentan estruturas de fallas nun réxime compresivo. Por exemplo, a zona 4 ten a falla do monte Chao e as zonas 6 e 7 están definidas pola falla de desgarre Vilariça e as fallas Seia-Lousa e Ponsul. A distribución de sismicidade nestas zonas non está ben diferenciada.

d. Zonificación GSHAP (2003)

A zonificación proposta polo proxecto GSHAP (Giardini *et al.*, 2003) tiña como obxectivo unificar as zonificacións oficiais de diversos países para xerar un mapa global de perigo sísmico. Posteriormente, o proxecto Sesame actualizou o GSHAP, aínda que gran parte da súa zonificación se mantivo sen cambios. No territorio español, esta zonificación garda unha forte similitude coa da norma NCSE-94.

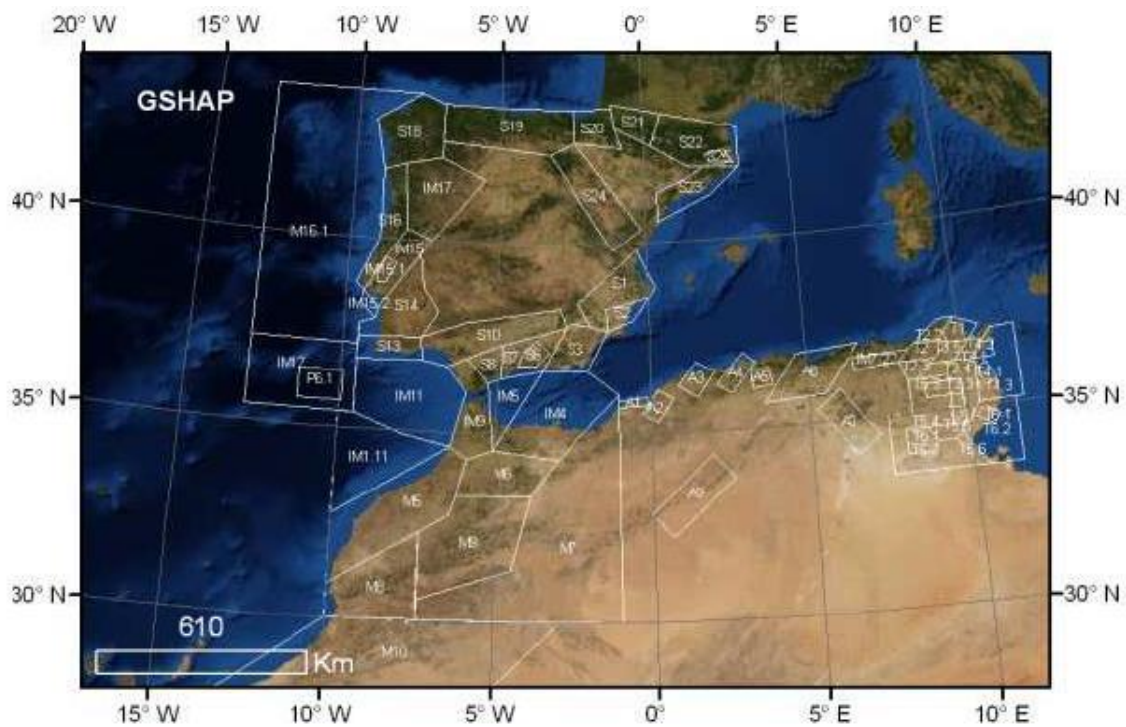


Figura 2.6. Mapa do proxecto IPEEE

e. Zonificación de C. López Fernández (2008)

Nun traballo posterior levado a cabo por C. López Fernández (2008), procedeuse a unha revisión e redefinición da zonificación no noroeste da península. Esta nova delimitación baseouse nunha análise pormenorizada da actividade sísmica máis recente e na súa correlación coas diversas provincias tectónicas identificadas nesta área. A metodoloxía involucrou a avaliación de estruturas de orixe ancestral e a consideración da tectónica presente e pasada. O resultado é unha subdivisión que abarca o NO da península ata a costa cantábrica e componse de cinco zonas.

2.2. DESCRICIÓN DAS ZONIFICACIÓNS SISMOTECTÓNICAS MÁIS RECENTES SELECCIONADAS NO ESTUDO

a. Zonificación proposta por García Mayordomo *et al.* (2012)

A zonificación proposta por García Mayordomo *et al.* (2012), utilizada nos cálculos para a actualización do mapa de perigo sísmico en España, é o resultado da adaptación dun modelo previo que se presentou na I Reunión Ibérica sobre Fallas Activas e Paleosismicidade (Iberfault, 2010). Posteriormente, este modelo foi refinado a través da colaboración de expertos portugueses e franceses no marco do proxecto europeo Share (Harmonización do Perigo Sísmico en Europa, 2011). Finalmente, realizáronse axustes adicionais baseados en comentarios críticos proporcionados pola comisión de seguimento do proxecto e o grupo de traballo correspondente. A zonificación resultante presentouse durante a VII Asemblea Hispano-Portuguesa de Xeodesia e Xeofísica (García Mayordomo *et al.*, 2012).

Nas seccións seguintes, ofrecemos unha descrición destas zonas, baseándonos na información proporcionada polos seus autores (J. García Mayordomo e J. Martínez Díaz) e incorporando tamén as modificacións propostas no Plan de mapas de perigo sísmico de España 2012.

Descrición das zonas sismoxénicas

Os límites xeográficos das zonas visualízanse no contexto do mapa neotectónico de España, o cal exhibe tanto os materiais xeolóxicos correspondentes á era neotectónica como as fallas con actividade nesta mesma época. Adicionalmente, as trazas das fallas con actividade cuaternaria están destacadas en tons azul escuro e baséanse na base de datos de fallas con actividade recente. Cada zona será identificada mediante o seu número de referencia correspondente no mapa.

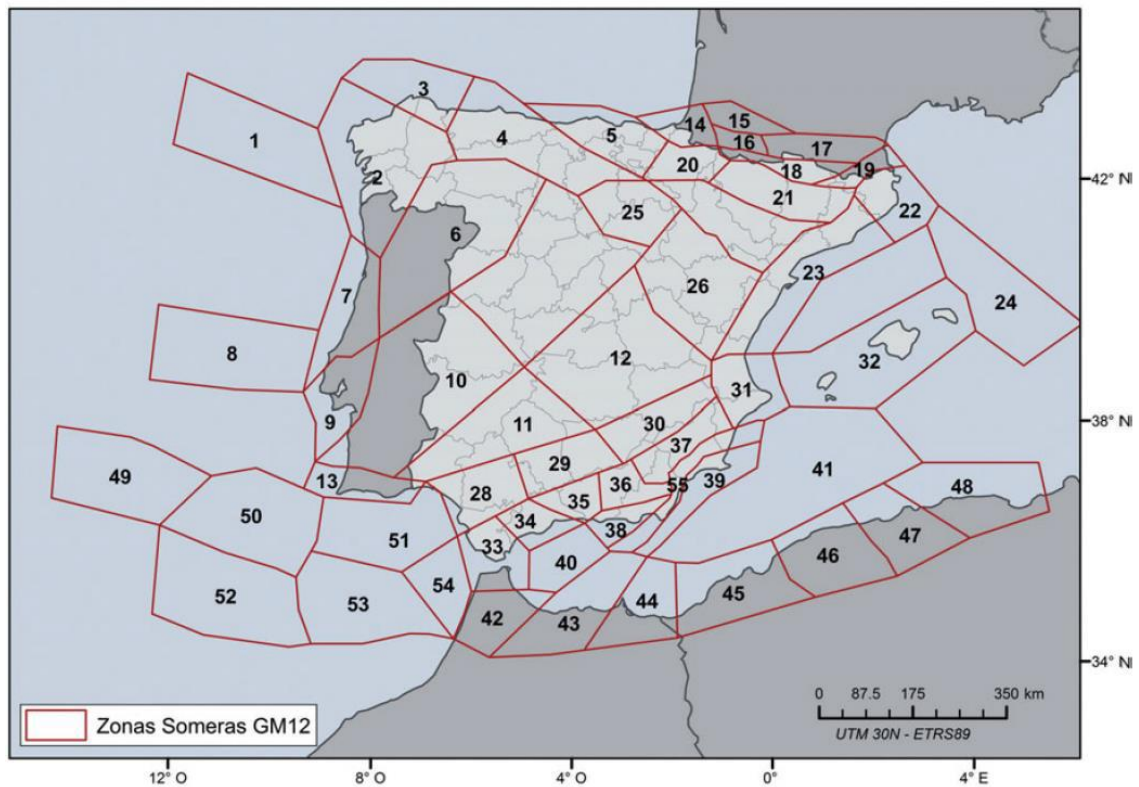
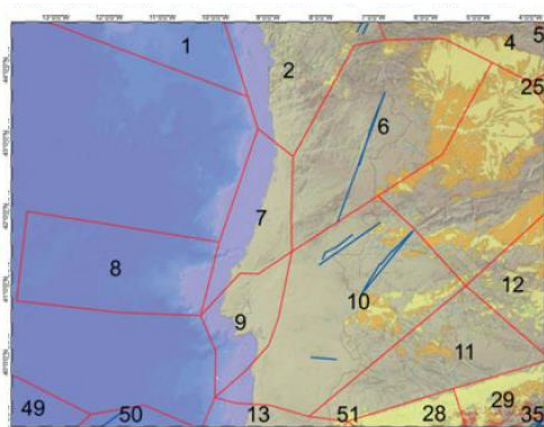


Figura 2.7. Modelo final de zonificación (GM12), de García Mayordomo *et al.* (2012). Zonas superficiais

Para facilitar a comprensión das zonas do macizo Hespérico (1 a 6), preséntanse ampliacións de diferentes rexións do mapa de zonas. Estas ampliacións incorporan datos sobre un modelo dixital de elevacións, o cal permite apreciar claramente as características do relevo nesas áreas particulares.



(i)

(ii)

Figura 2.8. (i) Rexión noroccidental (zonas 1 a 5) proxectada sobre o modelo dixital de elevacións; (ii) rexión atlántico-portuguesa (zonas 6 a 10) proxectada sobre o modelo dixital de elevacións

As rexións identificadas asimiladas nesta análise sitúanse nos sectores 2 a 5 e abarcan a parte occidental dos relevos pertencentes ao sistema oroxénico Pireneos-Cordilleira Cantábrica, así como unha porción dos montes galaico-portugueses. Estes sectores atópanse xeograficamente localizados na porción noroeste do macizo Varisco, como se ilustra na figura 2.8. Os límites destas áreas foron definidos considerando tanto a distribución da actividade sísmica como a uniformidade na natureza dos sistemas de fracturas neotectónicas.

Particularmente, o sector 2 exhibe unha cortiza de menor grosor, o cal pode incidir na maior resistencia das fallas presentes nesta rexión. Neste dominio xeográfico, predominan os mecanismos focais con direccións específicas, a diferenza do que se observa nos sectores 3, 4 e 5. No caso do sector 2, as fallas tenden a orientarse maioritariamente en sentido norte, en contraste coas zonas 3, 4 e 5, onde prevalecen as fallas con orientacións predominantemente este-oeste e noroeste-sueste.

O límite divisorio que separa o sector 4 do sector 5 está condicionado pola existencia da falla de Ventaniella, unha característica cortical de grande escala que regula a distribución da deformación entre os bloques lindeiros. Os límites territoriais do sector 3 fundaméntanse en cambios no grosor cortical e nas características inherentes á actividade sísmica nesa rexión. A delimitación do sector 1 atópase completamente circunscrita nas augas do océano Atlántico, e o seu establecemento baséase exclusivamente en criterios sismolóxicos, coa finalidade de considerar a contribución da actividade sísmica na devandita área á avaliación global do perigo sísmico.

Por último, a zona numerada como 6 abarca as formacións xeolóxicas máis prominentes, incluídos os macizos e as serras compostos por materiais resistentes que están delimitados por sistemas de fallas. As fronteiras que separan as rexións 7 a 9 da 6, así como as áreas 6 e 10, fundaméntanse nun cambio detectable nas disposicións estruturais que coinciden cunha transformación nos mecanismos focais predominantes na zona. En específico, estes cambios transitan de direccións orientadas cara ao norte a movementos inversos orientados cara ao

sur. Esta transición pode ser visualizada nos mapas de distribución dos réximes de forza-deformación confeccionados por Olaiz *et al.* (2009).

b. Zonificación proposta por ByA12

A delimitación proposta por Bernal e colaboradores emerxe como o froito de diversas investigacións sobre perigo sísmico efectuadas polo equipo de expertos de ByA Estudio de Ingeniería, SL. Neste contexto, a continuación descríbense as divisións que se estableceron en termos de provincias sismotectónicas.

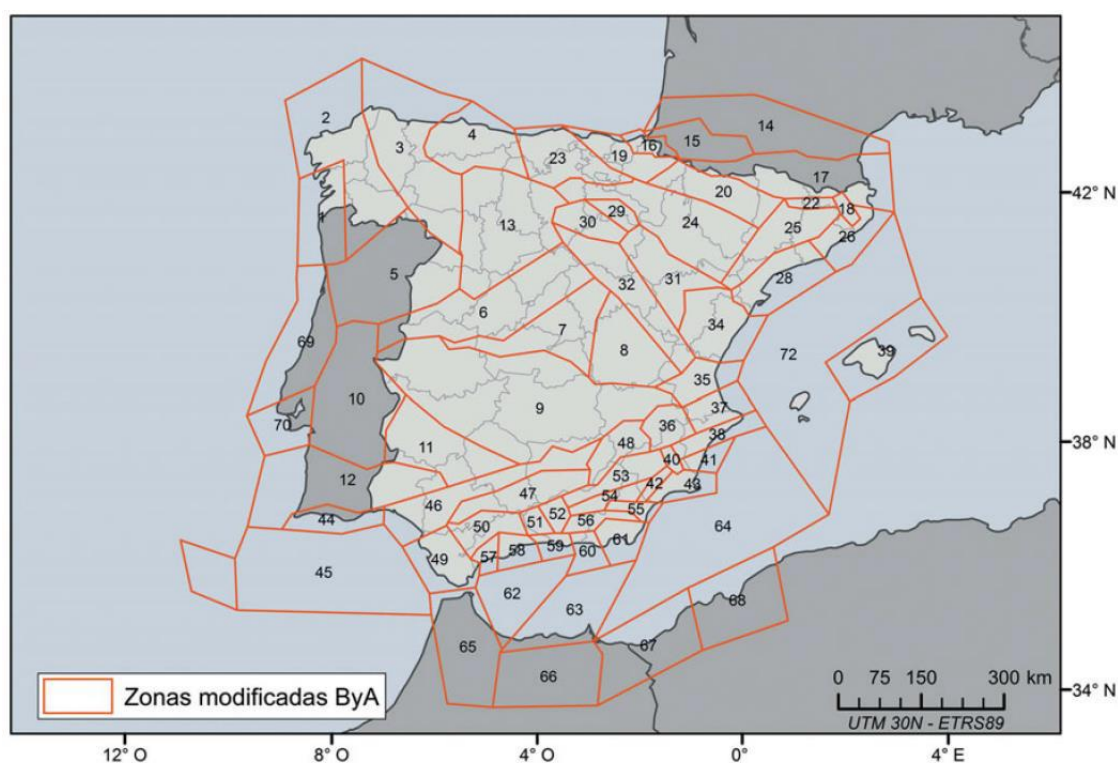


Figura 2.9. Zonificación final (ByA12) adoptada para o estudo

A rexión do macizo Hespérico (zonas 1 a 13) é unha área que presenta unha actividade sísmica moderada en comparación con outras rexións. Corresponde ao cratón hercínico, o cal actualmente enfronta forzas predominantemente compresivas cunha orientación próxima ao eixe norte-sur. No núcleo desta rexión, a sismicidade é mínima, mentres que no seu límite occidental xunto ao Atlántico é algo máis pronunciada. A intensidade máxima percibida dos sismos nesta zona alcanzou un nivel de 7 na escala de intensidade.

Zona 1: Rías Baixas

Nesta rexión, os terremotos poderían estar relacionados con fracturas de cisallamento de dirección norte-sur; a máis destacada atópase preto de Braga. Estas fracturas tamén interactúan con outras en dirección N40/50E. O epicentro máis significativo ocorreu preto de Pontevedra (26/11/1920) cunha intensidade máxima de 7 na escala I_0 . Estas fracturas influíron na sedimentación terciaria na zona.

Zona 2: Taboada e Celanova

Os terremotos con maior intensidade e magnitude nesta área alíñanse en dirección N150/160E, e están situados preto de Ourense e de Cruces (A Coruña). Os sismos en Taboada poderían estar conectados con reaxustes recentes na falla das Pontes de García Rodríguez. Os eventos sísmicos en Celanova, Allariz e Cortegada poderían estar asociados con interseccións de fracturas en direccións próximas a N150/160E e N40/50E.

Zona 3: Zona asturoccidental-leonesa

O epicentro de terremotos máis significativo nesta área atópase ao oeste de Sarriá. Ademais, rexistráronse algúns terremotos illados, como o do 10/02/1961 preto de Zamora, cunha intensidade de $I_0 = 6$ e unha magnitude de $M = 5.2$. A actividade sísmica nesta zona relaciónase con vales tectónicos marcados por fortes escarpas de falla, especialmente vinculados coa familia de fallas NNE-SSO. Tamén existe unha posible conexión con outra familia de fallas en direccións NNO-SSE a NO-SE, aínda que esta relación non está completamente definida.

Zona 5: Baixo Douro

Esta área abarca unha porción importante do nordés de Portugal. Os terremotos concéntranse en tres rexións: Viseu, sur de Vila Real e suroeste do macizo de Morais. O terremoto máis intenso foi sentido en França o 28/11/1347, cunha intensidade de $I_0 = 8$. Outros cinco terremotos oscilan entre I_0 6 e 7, e son notables os eventos en Folgoza (6) o 10/10/1856, Caldas de Moledo (7) o 11/1/1910 e Moncorvo (7) o 19/3/1858. A relación destes sismos coa tectónica parece estar clara, ao se relacionar coa familia de fallas en dirección N30E que atravesan as estruturas do macizo de Morais. Estas inclúen as grandes fracturas de Vila Real e Puebla de Sanabria, con movemento de cisallamento sinistro e un extenso desenvolvemento lonxitudinal.

3. AVALIACIÓN DO PERIGO SÍSMICO

No método probabilista, o cálculo do perigo sísmico realízase por cada zona sobre o punto de localización. Para realizar este cálculo, débense considerar varios factores. En primeiro lugar, multiplícase a taxa ou o número de terremotos por unidade de tempo na zona polas probabilidades de que o terremoto ocorra en calquera punto desa zona. Ademais, tense en conta a probabilidade de que ese evento sísmico teña unha magnitude específica e a probabilidade de que o movemento do chan correspondente a cada distancia e magnitude sexa do movemento especificado. Estes factores combínanse para obter unha avaliación completa do perigo sísmico en cada zona considerada.

3.1. Perigosidade sísmica segundo a NCSE-94

A figura 3.1 mostra o valor do perigo sísmico de acordo coa Norma NCSE-94 para un período de retorno de 500 anos. Está expresado en termos de aceleración sísmica básica en unidades de g (aceleración da gravidade). Estes valores obtivéronse utilizando datos ata 1983, coa mesma subdivisión sismotectónica establecida na norma mencionada, xunto coas correccións aplicadas ao catálogo previamente descritas e unha valoración enerxética de cada terremoto baseada na súa magnitude momento. Como era de esperar, os resultados obtidos son aproximadamente iguais aos establecidos na norma. Aínda que esta non especifica valores exactos máis aló de indicar que son inferiores a 0,04 g, os cálculos orixinais non publicados coinciden con esta avaliación. Este resultado resalta que os cambios realizados na revisión do catálogo ata 1983 non afectan de maneira significativa os resultados do perigo (Rueda e Mezcua, 2001).

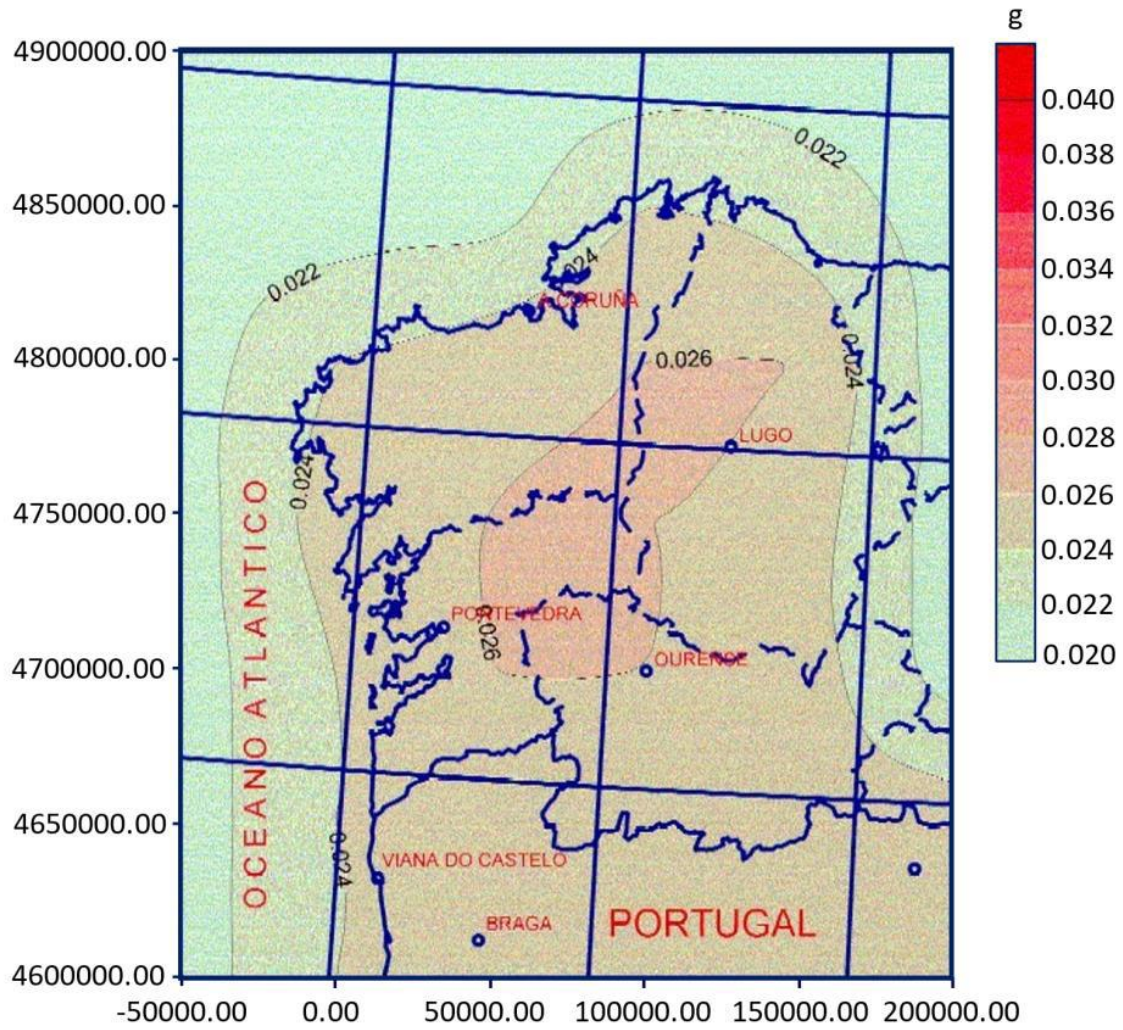


Figura 3.1. Mapa de perigo sísmico na NCSE-94

3.2. PERIGOSIDADE SÍSMICA SEGUNDO A NCSE-02

Os valores do perigo sísmico no noroeste da Península Ibérica segundo o estipulado na NCSE-02, tamén para un período de retorno de 500 anos, móstranse na figura 3.2. Concretamente, nela tense en conta a actividade sísmica ocorrida durante o período de 1983-1998. Ademais, considerouse unha nova subdivisión sismotectónica, resultado da análise tanto do estado de esforzos coma da interpretación realizada coa información magnética. O resultado presentado, aínda que mostra unha distribución diferente á presentada na Norma NCSE-94, está dentro das accións establecidas pola devandita norma, tal como se esperaba. Con todo, agora os valores de aceleración sísmica básica resultantes están máis próximos ao mínimo establecido pola norma.

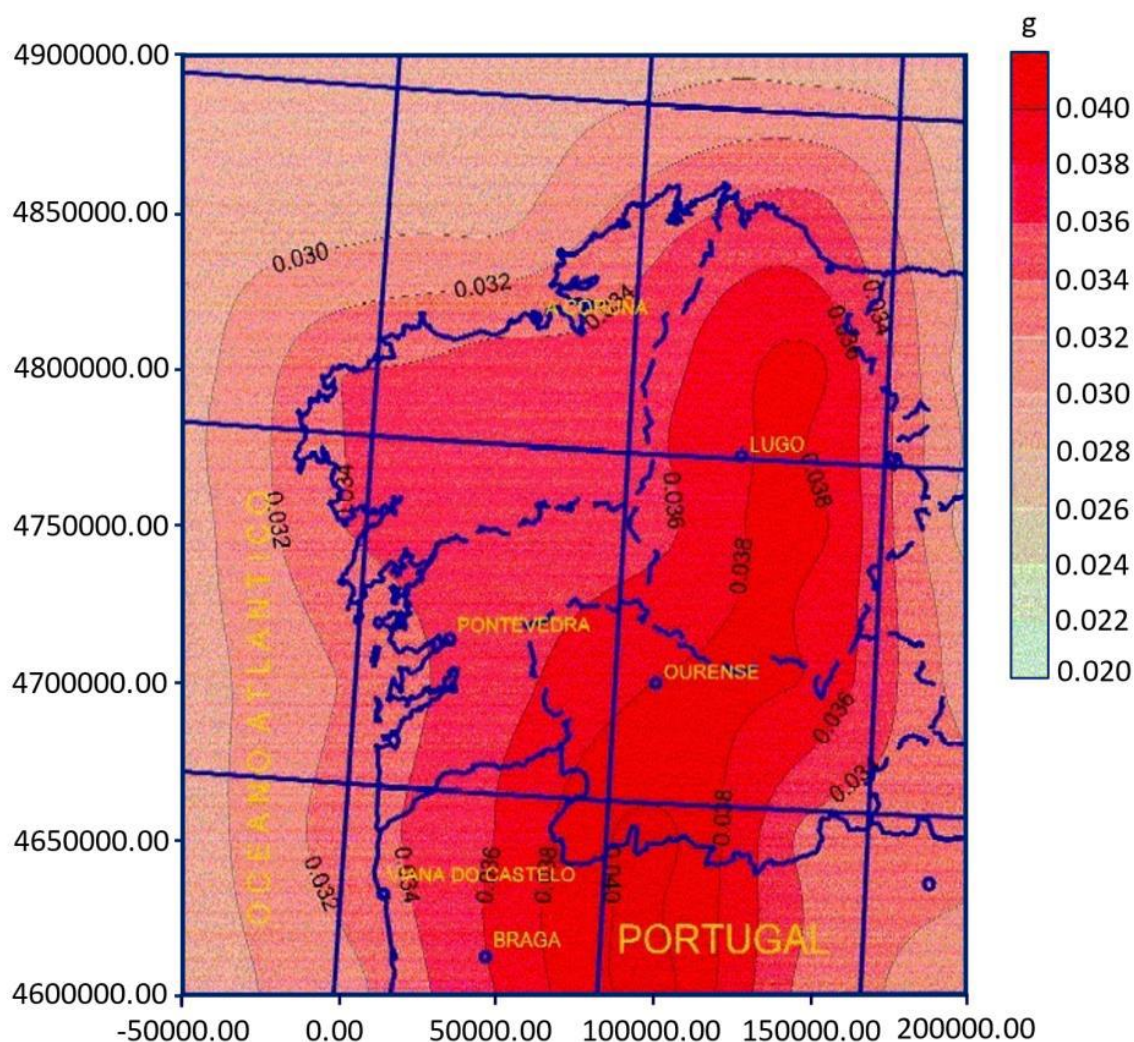


Figura 3.2. Mapa de perigo sísmico na NCSE-02

Estes resultados permitiron establecer unha nova distribución do perigo sísmico en Galicia, o que evidencias diferenzas significativas no parámetro da aceleración sísmica básica entre

distintas rexións (Rueda e Mezcua, 2001). Nesta actualización de 2002, logrouse reavaliar tanto a localización epicentral coma a intensidade máxima asignada aos eventos sísmicos. Do mesmo xeito, levouse a cabo unha reavaliación do período instrumental da actividade, tomando en consideración datos desde o ano 1960.

Así mesmo, é especialmente destacable para este período a formación da isosista correspondente ao terremoto do 21 de maio de 1997, que se identificou como o evento sísmico máis significativo do século XX e posiblemente da historia sísmica recente da zona. Nun número suficiente de estacións, púidose determinar a polaridade do primeiro movemento, o que permitiu identificar un mecanismo de falla de empuxe que actúa sistematicamente na zona de Sarria e é responsable da actividade sísmica tan importante nesta área. Dado que este tipo de falla, sobre todo á profundidade na que ocorre a actividade, non pode ser modelizada utilizando os procesos tectónicos presentes na zona, tentouse verificala mediante outros métodos xeofísicos. Para iso, levouse a cabo un estudo aeromagnético da zona e, mediante a técnica de deconvolución de Euler, Socías (comunicación persoal), obtivéronse as fontes magnéticas responsables, apoiando os modelos estruturais propostos por outros autores que utilizaron estes datos aeromagnéticos. Como consecuencia destes dous tipos de datos e os modelos estruturais obtidos a través da sismica de refracción, Córdoba *et al.* (1987), logrouse efectuar unha zonificación sismoxénica que se pode aplicar para determinar o perigo sísmico. Esta zonificación permitiu illar a actividade física na zona oriental de Galicia e asociala cunha estrutura xeolóxica importante e relativamente ben definida. Isto levou a que o perigo nesta zona sexa máis importante que a que cabería esperar coa zonificación empregada na NCSE-94. Estas diferenzas representáronse no mapa da figura 3.3.

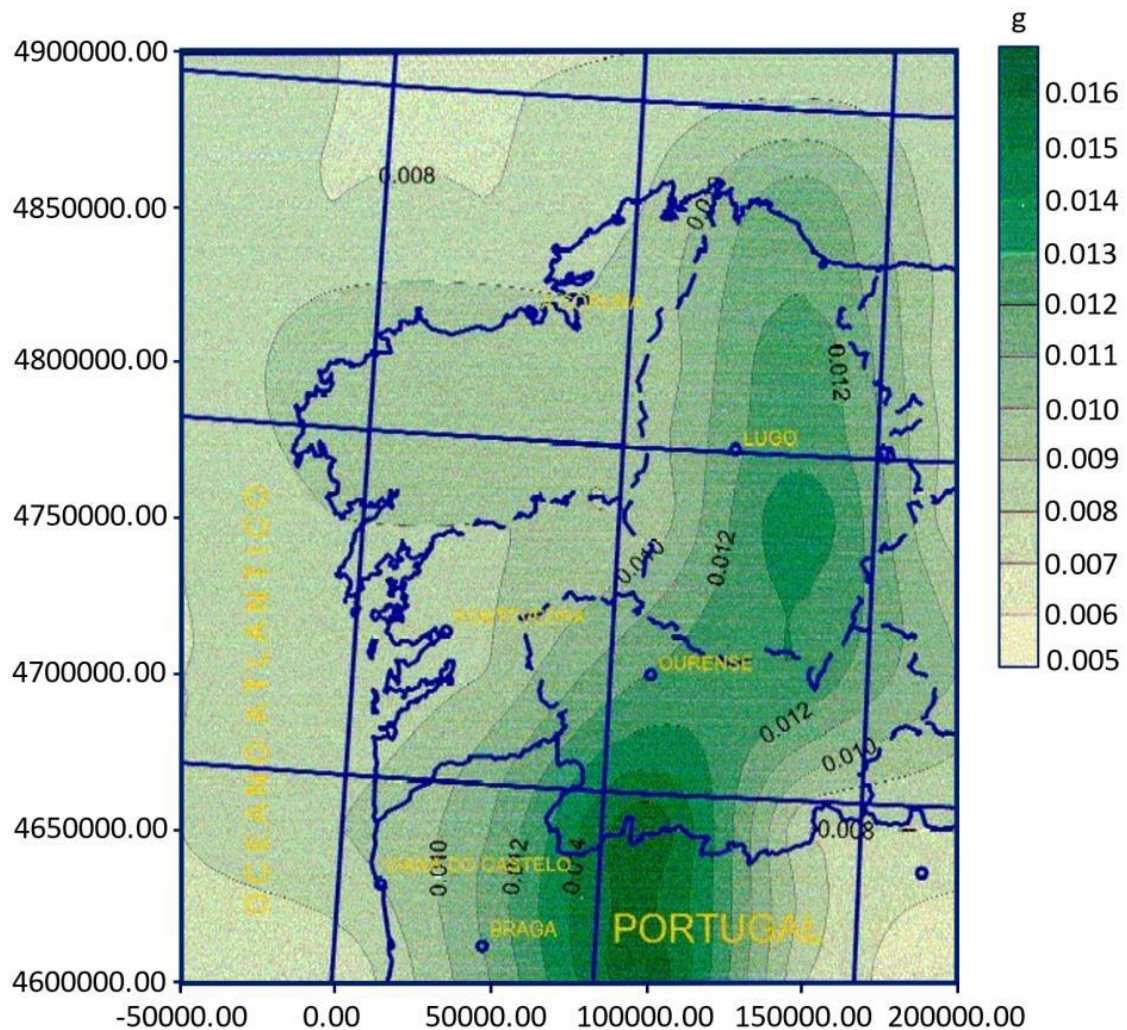


Figura 3.3. Diferenzas na aceleración sísmica básica, en unidades de g entre o perigo sísmico da NCSE-94 e a NCSE-02

É evidente que as maiores diferenzas se producen nas provincias de Lugo e Ourense, con valores entre 0,014-0,016 g, e que a súa distribución reflicte a nova compartimentación utilizada. Os eventos sísmicos en Galicia permitiron unha detallada análise do estado de esforzos e as estruturas subxacentes. Identificouse un modelo sismotectónico na zona oriental, unha falla inversa de empuxe que se curva de NE-SO no norte a NO-SE no sur, baixo o manto de Mondoñedo, a un 15 km de profundidade e sen manifestación na superficie. A modelización magnética en 2D e 3D permitiu identificala e definir a súa extensión.

Con base no coñecemento das tensións e na revisión da sismicidade, estableceuse unha zonificación sísmica para o noroeste da Península Ibérica exposto na NCSE-02 (figura 3.4)

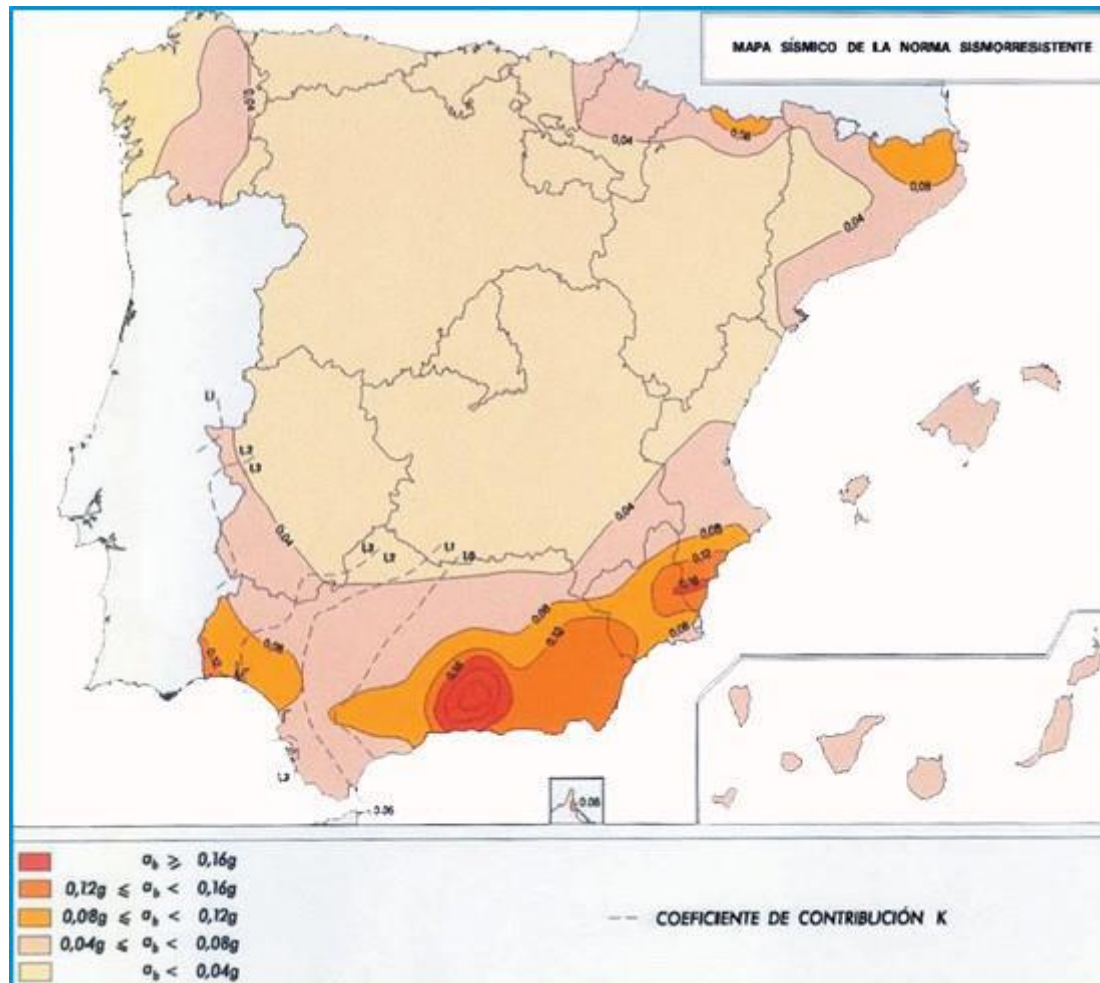


Figura 3.4. Mapa de perigo sísmico da Península Ibérica na NCSE-02

3.3. PERIGOSIDADE SÍSMICA PROPOSTA NO ESTUDO DE ACTUALIZACIÓN DE MAPAS DE PERIGO SÍSMICO DE ESPAÑA 2012 (IGN 2013)

Nas últimas dúas décadas, a metodoloxía PSHA (*Probabilistic Seismic Hazard Assessment*) volveuse prevalente no estudo de riscos sísmicos. Esta metodoloxía utilízase para calcular a probabilidade de eventos sísmicos en diferentes localizacións, considerando a incerteza inherente ao proceso debido á falta de coñecemento dos modelos reais que gobernan o fenómeno.

Esta metodoloxía xorde ao considerar que o cálculo do perigo require asumir certas hipóteses para cuantificar a influencia da fonte e do medio polo que se propagan as ondas, polo que o proceso global de cálculo trae consigo numerosas incertezas que derivan nun alto grao de dispersión nos resultados. Entre as posibles hipóteses, se se asume que a sismicidade segue un modelo de Poisson, entón o movemento do chan nunha localización dada tamén pode considerarse un proceso poissoniano. Isto permite estimar a aceleración pico do chan (PGA) para unha probabilidade anual de excedencia ou un período de retorno preestablecido en varios puntos dun territorio, co obxectivo de crear mapas de perigo en termos de PGA para esa probabilidade ou período de retorno.

Neste sentido, as normativas de deseño sísmico xeralmente adoptan un período de exposición de cincuenta anos, e a probabilidade de excedencia P do movemento depende da importancia da estrutura. Por exemplo, no Eurocódigo 8 (EC-8), considérase unha probabilidade de excedencia do 10 % durante un período de exposición de cincuenta anos para estruturas de importancia normal, o que equivale a un período de retorno de 475 anos.

Os valores dos parámetros de deseño aumentan a medida que se incrementa o período de retorno, o que resulta nun deseño máis conservador. Por exemplo, no caso de presas de categoría A en áreas de sismicidade moderada ou alta, requírese un espectro de deseño asociado a un sismo extremo (cun período de retorno de 1.000 anos) e unha comprobación para un sismo aínda máis extremo (cun período de retorno de 3.000 a 5.000 anos), de acordo cos regulamentos técnicos de seguridade de presas e encoros.

Doutra banda, os resultados derivados desta análise de risco non poden ser directamente cotexados co mapa de risco sísmico incorporado na normativa de construción sísmica vixente, a NCSE-02 (Real decreto 997/2002, do 27 de setembro). Na devandita norma, o mapa establece a avaliación do risco na área para un período de retorno de 500 anos, tomando como base o valor da aceleración sísmica básica (a_b) e o coeficiente de contribución (K).

Para poder considerar esta proposta válida, é crucial ter en conta que a Norma NCSE-02 no apartado 1.2.1 establece o seguinte: "O proxectista ou director de obra poderá adoptar, baixo a súa responsabilidade, criterios distintos aos que se establecen nesta norma, sempre que o nivel de seguridade e de servizo da construción non sexa inferior ao fixado pola norma, o que se debe reflectir no proxecto".

Isto permite usar o mapa de perigo da actualización do 2012, PGA [período de retorno (TR) de 475] para levar a cabo o cálculo das accións sísmicas. Segundo a devandita actualización, é recomendable que nos cálculos coas normas NCSE-02 e NCSP-07 se substitúa a aceleración sísmica básica proporcionada dada para a localización da estrutura pola aceleración máxima correspondente do chan dada por este novo mapa, sempre que o valor da aceleración sísmica de cálculo (a_c), resulte superior, xa que con iso incrementárase a seguridade.

A aceleración de referencia atópase definida nas normas NCSE-02 e NCSP-07 como a aceleración sísmica básica (a_b) (NCSE-02, artigo 2.1). Esta aceleración de referencia (a_r), en combinación co coeficiente de risco (r) e o coeficiente do terreo (C), ten un efecto condicionante sobre o coeficiente de amplificación do terreo (S), co que se determina a aceleración de cálculo (definida en NCSE-02, artigo 2.2).

En consecuencia, ao considerar a PGA (TR = 475) do novo mapa como a aceleración de referencia, referenciada a un tipo de chan I, o novo coeficiente de amplificación do terreo S virá dado, de acordo co establecido na NCSE, polos seguintes 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 $0.4 \text{ g} \leq r \cdot a_r$

$$S = 1.0$$

A actualización do coeficiente de ampliación do terreo (S) provoca unha alteración substancial na aceleración de referencia do novo mapa de perigo sísmico proposto no estudo Actualización de mapas de perigo sísmico de España 2012 (IGN 2013) (figura 3.5).

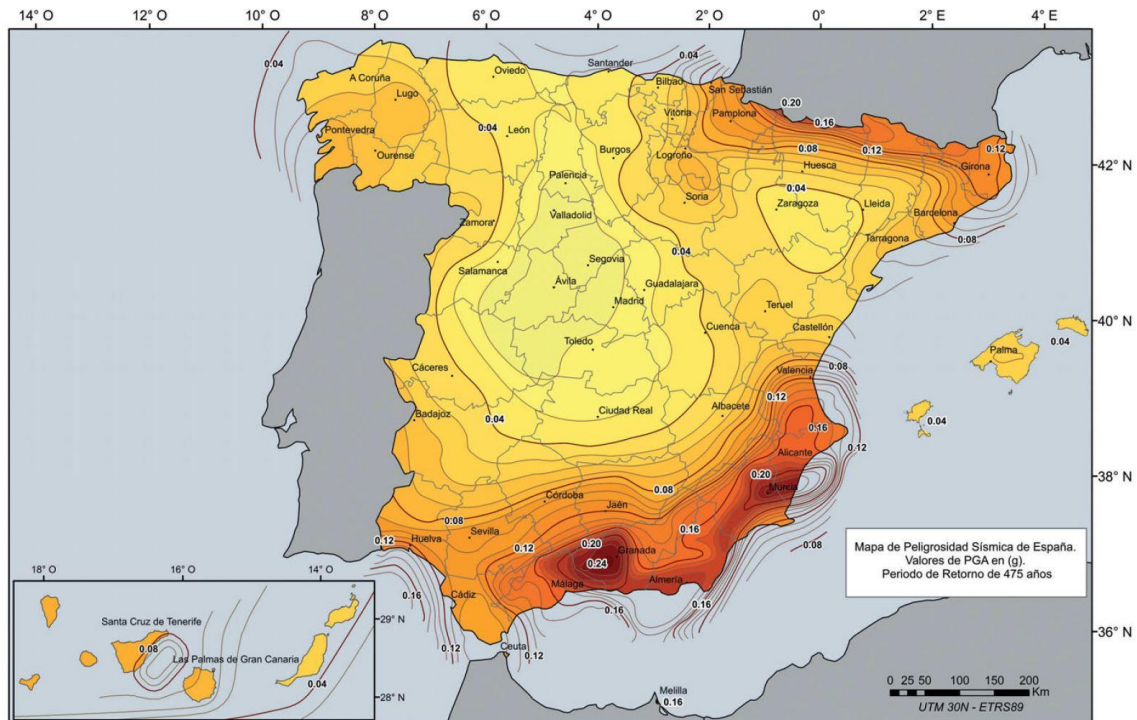


Figura 3.5. Mapa de perigo sísmico para un período de retorno de 475 anos (IGN, 2013)

En trazos xerais, na actualización do novo mapa pódese observar que a aceleración pico do terreo (PGA) aumentou no territorio galego se comparamos ambos os mapas. Destaca o caso da provincia de Pontevedra, particularmente na súa parte suroeste, onde a aceleración sísmica experimentou un aumento significativo con respecto ao mapa da NCSE-02 (figura 3.4), pasando de valores inferiores a 0.04 g a valores de 0.07 g.

4. CATÁLOGO DE SISMICIDADE

Segundo os datos recompilados do catálogo sísmico, pódese afirmar que é de grande importancia a instalación do observatorio de Santiago de Compostela (STS) no ano 1971, xa que a partir dese momento se comezou a rexistrar a actividade sísmica próxima para magnitudes intermedias. Con todo, foi na década de 1980, coa implementación por parte do IGN da nova rede sísmica (Mezcua, 1991) cando se produciu un grande avance no rexistro da actividade sísmica en Galicia (figura 4.1).



Figura 4.1. Rede de alerta sísmica do IGN, 2024

Así mesmo, observando a densidade de sismos rexistrados desde 1960 ata a actualidade, é posible poder chegar a correlacionar un maior número de sismos naquelas zonas de Galicia con maior número de estacións de medida (figura 4.2).

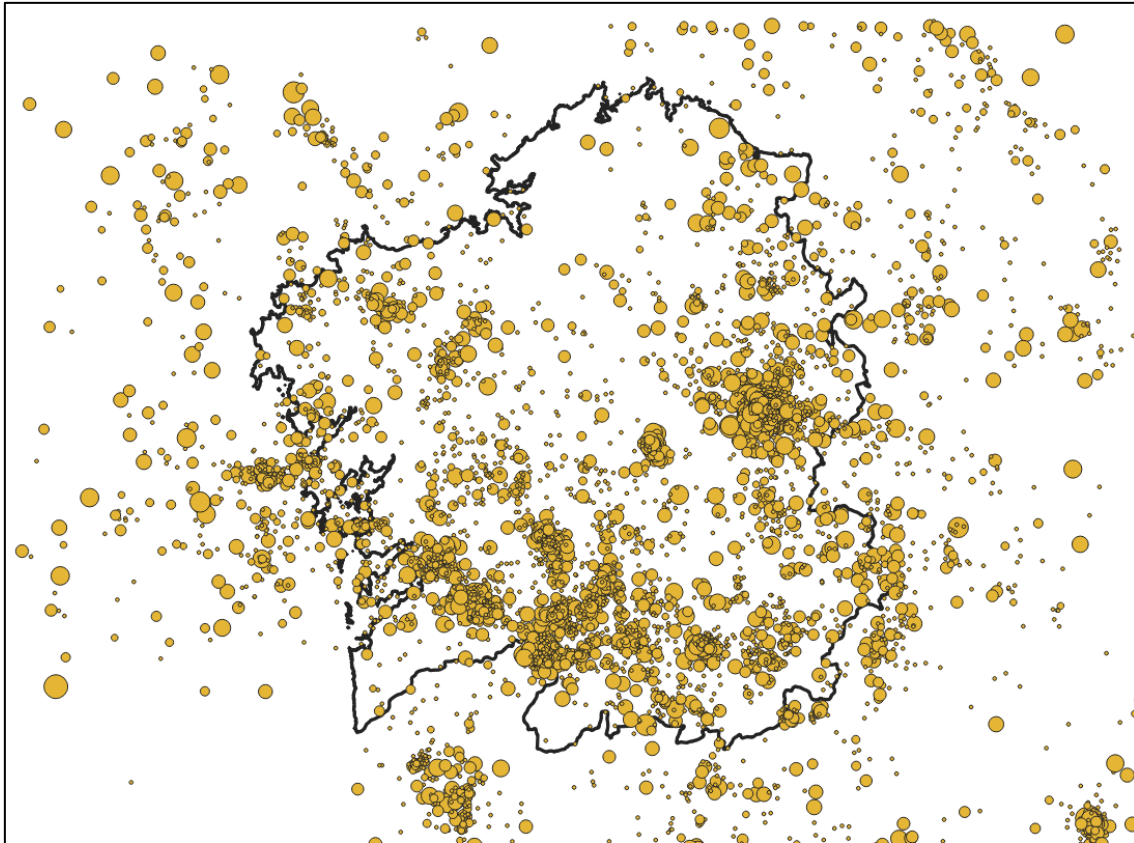


Figura 4.2. Mapa de sismos instrumentais de Galicia (epicentros)

Con todo, na figura 4.3 as principais estruturas tectónicas e fracturas superpóñense co mapa de sismos históricos para a súa análise. Concretamente, nos episodios sísmicos rexistrados en Galicia identificáronse tres tipos de mecanismos focais:

- Falla normal con eixe de presión vertical e plano de falla moi vertical, orientado en dirección NO-SE. Rexistro máis importante detectado o 15 de abril de 1994 de magnitude 4.1. Deste tipo son os episodios sísmicos que se producen na zona de Mondoñedo.
- Falla inversa con eixe de presión orientado en dirección SE-NO. Rexistro máis destacado en maio de 1997, de magnitude 5.3.
- Falla de desgarre con eixe de presión orientado en dirección SSE-NNW. Rexistros relevantes o 29 de novembro e 24 de decembro de 1995, ambos cunha magnitude de 4.6.

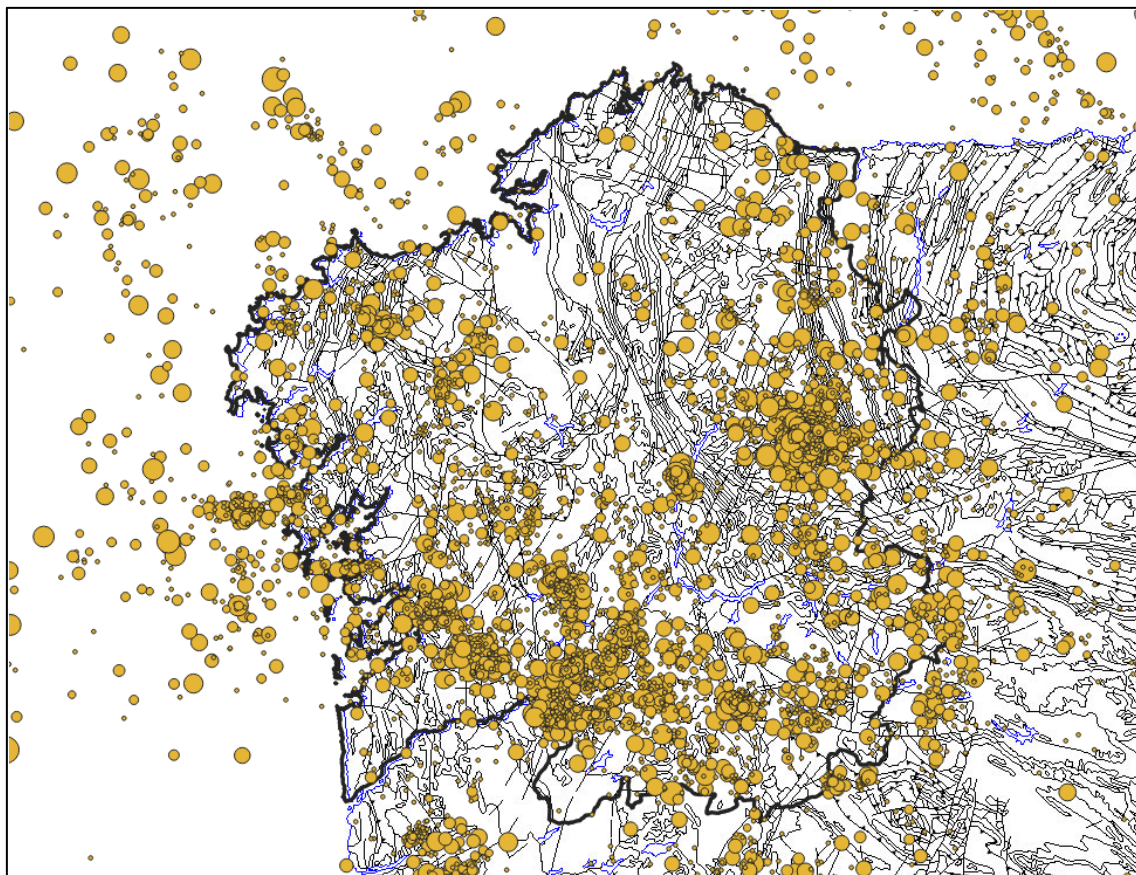


Figura 4.3. Sismicidade instrumental e estruturas tectónicas de Galicia

Con todo, a débil correlación entre os sismos instrumentais rexistrados e as fallas cartografadas é posible interpretala de dúas maneiras. Por unha banda, pode ser resultado de que o rexistro detallado da sismicidade con localizacións hipocentrais sexa relativamente recente e que se atope principalmente circunscrito na zona oriental e sur de Galicia. Doutra banda, as estruturas responsables da sismicidade non teñen representación superficial.

5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1. MAPA DE ACELERACIÓNS POR MUNICIPIOS

Trasladando os valores de aceleración a cada municipio de Galicia, xérase un mapa de aceleracións por municipio, o cal se mostra na figura 5.1.

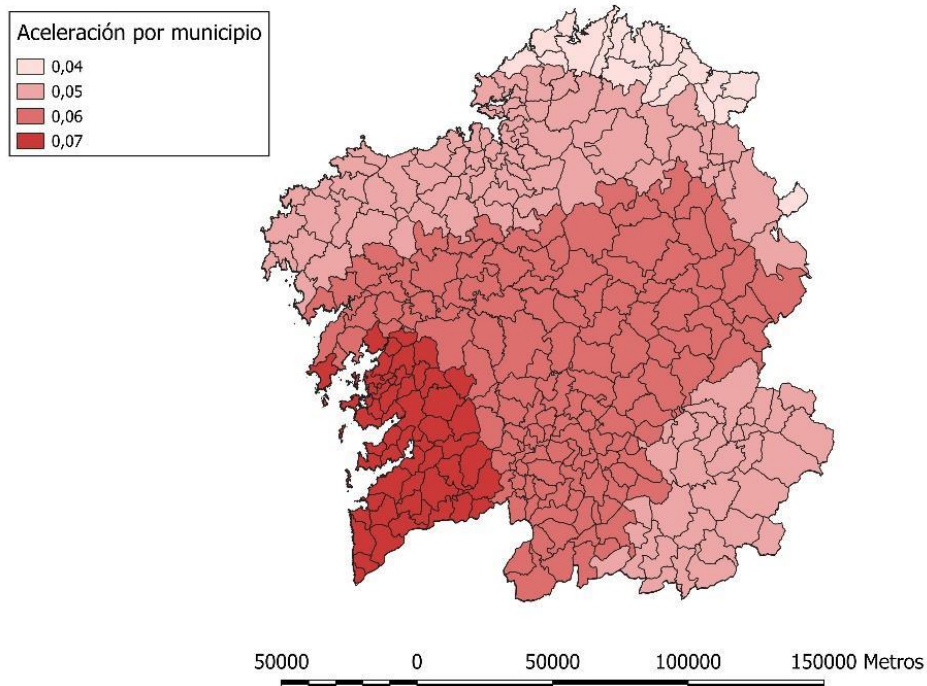


Figura 5.1. Mapa de aceleracións por municipios

5.2. MAPA DE INTENSIDADES POR MUNICIPIOS

A continuación, para obter o mapa de intensidades por municipios de Galicia emprégase a relación existente entre a aceleración de referencia e a intensidade proposta na Norma da construción sismorresistente (figura 5.2).

Os valores destas intensidades varían desde VI ata VII, segundo a escala de intensidades EMS-98 e diferéncianse claramente dúas zonas: a máis escura delas (intensidades de valor entre 6.6 e 7) correspóndese cos municipios onde se rexistrou máis actividade sísmica nos últimos anos.

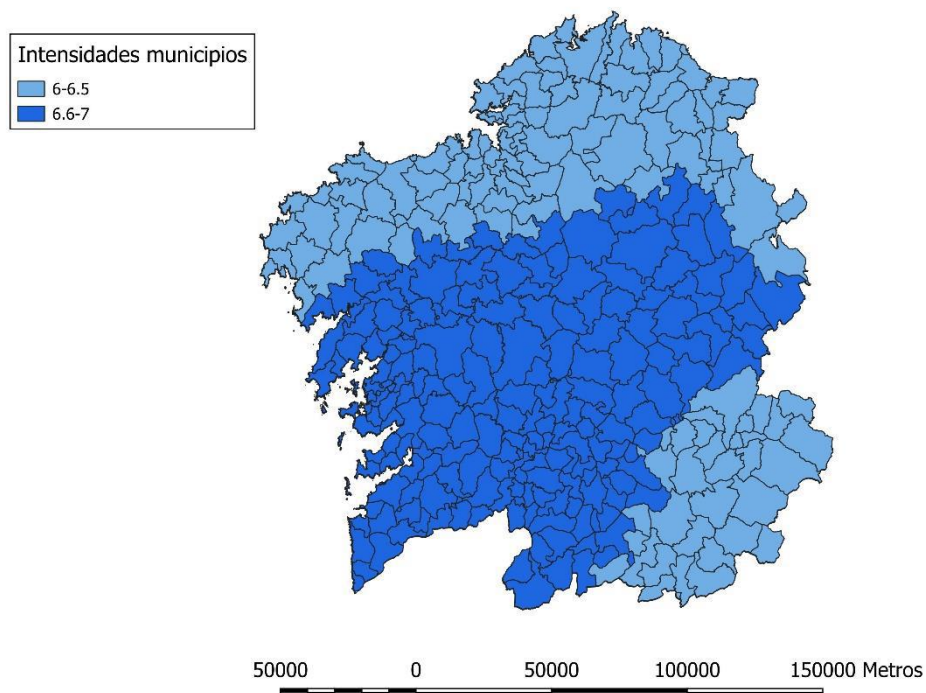


Figura 5.2. Mapa de intensidades reais por municipios

6. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE GALICIA

Na táboa 1, preséntase a listaxe de municipios galegos co seu correspondente código municipal, superficie e intensidade asignada a cada unidade administrativa.

Táboa 1. Clasificación sísmica de Galicia: aceleración e intensidade por municipios

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 AÑOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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	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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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	A Teixeira	Ourense	0.05	VI
32081	Toén	Ourense	0.06	VI-VII
32082	Trasmirás	Ourense	0.05	menor a VII
32083	A Veiga	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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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

CÓDIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN TR=475 ANOS	INTENSIDADE
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 e 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. e 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. e Carvalho, A. (2008): *Seismic zonation for portuguese national Annex of Eurocode 8*. The 14th World Conference

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

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

Freta, J., Estruch, I. & Goula, X. (1998). "Xeotechnical Characterization for the rexional assement of seismic risc 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 Arévalo, 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. e Baize, S. (2012a): *Modelo de zonas sismoxénicas para o cálculo do perigo sísmico en España*. 7.a Asemblea Hispano-Portuguesa de Xeodesia e Xeofísica, Donostia (España), 2012.

García Mayordomo, J.; Martín Banda, R.; Insua Arévalo, J. M.; Álvarez Gómez, J. A.; Cabanas, L.; Cantavella, J. V.; Crespo, M. J.; Pereira Dias, R.; Moniz, C.; Pascual, G.; Alfageme, S. e Rodríguez Escudero, E. (2012b): *A base de datos de fallas activas cuaternarias de Iberia (QAFI v.2): Características, aplicacións e problemas*. VII Asemblea Hispano-Portuguesa de Xeodesia e Xeofísica, Donostia (España), 2012.

García Mayordomo, J.; Insua Arévalo, 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. e QAFI Compilers. (2012c): "A base de datos de fallas activas no 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 Arévalo, J. M.; Martínez Díaz, J. J.; Jiménez Díaz, A.; Rodríguez Escudero, E.; Rodríguez Peces, M. A.; Cabanas Rodríguez, L. e 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. e Zhang, P. (2003): *The GSHAP Global Seismic Hazard Map* (Le, W.; Kanamori, H. e 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 xeolóxico de España E: 1:200.000, Lugo. Inst. Geol. Min. Esp. Pub. 122 pp.

IGN (1998). Catálogo sísmico nacional. Instituto Xeográfico 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., Geoma-trix Consultants Inc., 89 pp.

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

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

López, C. (2008): *Novas fórmulas de magnitude para a Península Ibérica e a súa contorna*. Traballo de investigación do Máster de Xeofísica e Meteoroloxía. Universidade Complutense de Madrid, Facultade de Ciencias Físicas, Departamento de Xeofísica e Meteoroloxía.

López Fernández, C. (2008): "Actividade sísmica, zonación sismotectónica e perigo sísmico no noroeste da Península Ibérica". *Nova Terra*, 35, 293 pp.

Martín, A. J. (1984). *Risco sísmico na Península Ibérica*. Tese de doutoramento. Universidade Politécnica de Madrid. 235 pp.

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

Martín Martín, A. J. (1983): *Risco sísmico na Península Ibérica*. Tese de doutoramento, 2 tomos, 235 pp. Instituto Xeográfico 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 da rede sísmica de España". Publicación IGN Serie Monografía n.º 11. 63-86.

Mezcua, J. e J. M. Martínez (1983). Sismicidade da área ibero-mogrebí. Instituto Xeográfico Nacional Pub. 203, 302 pp. and 1 map.

Mezcua, J. e 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. e European Seism. Comm., 223-226.

Norma da construción sismorresistente española (NCSE-94) (1994): "Norma de construción sismorresistente: parte xeral e edificación". Real decreto 2543/1994, do 27 de decembro, publicado no BOE, vol. 33, pp. 3935-3980.

Norma da construción sismorresistente española (NCSE-02) (2002): "Norma de construción sismorresistente: parte xeral e edificación". Real decreto 997/2002, do 27 de setembro, publicada no BOE, vol. 244, pp. 35898-35967.

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

Oliveira, C. S. e A. C. Costa (1984). Updating seismic hazard maps. *Proc. 8th WCEE*, 303-310.

Parga Pondal, I.; R. Vegas e A. Marcos. (1982). Mapa xeolóxico do macizo hespérico, E 1: 500.000. *Publicacións da Área de Xeoloxía e Minería do Seminario de Estudos Galegos*, 19 pp. e 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). Sismoloxía e sismicidade na Península Ibérica durante o século XIX. *PhD thesis University of Barcelona, Spain*, 2651 pp.

Rodríguez de la Torre, F., (1993). Actualización do catálogo sísmico. Anos 1801-1850. Inst. Xeog. Nac. Spain.

Rueda, J. e Mezcua, J. (2001). Sismicidade, sismotectónica e perigo sísmico en Galicia. Publicación técnica n.º 35. Instituto Xeográfico Nacional. 64 pp.

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

Instituto Xeográfico Nacional (2017). Actualización de mapas de perigo sísmico de España 2012. Centro Nacional de Información Xeográfica (CNIX). <https://doi.org/10.7419/162.05.2017>.

VULNERABILIDADE

A vulnerabilidade pode definirse como o grao de perda dun determinado elemento cando se presenta un risco ou un fenómeno ameazante ou a incapacidade para repoñerse despois de que ocorreu un desastre. Neste caso, as principais vulnerabilidades orixinadas polos terremotos son as vulnerabilidades de vidas humanas, estruturas, sistemas e a estrutura socioeconómica.

A avaliación da vulnerabilidade xeralmente fundaméntase nos danos documentados en terremotos anteriores. As vulnerabilidades físicas están relacionadas cos edificios, infraestruturas e liñas vitais, e vense influenciadas, ademais, polo deseño, construción e mantemento dos devanditos elementos baixo risco. Doutra banda, as vulnerabilidades socioeconómicas abarcan vítimas, trastornos sociais, traumas e impactos económicos.

Neste anexo do Plan de emerxencias sísmicas detállase o proceso de estimación da vulnerabilidade das persoas, edificios residenciais para a Comunidade Autónoma de Galicia e edificios esenciais, como parques de bombeiros, hospitais, edificios da Administración estatal, autonómica, comarcal e local, aeroportos, heliportos e helisuperficies, centrais térmicas, parques industriais, presas, portos, zonas aeroportuarias, centros de educación, polideportivos, edificios da Cruz Vermella, edificios da Garda Civil, agrupacións de voluntarios de Protección Civil, edificios do GES e estacións de autobuses e de ferrocarril.

1. MÉTODOS PARA O ESTUDO DA VULNERABILIDADE

Os métodos para a determinación da vulnerabilidade sísmica pódense agrupar en tres categorías: estatísticos, analíticos e subxectivos:

- **Métodos estatísticos:** as construcións agrúpanse en diferentes tipoloxías construtivas segundo un determinado número de parámetros. Os datos estatísticos de terremotos previos utilízanse para analizar e cuantificar os danos sufridos por cada tipo de construción. Estes métodos son especialmente útiles para estudar áreas extensas, xa que requiren unha cantidade relativamente pequena de datos. Con todo, a súa desvantaxe é que non proporcionan unha análise detallada do comportamento específico de cada tipo de construción.
- **Métodos analíticos:** realízase unha análise detallada do comportamento das construcións e a súa interacción co chan mediante modelos matemáticos. Estes métodos permiten simular diversas situacións con rapidez e son especialmente útiles para estudos máis específicos. Con todo, os modelos existentes aínda son bastante simples e non poden ter en conta toda a complexidade dos efectos dun terremoto sobre o chan e a súa interacción cos elementos vulnerables. Isto fai que sexan de difícil aplicación en estudos de grande alcance.
- **Métodos subxectivos:** baséanse no xuízo de expertos e en datos empíricos obtidos de terremotos anteriores. Utilízanse para estimar a vulnerabilidade de conxuntos significativos de edificios e instalacións. Do mesmo xeito que os métodos estatísticos, son máis adecuados para estudar áreas extensas, xa que as incertezas asociadas coa estimación de vulnerabilidades de compoñentes individuais tenden a equilibrarse.

Neste estudo, para determinar a vulnerabilidade das persoas e das edificacións residenciais en Galicia utilizáronse métodos estatísticos e métodos subxectivos.

2. DISTRIBUCIÓN DAS CLASES DE VULNERABILIDADE DAS EDIFICACIÓNS EN GALICIA

A vulnerabilidade dos edificios é unha medida que avalía o dano que un edificio pode sufrir cando é sometido a un movemento sísmico de certa intensidade. A resposta dinámica dunha estrutura fronte a un terremoto é un proceso complexo e está influenciada por varios parámetros interrelacionados, os cales a miúdo son difíciles e mesmo imposibles de determinar con total precisión. Estes inclúen o carácter exacto do movemento do terreo que experimenta o edificio, a extensión en que a estrutura vai ser afectada e a súa resposta ante a sacudida, a resistencia dos materiais na estrutura, a calidade da construción e a condición dos elementos estruturais individuais, a interacción entre os elementos estruturais e non estruturais do edificio, o peso do mobiliario e o contido do edificio no momento do terremoto, entre outros factores.

Aínda que é posible facer estimacións, resulta complicado coñecer estes factores con exactitude. Por tanto, as funcións de vulnerabilidade dos edificios defínense dentro duns niveis de confianza. Neste sentido, a maioría dos estudos realizados en escenarios sometidos a

sismos empregaron matrices de vulnerabilidade que proporcionan clases de danos asociados á intensidade.

2.1. CLASES DE VULNERABILIDADE DOS EDIFICIOS SEGUNDO A ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA

A Escala macrosísmica europea (EMS) establece a clasificación dos edificios en clases de vulnerabilidade exposta na seguinte figura 3.1.

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

Figura 3.1. Clasificación dos edificios en clases de vulnerabilidade na escala EMS-98

Onde:

- "O" é a clase de vulnerabilidade máis probable.
- "___" indica o rango probable.
- "---" indica o rango de casos menos probables ou excepcionais.

Cada unha das clases de vulnerabilidade corresponde a un tipo de edificación en función do tipo de estrutura e dos materiais de construción. De tal maneira:

- Vulnerabilidade A: edificios de fábrica de pedra solta ou adobe.
- Vulnerabilidade B: edificios de fábrica sen armar, como ladrillos ou bloques.
- Vulnerabilidade C: edificios de fábrica, como cantería ou forxados de formigón armado.
- Vulnerabilidade D: edificios de fábrica armados, edificios de formigón armado con deseño sismorresistente e con estruturas de madeira.
- Vulnerabilidade E: edificios de formigón armado con estruturas e muros con deseño sismorresistente, edificios de aceiro e estruturas de madeira.
- Vulnerabilidade F: edificios de formigón armado con deseño sismorresistente e edificios de aceiro.

A avaliación da vulnerabilidade sísmica a través da categorización de construcións en diferentes tipoloxías estruturais, identificadas a partir dunhas poucas características fundamentais e vinculadas a matrices de probabilidade de danos, baséase no acceso á información non altamente especializada, facilmente dispoñible e adaptable a un amplo espectro de aplicacións a grande escala.

A clasificación das edificacións de vivendas de Galicia en clases de vulnerabilidade, de acordo coa EMS-98, realízase tomando como base as características destas vivendas que figuran no Censo de poboación e vivendas 2021, do INE. Concretamente, esta clasificación realizouse en base á antigüidade, á localización (urbana ou rural) e á altura da edificación.

a. Tipoloxías construtivas

É común realizar unha clasificación dos edificios asignándolles diferentes niveis de vulnerabilidade en función dos tipos de materiais de construción. Swiss (1985) indica que a vulnerabilidade dos edificios de parede de pedra non reforzada por unha mesma intensidade sísmica é seis veces maior que a dos edificios con sistemas estruturais de formigón armado.

Con todo, as clases de vulnerabilidade derivadas das tipoloxías estruturais deben ser modificadas debido a factores como a idade da edificación e o grao de regularidade e simetría. A influencia da regularidade e simetría das edificacións é un parámetro pouco documentado, posiblemente debido á dificultade para cuantificar estes factores de maneira precisa. Con todo, comprobouse en terremotos pasados que estes factores teñen unha grande influencia na vulnerabilidade das edificacións. Estudos realizados tras eventos sísmicos anteriores revelaron que os edificios con irregularidades e falta de simetría tenden a ser moito máis vulnerables en comparación con aqueles que se consideran regulares e simétricos (Tiedemann, 1986).

Para considerar un edificio como regular, debe presentar simetría e un sistema estrutural sinxelo, robusto e sen puntos débiles. Por tanto, exclúense desta categoría de regulares os

edificios que teñen unha disposición en planta en forma de H, T ou L, e aqueles que contan con pisos flexibles ou que están situados en terreos con pendentes significativas.

b. Idade das edificacións

Varios estudos determinaron que a partir dos 50 anos de antigüidade os edificios de parede de pedra vólvense entre catro e cinco veces máis vulnerables. A idade é un factor que incide directamente na deterioración da resistencia e no comportamento particular das construcións de ladrillo e morteiro. Ademais, nos edificios de nova construción, especialmente os de pórticos de aceiro e formigón armado, mellóranse os métodos de deseño e construción, o que implica que sexan menos vulnerables que os edificios máis antigos (Cochrane & Schaad, 1992).

A antigüidade das edificacións é un dos parámetros de máis relevancia utilizado para agrupar as edificacións residenciais en clases de vulnerabilidade da EMS-98. Seguindo un enfoque similar ao utilizado no estudo da vulnerabilidade das edificacións esenciais realizado para Cataluña (S. Safina, 2002), levouse a cabo unha clasificación en tres períodos construtivos. Estes períodos coinciden coas transformacións experimentadas na construción nesa comunidade autónoma e as edificacións divídense en tres categorías segundo o seu ano de construción: antes de 1950, entre 1950 e 1970 e posteriores a 1970.

De maneira similar, lévase a cabo outra clasificación correspondente á utilizada no simulador SES2002, no que os períodos construtivos se dividen en catro: antes de 1950, de 1950 a 1975, de 1976 a 1995 e posterior a 1996. Esta clasificación reflicte a evolución histórica da construción e o progreso da normativa legal e técnica:

- O primeiro período agrupa todas as edificacións construídas antes de 1950, que presentan tipoloxías estruturais baseadas en muros de carga e estruturas de madeira sen arriostar.
- No período de 1950 a 1975, as edificacións experimentan melloras na súa resistencia ante eventos sísmicos. En 1968, apróbase a norma básica sismorresistente PGS-1, na que se prescribe o cálculo das accións sísmicas para determinadas estruturas, pero non será operativa ata que, coa aprobación da Norma tecnolóxica da edificación NTE-ECS/1973, se desenvolve o cálculo a nivel operativo. En concreto, a Norma MV 201-1972, "Muros resistentes de fábricas de ladrillo", obriga a considerar a estabilidade ante accións sísmicas nas construcións destas tipoloxías estruturais e impón condicións de arriostamento. Por outra banda, é a partir de 1970 cando se xeneraliza o uso do formigón armado con maior potencial para resistir cargas sísmicas.
- O período comprendido entre 1976 e 1995 conta coa Norma sismorresistente PDS-1 (1974), que aborda de maneira máis detallada o cálculo de estruturas fronte a accións sísmicas. Ademais, este período caracterízase por un aumento significativo na construción de edificios con estruturas de aceiro.
- O período construtivo posterior a 1995 coincide cun proceso de edificación caracterizado por un control da calidade na execución dos detalles construtivos. Nesta etapa, a Norma de construción sismorresistente NCSE-02 establece os parámetros tanto para o cálculo coma para o deseño que garantan o comportamento adecuado das edificacións ante os fenómenos sísmicos.

c. Altura das edificacións

A altura das edificacións foi clasificada de acordo con dous valores extremos: o primeiro define os edificios baixos e correspóndese con 12 m, altura na que as paredes son suficientemente resistentes para soportar as cargas gravitatorias con ampla seguridade (excepto algúns "pisos principais" de catro metros de altura con paredes de 15 cm de espesor, que non son suficientemente seguros). O outro extremo, que se relaciona con edificios altos, é a altura de 18 m, nivel no que os muros están practicamente en réxime de tensións admisibles máximas. Como nivel intermedio, estimáronse os 15 m (Mañá, 1995).

d. Síntese das clasificacións da vulnerabilidade segundo a EMS-98

Como síntese da consideración dos diferentes elementos descritos a partir da EMS-98, establécense dúas clasificacións das edificacións reflectidas nas táboas 3.1 e 3.2. No caso da táboa 3.1, as porcentaxes de vulnerabilidade asígnanse aos edificios dependendo da súa antigüidade e da súa localización en áreas urbanas ou rurais, sen ter en conta a altura.

Data de construción	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

Táboa 3.1. Clasificación dos edificios de vivendas en clases de vulnerabilidade da EMS-98

Porén, no caso da táboa 3.2, as clases de vulnerabilidade dos edificios calcúlanse tendo en conta a súa antigüidade, altura e localización.

Altura	Ata 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
	Tipoloxía 1	Tipoloxía 4	Tipoloxía 7	Tipoloxía 10	Tipoloxía 13	Tipoloxía 16
= 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
	Tipoloxía 2	Tipoloxía 5	Tipoloxía 8	Tipoloxía 11	Tipoloxía 14	Tipoloxía 17
> 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	
	Tipoloxía 3	Tipoloxía 6	Tipoloxía 9	Tipoloxía 12	Tipoloxía 15	Tipoloxía 18

Táboa 3.2. Clasificación dos edificios de vivenda en clases de vulnerabilidade da EMS-98

Se se analizan os valores porcentuais da táboa 3.2., é posible observar un incremento na vulnerabilidade A segundo aumenta a antigüidade do edificio e a súa altura, así como cando se trata de edificacións situadas en áreas rurais. Isto débese a que, en moitos casos, son vivendas unifamiliares máis susceptibles ao risco sísmico debido a que, en xeral, a calidade da construción é inferior en comparación coas edificacións situadas en zonas urbanas.

Así mesmo, dada a maior precisión na clasificación das clases de vulnerabilidade das edificacións, a táboa 3.2. foi empregada para o cálculo e representación dos mapas de vulnerabilidade en Galicia.

2.2. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE VULNERABILIDADES

As porcentaxes das diferentes clases de vulnerabilidade asignados a cada municipio de Galicia representáronse graficamente mediante mapas que mostran a división municipal da rexión. Consideráronse catro mapas en total, un por cada clase de vulnerabilidade, utilizando a clasificación que considera os parámetros de localización, ano de construción e altura da edificación.

Como se comentou en puntos anteriores, estes datos das edificacións de Galicia obtivéronse do Censo de poboación e vivenda 2021. Neste caso, os datos relativos á localización clasifican os municipios en zonas urbanas, rurais e intermedias. Para este estudo, consideráronse para as zonas intermedias as mesmas características que para as zonas rurais.

a. Mapa de distribución de vulnerabilidade A en Galicia

A figura 3.2. mostra a distribución da clase de vulnerabilidade A nos distintos municipios de Galicia.

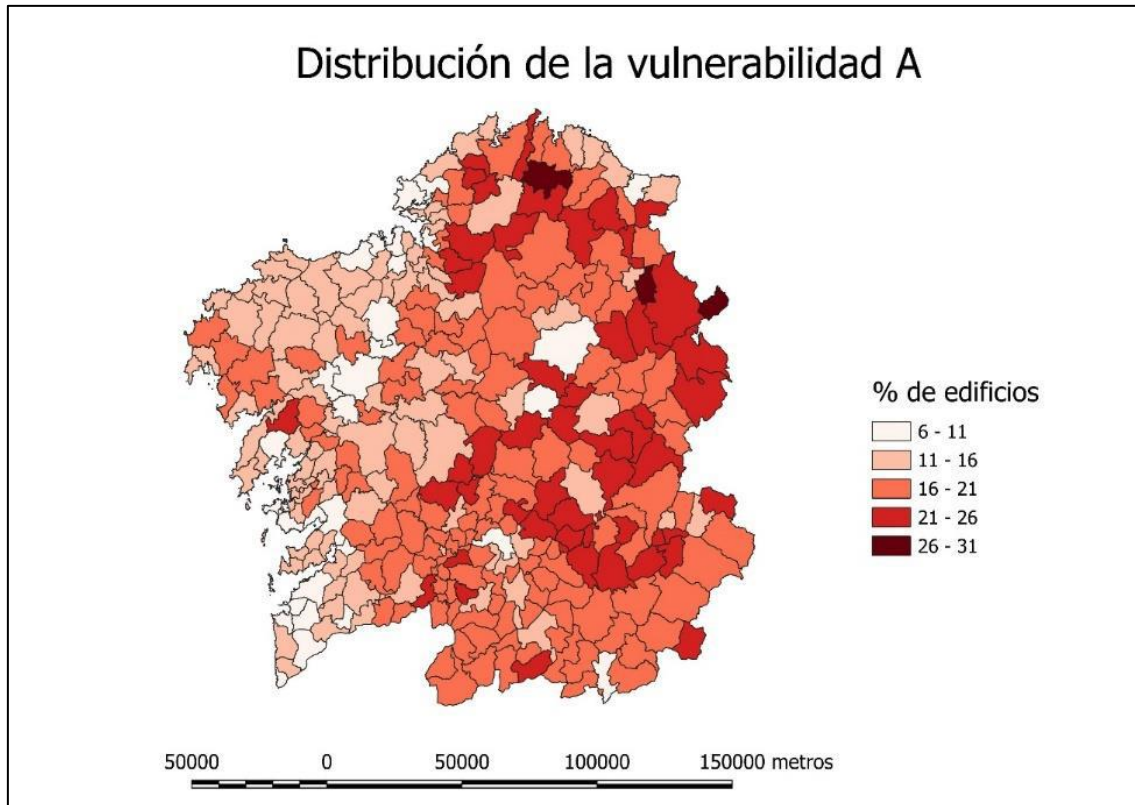


Figura 3.2. Mapa de distribución da clase de vulnerabilidade A

A máxima porcentaxe de edificios con vulnerabilidade A é do 29,22 %. Por outra banda, o rango predominante en Galicia desta clase de vulnerabilidade oscila entre o 16 e o 21 % dos edificios.

A seguinte táboa 3.3. mostra o número de municipios para os cinco rangos de porcentaxe de vulnerabilidade A que foron establecidos.

% edificios vulnerabilidade A	N.º de municipios
6-11	33
11-16	98
16-21	130
21-26	51
26-31	3

Táboa 3.3. Distribución da clase de vulnerabilidade A

b. Mapa de distribución de vulnerabilidade B en Galicia

A distribución da clase de vulnerabilidade B, representada na figura 3.3., alcanza a maior porcentaxe de edificios, cun valor máximo de 68,44 %.

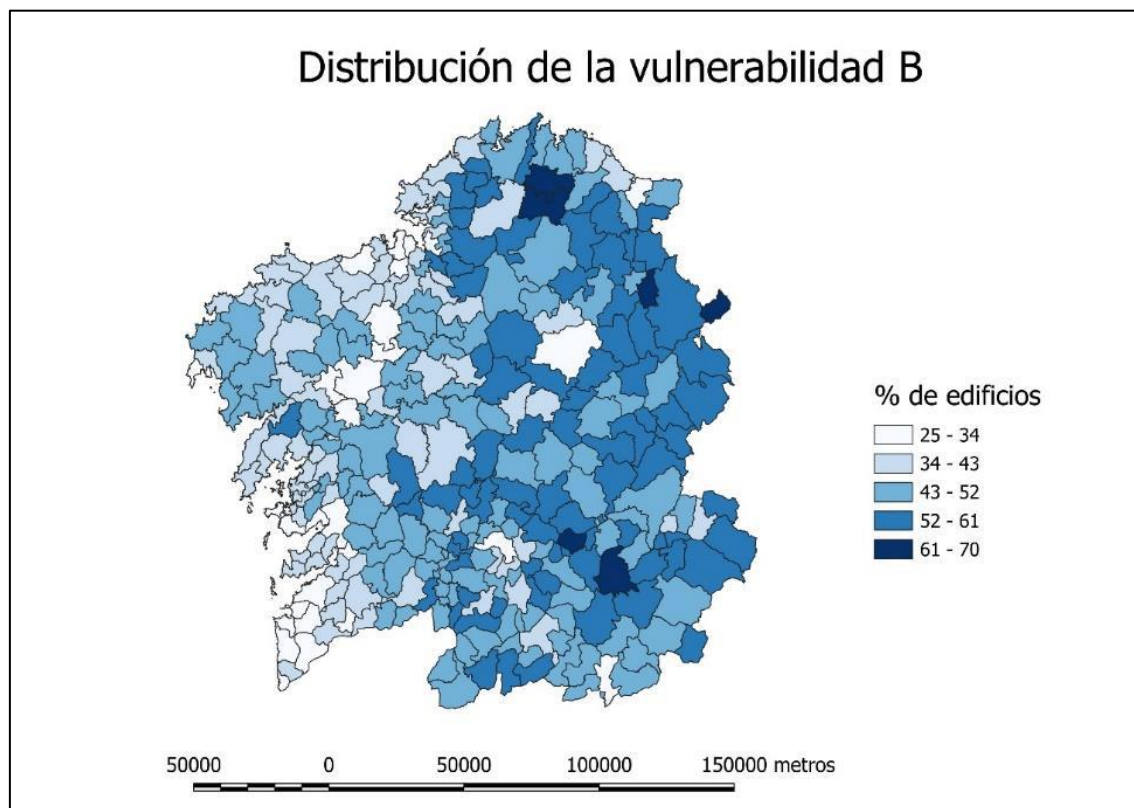


Figura 3.3. Mapa de distribución da clase de vulnerabilidade B

O rango predominante oscila entre o 43 e o 52 % dos edificios. Así mesmo, a seguinte táboa 3.4. mostra o número de municipios para os cinco rangos de porcentaxe de vulnerabilidade B que foron establecidos.

% edificios vulnerabilidade B	N.º de municipios
25-34	31
34-43	80
43-52	116
52-61	82
61-70	6

Táboa 4.4. Distribución da clase de vulnerabilidade B

c. Mapa de distribución de vulnerabilidade C en Galicia

A figura 3.4. representa a distribución da clase de vulnerabilidade C. Esta é unha das dúas clases predominantes en Galicia, con porcentaxes que chegan ata un 60,12 %.

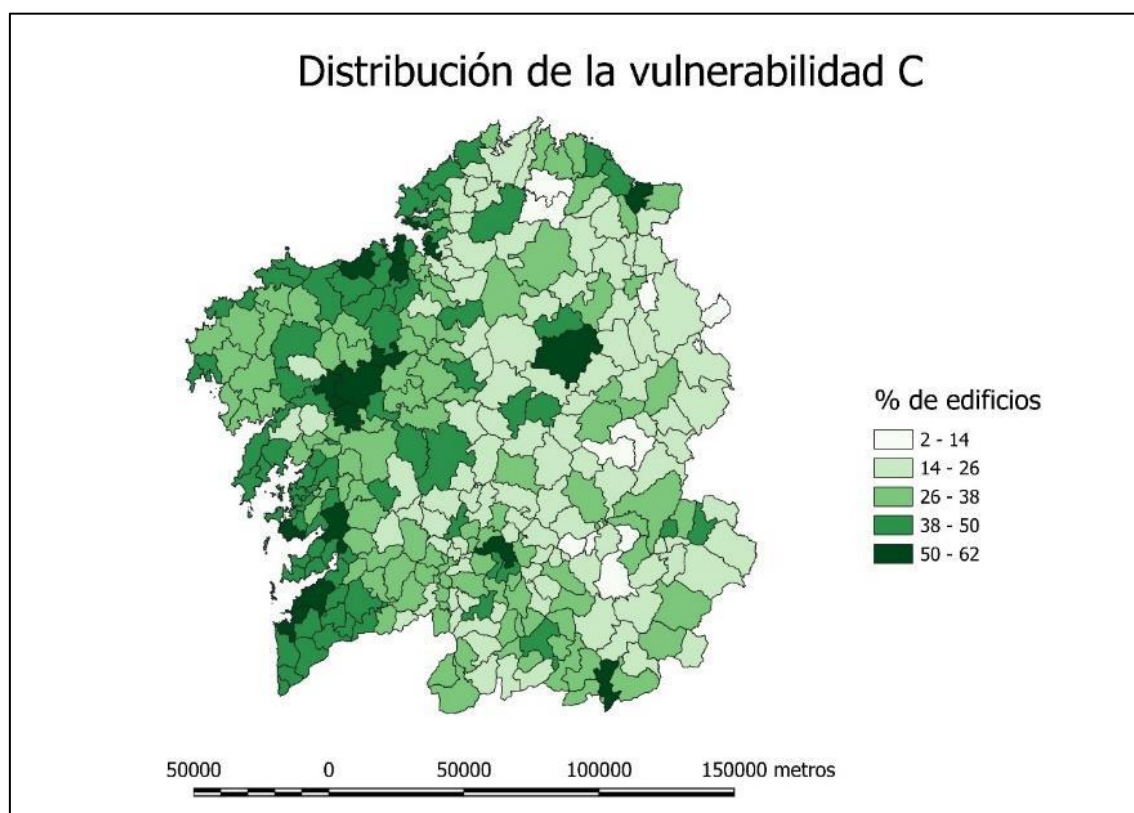


Figura 3.4. Mapa de distribución da clase de vulnerabilidade C

O rango observado para a maioría dos municipios está comprendido entre o 26 e o 38 %.

A táboa 3.5. recolle o número de municipios para os cinco rangos de porcentaxe de vulnerabilidade B que foron establecidos.

% edificios vulnerabilidade C	N.º de municipios
2- 14	10
14- 26	100
26- 38	104
38-50	83
50-62	18

Táboa 5.5. Distribución da clase de vulnerabilidade B.

d. Mapa de distribución de vulnerabilidade D en Galicia

Por último, a clase de vulnerabilidade D é a menos predominante en Galicia, que ten como porcentaxe máis alta un 8,67 %. A súa distribución está representada na seguinte figura 3.5.

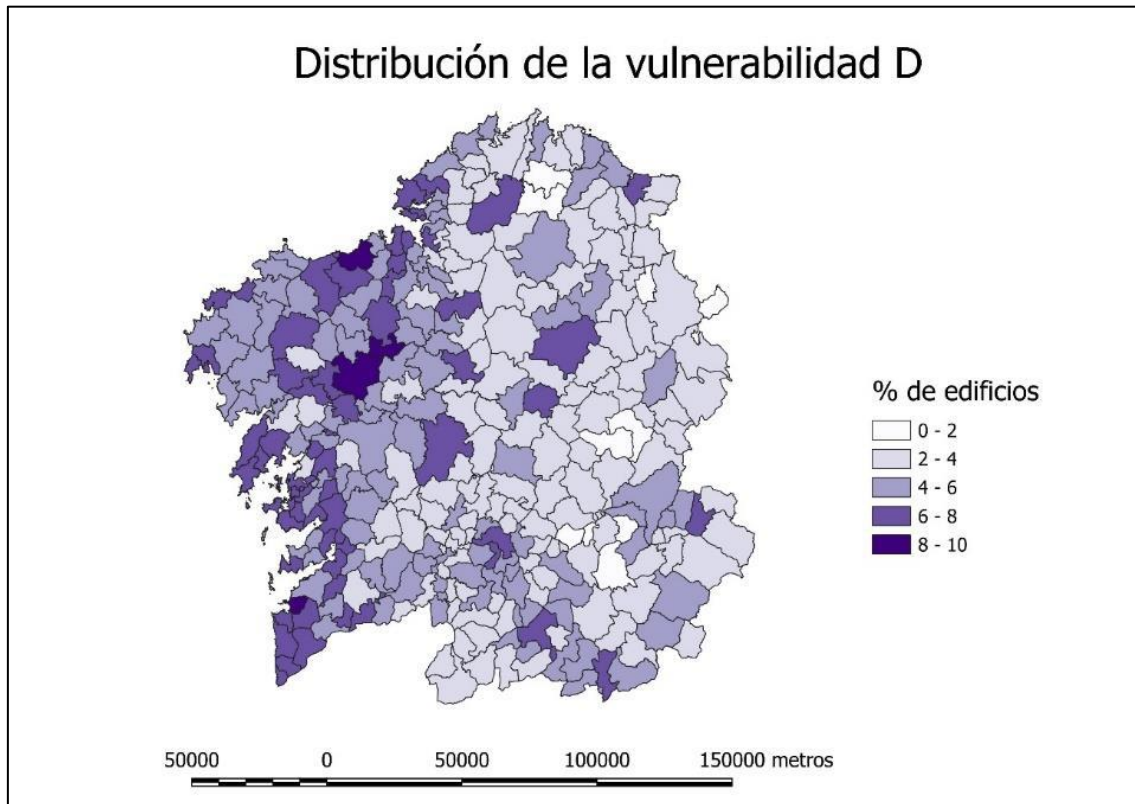


Figura 3.5. Distribución da clase de vulnerabilidade D

O rango que se observa na maioría dos municipios oscila entre o 2 % e o 4 % das edificacións, como se pode ver na seguinte táboa 3.6.

% edificios vulnerabilidade D	N.º de municipios
0-2	10
2-4	126
4-6	111
6-8	64
8-10	4

Táboa 6.6. Distribución da clase de vulnerabilidade D

e. Clasificación xeral da vulnerabilidade en Galicia

Co obxectivo de clasificar a vulnerabilidade dos municipios en clases de vulnerabilidade interpretables sen coñecemento da EMS-98, e tendo en conta as diferentes porcentaxes de clases de vulnerabilidade A, B, C e D presentes en cada municipio de Galicia, considéranse tres categorías de vulnerabilidade: baixa, media e alta. Estas categorías detállanse na táboa 3.7.

Vulnerabilidade	Condición	Descrición
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	$A < 25 \% < + B < 50 \% + (C+D) < 50 \%$
Baixa	5	$A < 25 \% < + B < 25 \% + (C+D) \geq 50 \%$

Táboa 3.7. Clasificación da vulnerabilidade en Galicia segundo a porcentaxe de edificios con vulnerabilidade A, B, C e D

Segundo esta clasificación, un municipio catalógase como de alta vulnerabilidade se cumpre a condición 1, onde predominan as clases A e B constitúen o 25 % ou máis e hai unha presenza limitada das clases C e D, (menos do 25 % entre as dúas). As condicións 2, 3 e 4 defíníronse como vulnerabilidade media, nas cales persiste unha presenza significativa da clase B e aumenta a presenza das clases C e D. Por último, a condición 5 considérase como vulnerabilidade baixa, xa que se reduce de maneira considerable a presenza das clases A e B, ao mesmo tempo que se incrementa o número de edificacións das clases C e D.

Aínda que o criterio adoptado é subxectivo, permite observar en conxunto todas as clases de vulnerabilidade de cada municipio. Desta forma, na táboa 3.8. indícase o número de municipios que pertencen a cada clase de vulnerabilidade. De acordo cos resultados, o 79 % dos municipios de Galicia atópanse dentro da clase de vulnerabilidade media

Vulnerabilidade	N.º de municipios
Alta	6
Media	249
Baixa	60

Táboa 3.8. Clasificación da vulnerabilidade en Galicia

Doutra banda, esta distribución dos municipios galegos nas tres clases de vulnerabilidade represéntase na seguinte figura 3.6.

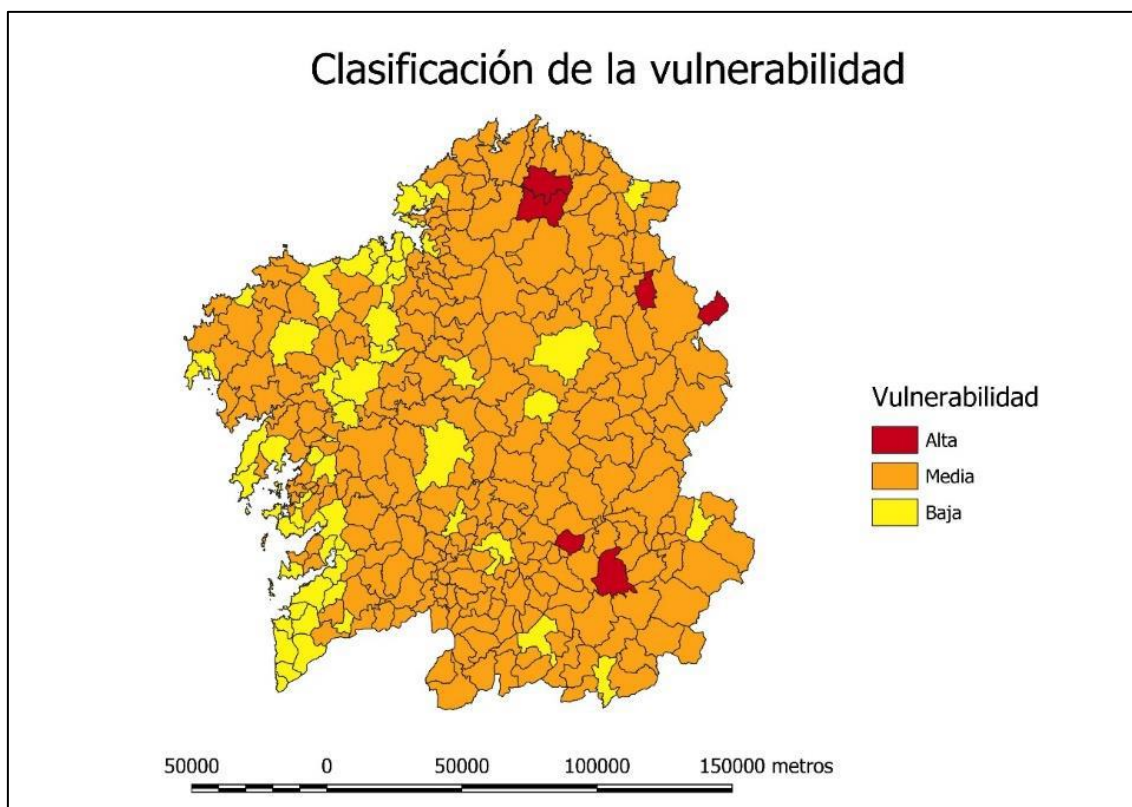


Figura 3.6. Mapa de clasificación da vulnerabilidade en alta, media e baixa

2.3. COMPARACIÓN DA VULNERABILIDADE DOS MUNICIPIOS CUNHA POBOACIÓN SUPERIOR A 50.000 HABITANTES

Neste apartado, préstase especial atención aos municipios que contan cunha poboación superior aos 50.000 habitantes: Ferrol, Pontevedra, Lugo, Santiago de Compostela, Ourense, A Coruña e Vigo. Desta forma, a figura 3.7. mostra a distribución das clases de vulnerabilidade nas edificacións destes municipios. En termos de proporcións, obsérvase a presenza predominante xa coñecida das clases B e C, cunha tendencia a complementarse mutuamente, é dicir, cando a presenza da clase B diminúe, aumenta a clase C. Isto é máis notable naqueles municipios onde recentemente houbo un certo crecemento na construción de vivendas.

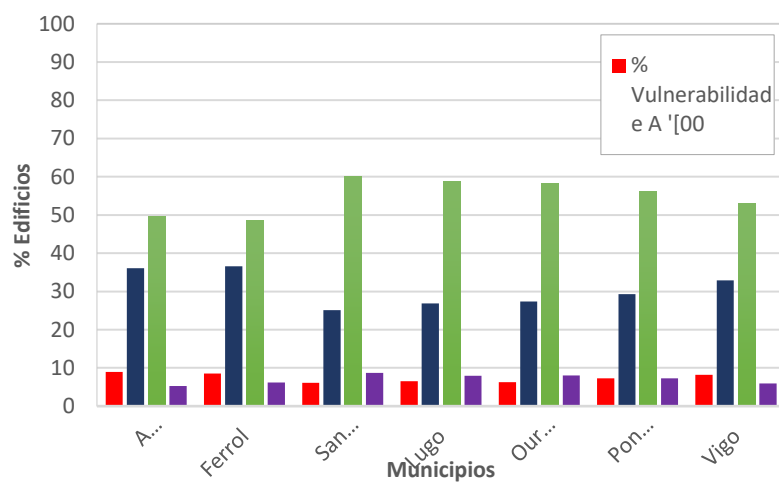


Figura 3.7. Distribución das clases de vulnerabilidade nos municipios cunha poboación maior a 50.000 habitantes

2.4. ESTIMACIÓN DE DANOS NAS EDIFICACIÓNS

a. O dano

Os graos de dano recollidos na EMS-98 para os edificios de cachotería e formigón armado descríbense nas seguintes figuras 3.8 e 3.9.

	Grado 1: daño leve (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.
	Grado 2: Daño moderado (Daño estructural leve; daño no estructural moderado). Grietas en muchas paredes. Caída de trozos bastante grandes del yeso.
	Grado 3: Daño severo. (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.)
	Grado 4: Daño muy severo. (Daño estructural severo, daño no estructural muy severo.) Roturas graves en los muros. Derrumbe estructural parcial de suelos y techos.
	Grado 5: Destrucción (Daño estructural muy severo). Colapso total o casi total del edificio.

Figura 3.8. Clasificación de danos en edificios de fábrica ou cachotería da EMS-98

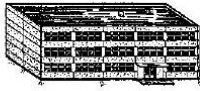
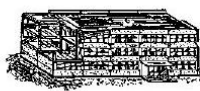
	Grado 1: daño leve (Sin daño estructural; leve daño no estructural) Grietas finas en el yeso sobre los elementos estructurales en la base de las paredes. Grietas en las paredes de separación y de relleno.
	Grado 2: Daño moderado (Daño estructural leve; daño no estructural moderado). Grietas en las columnas, 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 danos en edificios de formigón armado da EMS-98

A definición dos graos de intensidade segundo a EMS-98 no que se refire á edificación enúnciase a continuación:

- Grao de intensidade I. Non sentido:
 - Ningún dano
- Grao de intensidade II. Apenas sentido:
 - Ningún dano
- Grao de intensidade III. Débil:
 - Ningún dano
- Grao de intensidade IV. Amplamente observado:
 - Ningún dano
- Grao de intensidade V. Forte:
 - Danos de grao 1, algúns edificios de clases de vulnerabilidade A e B
- Grao de intensidade VI. Levemente daniño:
 - Danos de grao 1, moitos edificios de clase de vulnerabilidade A e B
 - Danos de grao 2, algúns edificios de clase de vulnerabilidade A e B
 - Danos de grao 1, algúns edificios de clase de vulnerabilidade C
- Grao de intensidade VII. Daniño:
 - Danos de grao 3, moitos edificios de clase de vulnerabilidade A
 - Danos de grao 4, algúns edificios de clase de vulnerabilidade A
 - Danos de grao 2, moitos edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Danos de grao 3, algúns edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Danos de grao 2, algúns edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 1, algúns edificios de clase de vulnerabilidade D
- Grao de intensidade VIII. Gravemente daniño:
 - Danos de grao 4, moitos edificios de clase de vulnerabilidade A
 - Danos de grao 5, algúns edificios de clase de vulnerabilidade A
 - Danos de grao 3, moitos edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Danos de grao 4, algúns edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Danos de grao 2, moitos edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 3, algúns edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 2, algúns edificios de clase de vulnerabilidade D
- Grao de intensidade IX. Destrutor:
 - Danos de grao 5, moitos edificios de clase de vulnerabilidade A
 - Danos de grao 4, moitos edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Danos de grao 5, algúns edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Danos de grao 3, moitos edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 4, algúns edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 2, moitos edificios de clase de vulnerabilidade D
 - Danos de grao 3, algúns edificios de clase de vulnerabilidade D
 - Danos de grao 2, algúns edificios de clase de vulnerabilidade E
- Grao de intensidade X. Moi destrutor:
 - Danos de grao 5, a maioría de edificios de clase de vulnerabilidade A
 - Danos de grao 4, moitos edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 5, algúns edificios de clase de vulnerabilidade C

- Danos de grao 3, moitos edificios de clase de vulnerabilidade D
 - Danos de grao 4, algúns edificios de clase de vulnerabilidade D
 - Danos de grao 2, moitos edificios de clase de vulnerabilidade E
 - Danos de grao 3, moitos edificios de clase de vulnerabilidade E
 - Danos de grao 2, algúns edificios de clase de vulnerabilidade F
- Grao de intensidade XI. Devastador:
 - Danos de grao 5, a maioría de edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Danos de grao 4, a maioría de edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 5, moitos edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Danos de grao 4, moitos edificios de clase de vulnerabilidade D
 - Danos de grao 5, algúns edificios de clase de vulnerabilidade D
 - Danos de grao 3, moitos edificios de clase de vulnerabilidade E
 - Danos de grao 4, algúns edificios de clase de vulnerabilidade E
 - Danos de grao 2, moitos edificios de clase de vulnerabilidade F
 - Danos de grao 3, algúns edificios de clase de vulnerabilidade F
- Grao de intensidade XII. Completamente devastador:
 - Destrución total dos edificios de clase de vulnerabilidade A
 - Destrución total dos edificios de clase de vulnerabilidade B
 - Destrución total dos edificios de clase de vulnerabilidade C
 - Destrución da maioría dos edificios de clase de vulnerabilidade D
 - Destrución da maioría dos edificios de clase de vulnerabilidade E
 - Destrución da maioría dos edificios de clase de vulnerabilidade F

b. Matrices de vulnerabilidade

As matrices de vulnerabilidade ou probabilidade de danos constitúen un medio para expresar a vulnerabilidade da estrutura mediante a probabilidade discreta da distribución de dano para cada tipo de estrutura e cada intensidade sísmica.

Estas matrices de probabilidade de danos adóitanse determinar a partir da análise estatística dos datos de danos observados nas edificacións despois de producirse un terremoto. Nesa liña, Chávez (1998) levou a cabo, mediante o uso de técnicas estatísticas, un exame da vulnerabilidade de 32.548 edificacións que se viron sometidas á acción do terremoto de Irpinia, producido o 23 de novembro do 1980 no sur de Italia, que se percibiu en máis de 600 municipios.

A análise deses datos permitiu obter as matrices de probabilidade de danos correspondentes ás seis clases de vulnerabilidade A, B, C, D, E e F e os graos de intensidade sísmica VI, VII, VIII, IX e X definidos pola escala EMS-98.

Para estimar o dano das edificacións en Galicia utilizáronse estas matrices de probabilidade de danos (táboa 3.9) unicamente para as intensidades VI-VII, posto que todas as intensidades están dentro dese rango na totalidade de municipios galegos. De igual maneira, non se inclúen as vulnerabilidades E e F por tratarse de construcións feitas con normas sismorresistentes e non estar presentes en ningún territorio da comunidade.

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

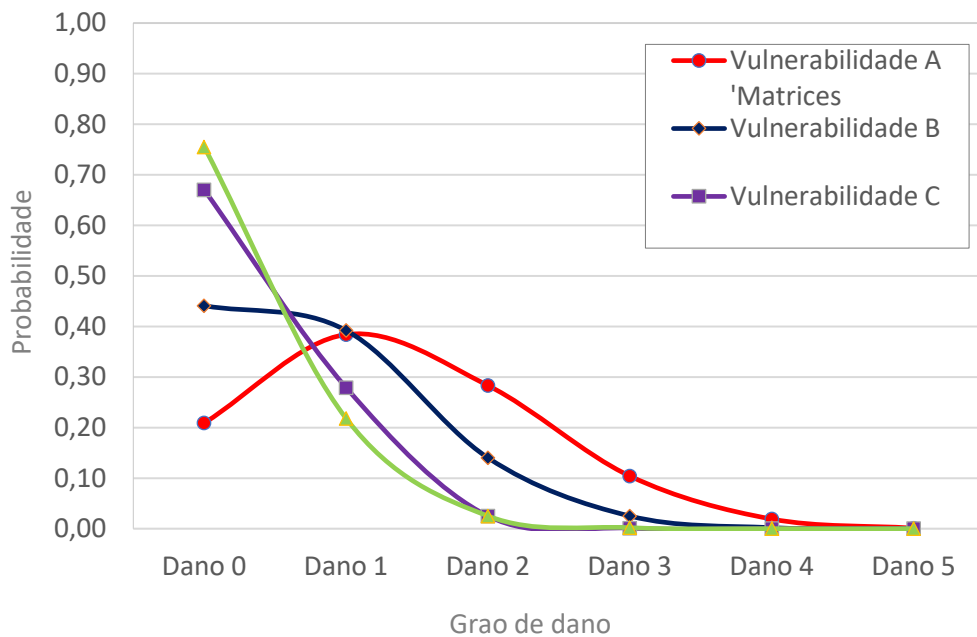
	0	1	2	3	4	5
V	0,670	0,279	0,047	0,004	0,000	0,000
V-VI	0,5555	0,3355	0,0935	0,0145	0,001	0,000
VI	0,441	0,392	0,14	0,025	0,002	0,000
VI-VII	0,325	0,388	0,211	0,064	0,011	0,001
VII	0,209	0,384	0,283	0,104	0,019	0,001
VII-VIII	0,145	0,323	0,314	0,165	0,047	0,006
VIII	0,08	0,263	0,346	0,227	0,074	0,01
VIII-IX	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

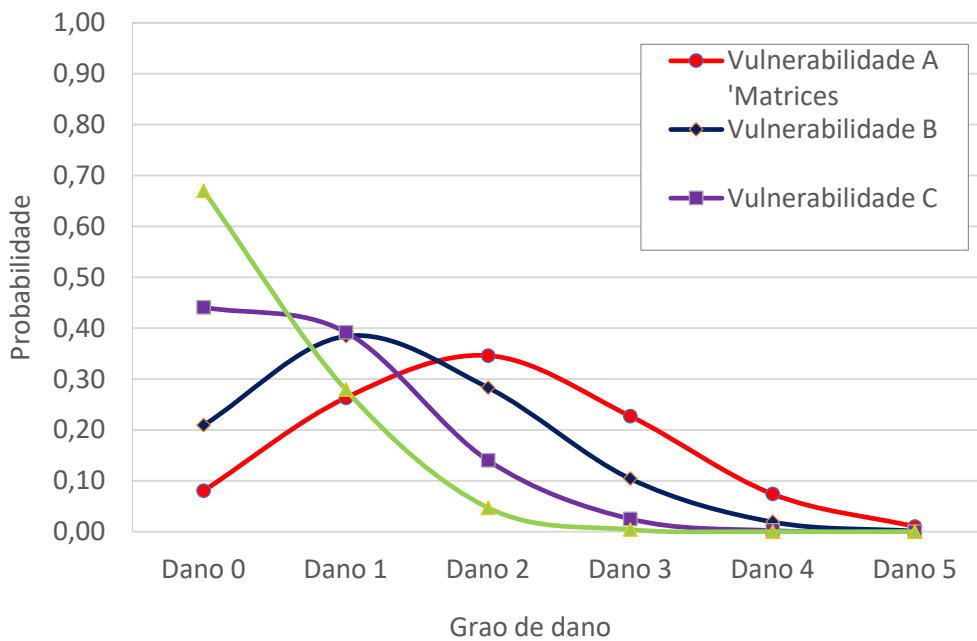
	0	1	2	3	4	5
V	0,859	0,133	0,008	0	0	0
V-VI	0,807	0,1755	0,0165	0,001	0	0
VI	0,755	0,218	0,025	0,002	0	0
VI-VII	0,712	0,249	0,036	0,003	0	0
VII	0,67	0,279	0,047	0,004	0	0
VII-VIII	0,556	0,336	0,093	0,014	0,001	0
VIII	0,441	0,392	0,14	0,025	0,002	0
VIII-IX	0,325	0,388	0,211	0,064	0,011	0,001
IX	0,209	0,384	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

Táboa 3.9. Matriz de vulnerabilidade modelo Irpinia

Nas seguintes gráficas 3.1. e 3.2., pódense observar graficamente as matrices de vulnerabilidade para as intensidades VI e VII do EMS-98.



Gráfica 3.1. Matriz de vulnerabilidade da intensidade VI



Gráfica 3.2. Matriz de vulnerabilidade da intensidade VII

Queda de manifesto o feito de que os edificios de clase de vulnerabilidade alta están expostos a experimentar danos importantes, aínda que se trate de baixas intensidades, e demóstrase a elevada influencia da vulnerabilidade das edificacións en evento de desastres sísmicos.

c. Resultados da avaliación de danos nos edificios de Galicia

A continuación, móstranse seis mapas (figuras 3.10. a 3.15) coa distribución de edificios de cada municipio para os seis graos de dano definidos anteriormente.

Na figura 3.10., preséntase a distribución dos edificios que non experimentarían ningún dano pola acción do terremoto. Pode observarse que a maior cantidade de edificios sen danos se atopan maiormente nos municipios que máis se desenvolveron nos últimos anos e que presentan clases de vulnerabilidades máis altas.

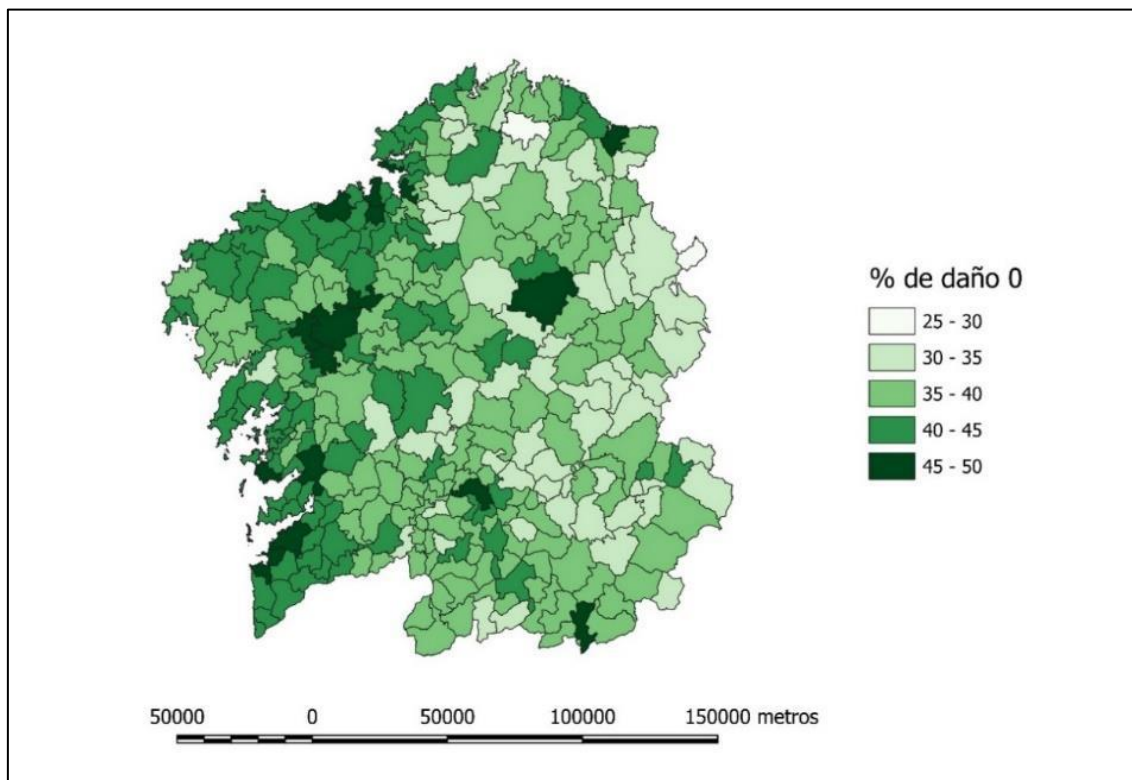


Figura 3.10. Distribución dos edificios que non experimentarían dano ningún

Na figura 3.11 móstrase a distribución dos edificios que sufrirían dano grao 1.

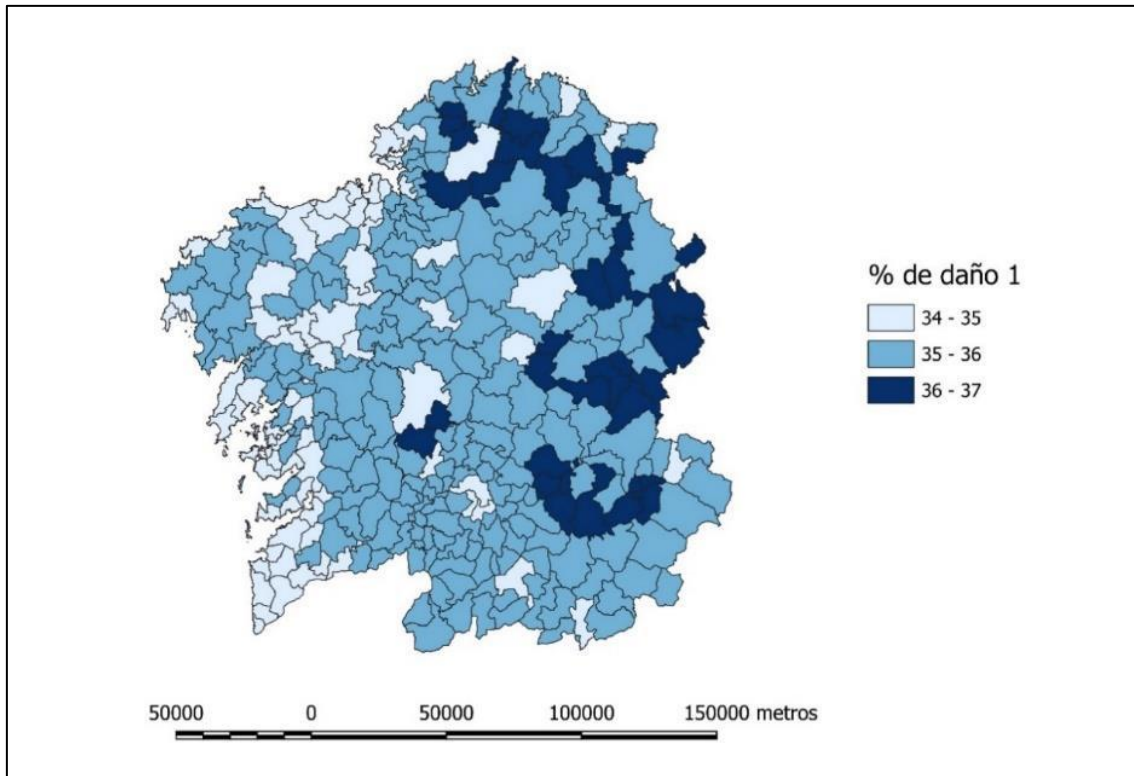


Figura 3.11. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 1

Na figura 3.12. e 3.13., móstranse as distribucións dos edificios que sufrirían un dano de grao 2 e grao 3, respectivamente.

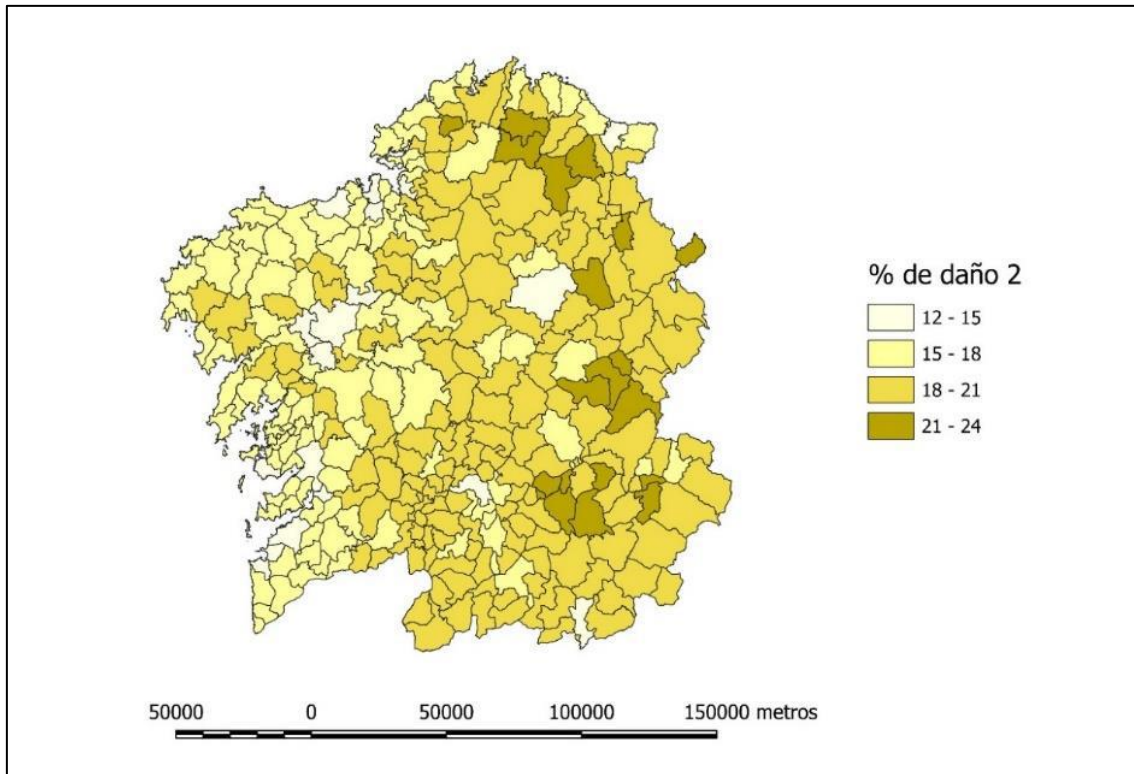


Figura 3.12. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 2

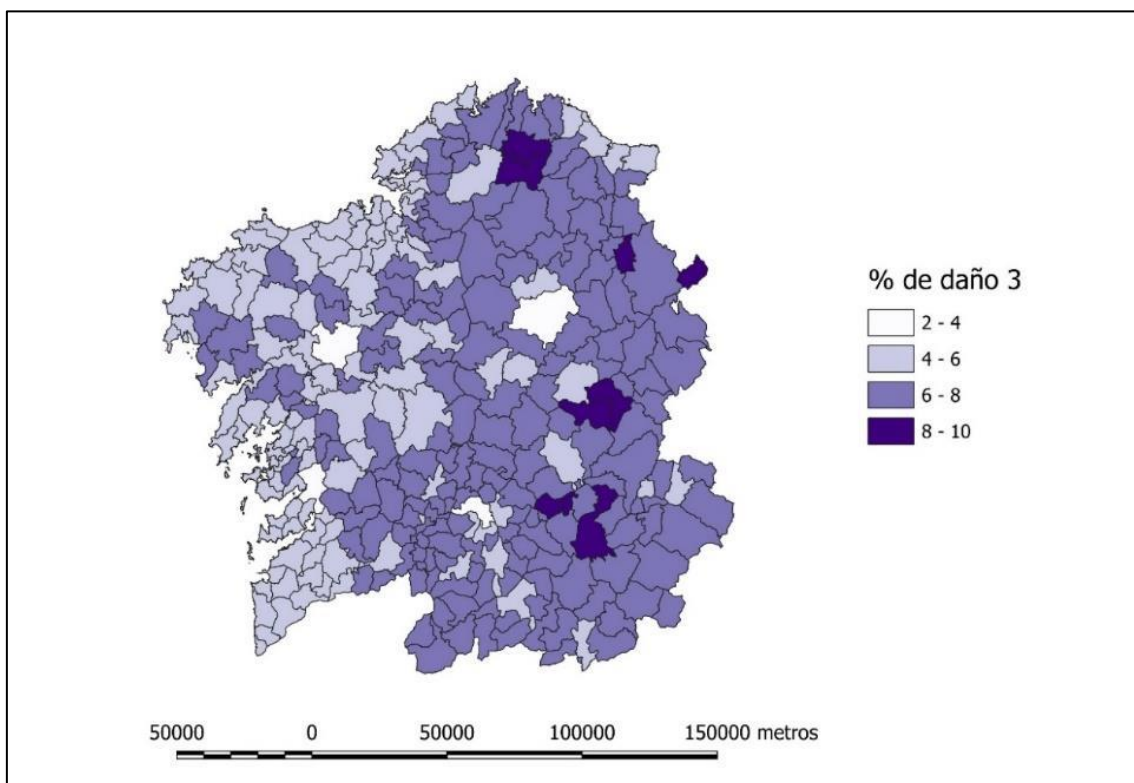


Figura 3.13. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 3

Na figura 3.14., móstrase a distribución dos edificios que sufrirían dano grao 4.

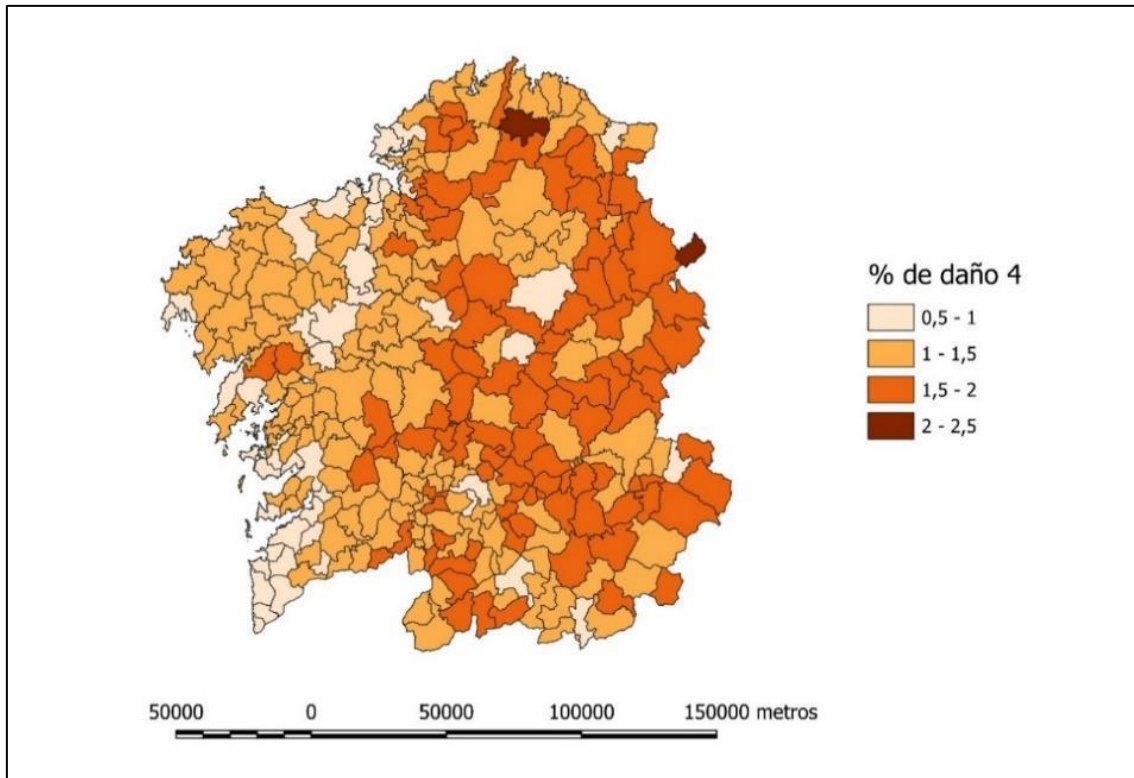


Figura 3.14. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 4

Na figura 3.15. móstrase a distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 5.

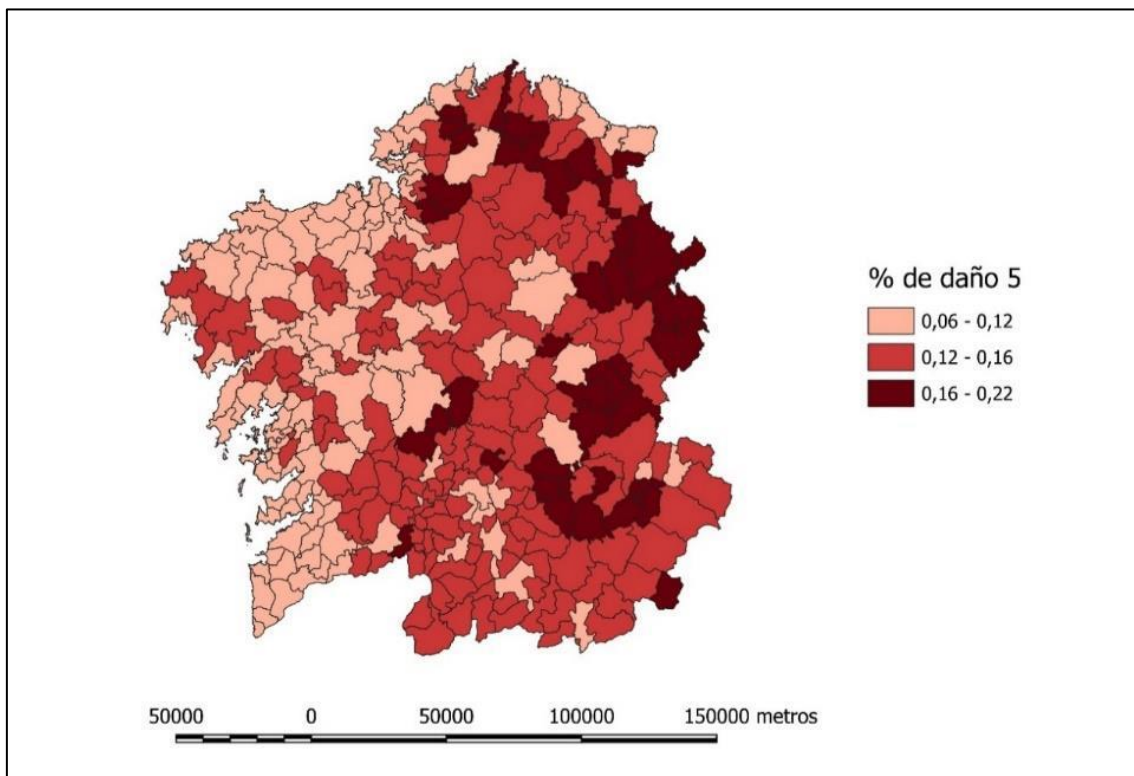


Figura 3.15. Distribución dos edificios que sufrirían dano de grao 5

Como se pode observar, a medida que vai aumentando o grao de dano vai diminuindo a porcentaxe de edificios que sufrirían este dano por causas do sismo. Isto coincide, ademais, coa distribución das vulnerabilidades, de tal maneira que os municipios con vulnerabilidades máis altas son os máis propensos a sufrir maiores danos.

d. Danos nos municipios cunha poboación superior a 50.000 habitantes

Neste apartado, préstaselles especial atención de novo aos municipios que contan cunha poboación superior aos 50.000 habitantes: Ferrol, Pontevedra, Lugo, Santiago de Compostela, Ourense, A Coruña e Vigo. Desta forma, a figura 3.16. mostra a distribución dos diferentes graos de dano nas edificacións destes municipios. En termos de proporción, obsérvase que os graos de dano 0 e 1 son os maioritarios en todos os municipios. Isto é debido a que, ao tratarse dos municipios máis grandes en termos de poboación, son tamén os que presentan un crecemento significativo nos últimos anos en canto ao número de edificacións e, á súa vez, na calidade da súa construción.

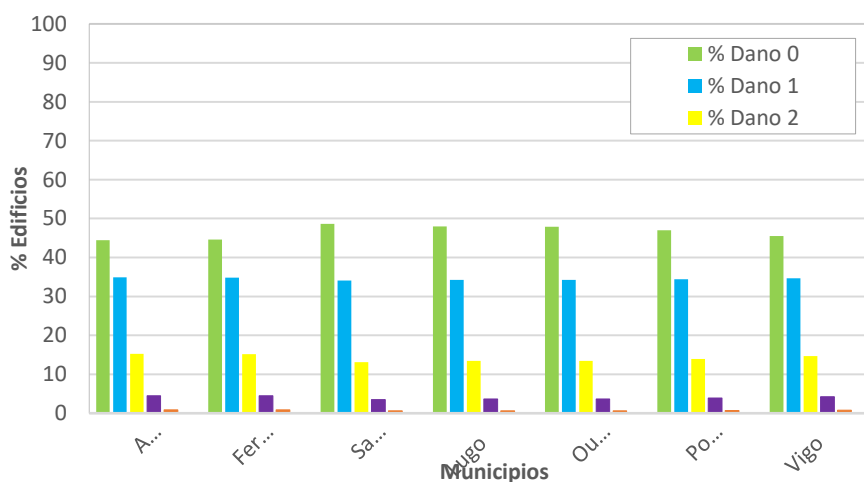


Figura 3.16. Distribución dos graos de dano nos municipios cunha poboación maior a 50.000 habitantes

3. AVALIACIÓN DA VULNERABILIDADE DAS PERSOAS

A cantidade de persoas feridas ou falecidas como consecuencia dos efectos dun sismo é unha magnitude que depende de moitas variables. Non se limita unicamente ao número de edificacións afectadas e ás persoas que se atopan nelas, senón que tamén está condicionada por factores como a época do ano ou o día e a hora en que ocorre o terremoto.

Para estimar o potencial número de persoas afectadas por un terremoto, empregouse a metodoloxía baseada na ATC-13 (1985). Este método, xunto con outros, detállase máis adiante no informe. Previamente, na sección 4.1., lévase a cabo un estudo da poboación en Galicia que abarca non só a cantidade de habitantes en cada municipio, senón tamén a densidade de edificación en cada un.

3.1. Poboación de Galicia: censo de poboación e de edificación

O coñecemento da distribución da poboación nunha zona sometida a un estudo de risco sísmico é de primordial importancia para a estimación das perdas humanas e do número de persoas que poderían resultar lesionadas ou perder as súas vivendas polo efecto dun terremoto.

O censo realizado en 2021 para cada un dos municipios de Galicia proporciona esta información crucial e permite unha avaliación precisa da densidade de poboación nos distintos municipios. A poboación en Galicia, segundo o censo no ano 2021, era de 2.698.760 habitantes repartidos entre os diferentes municipios. Como se pode ver na táboa 4.1, a maioría destes municipios teñen unha poboación entre mil e cinco mil habitantes.

Habitantes	N.º de municipios
< 1000	36
1000-5000	169
5000-10000	55
10000-25000	38
25000-50000	10
> 50000	7

Táboa 4.1. Distribución de habitantes por municipio

A seguinte figura 4.1 mostra esta distribución dos habitantes sobre o mapa dos municipios de Galicia.

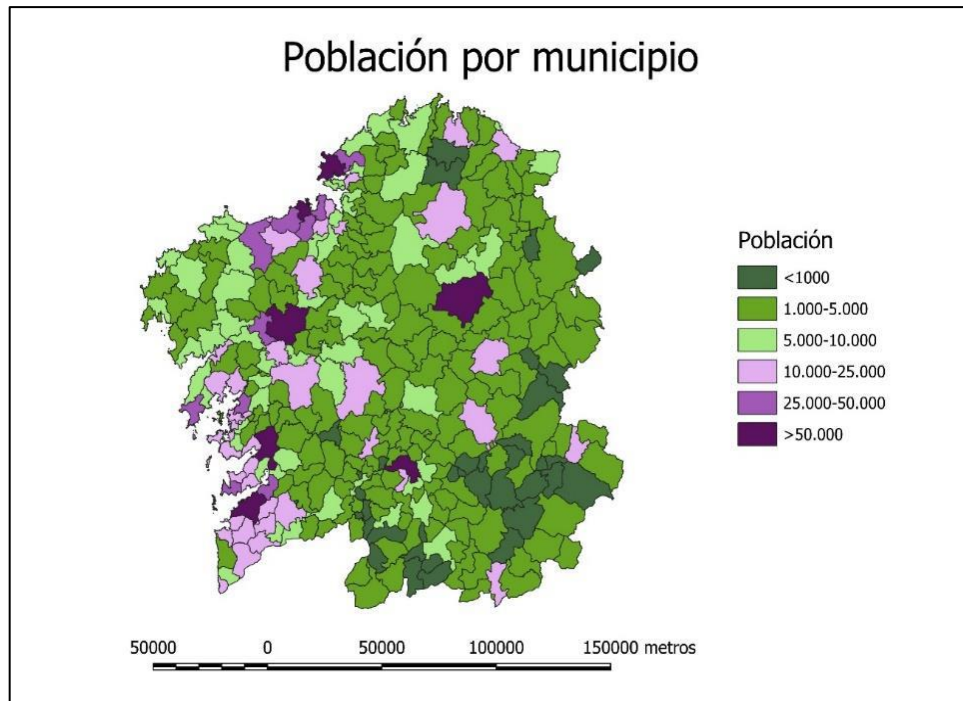


Figura 4.1.
Mapa de
distribución
de

habitantes por municipio

O número de vítimas como resultado da acción dos terremotos está directamente relacionado co número de vivendas afectadas e de persoas expostas. Por tanto, é necesario ter información sobre a densidade de edificación de cada municipio.

Na figura 4.2. represéntase o número de edificios por cada quilómetro cadrado nos diferentes municipios de Galicia.

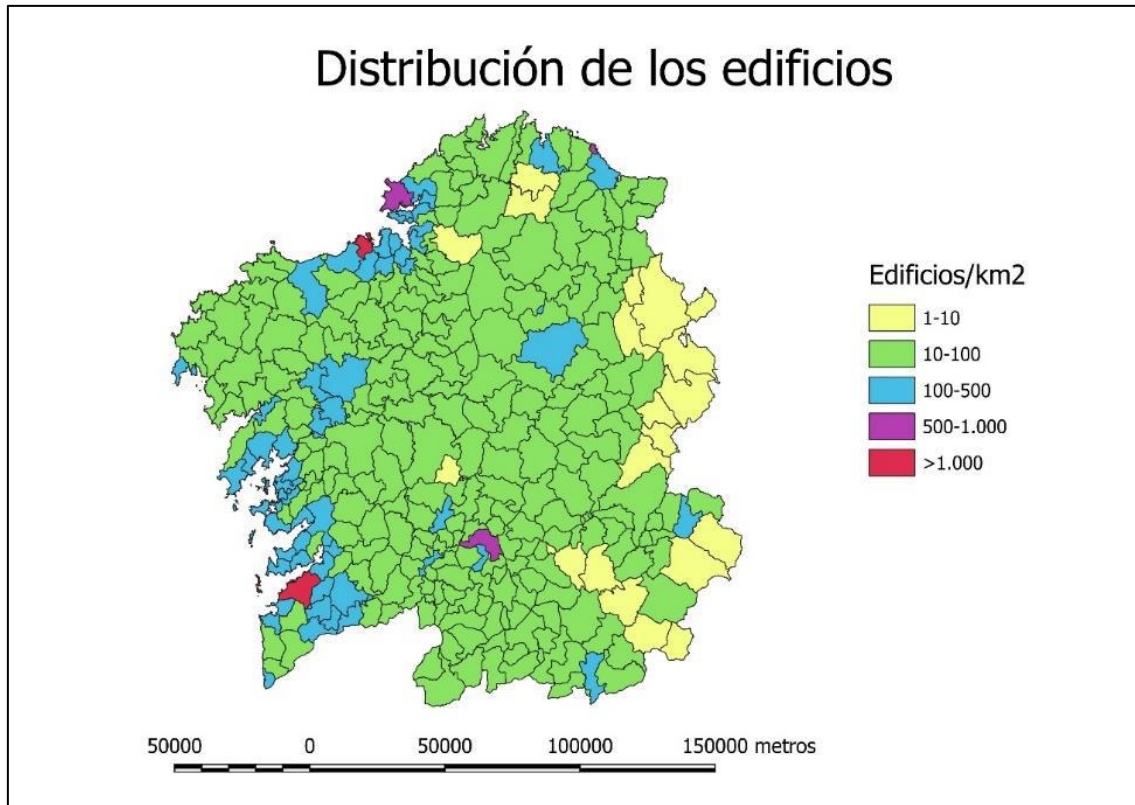


Figura 4.2. Mapa de distribución de edificios por km² por municipio

A figura 4.3 mostra a densidade de poboación en cada un dos municipios de Galicia. Pódese apreciar unha correlación lóxica co mapa anteriormente presentado na figura 4.2., xa que a maior cantidade de habitantes maior número de edificacións, e viceversa.

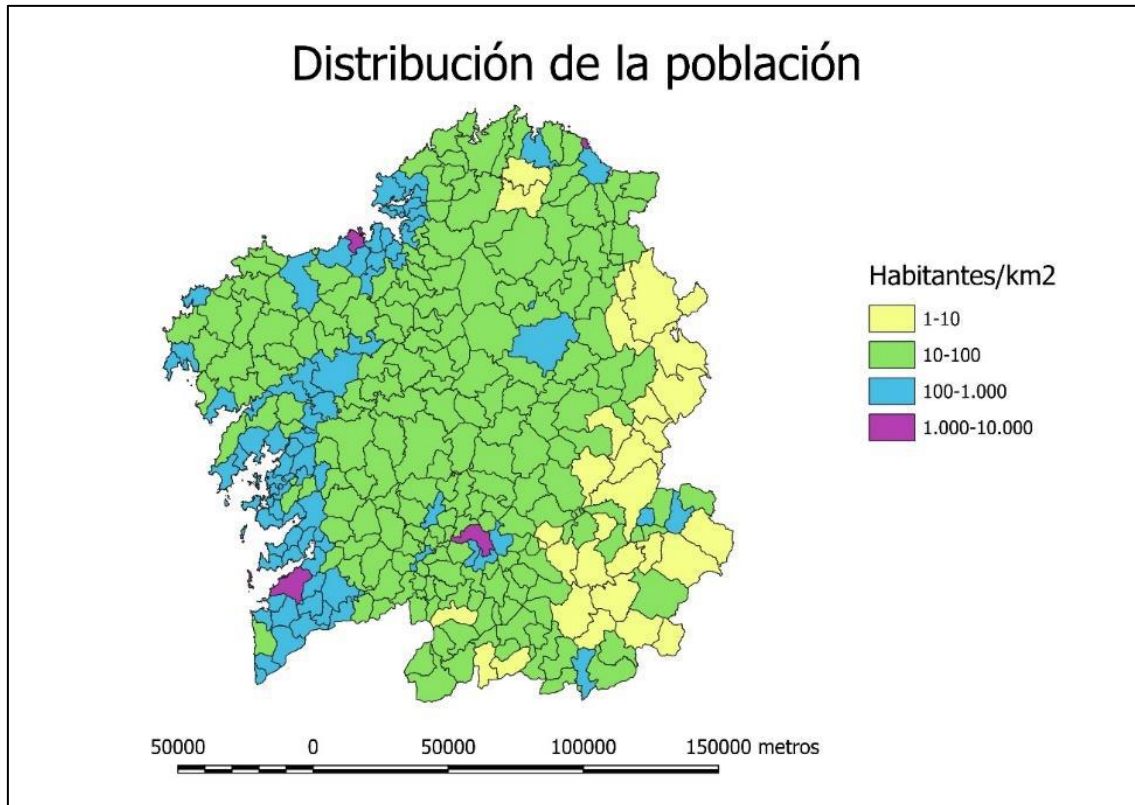


Figura 4.3. Mapa de distribución de habitantes por km² por municipio

3.2. ESTIMACIÓN DE DANOS Á POBOACIÓN

Á hora de valorar os danos a persoas polo efecto dos terremotos existen varias metodoloxías. Algunhas delas consisten na determinación de matrices ou funcións de vulnerabilidade que estiman os mortos e os feridos nos terremotos en función dos danos que sofren os edificios.

En concreto, neste estudo realizouse o cálculo de danos á poboación segundo a metodoloxía ATC-13 (1985), que ten como principal vantaxe o feito de que achega unha porcentaxe de vítimas para cada grao de dano (táboa 4.2), o cal é bastante coherente co que se estivo desenvolvendo neste estudo. Porén, ten un inconveniente: esta metodoloxía foi determinada para as vivendas do estado de California nos Estados Unidos e, aínda que explicitamente indica que estas porcentaxes son utilizables para todo tipo de vivenda, fai referencia ás que foron construídas naquela rexión. A isto hai que engadir o feito de que estas porcentaxes foron determinados partindo de pasados terremotos ocorridos só nos Estados Unidos. Por estas razóns, é importante precisar que os resultados obtidos coa aplicación desta metodoloxía non necesariamente deberían corresponderse coa realidade; con todo, resultan orientadores e de moita utilidade, principalmente naqueles casos nos que non se dispón doutra información máis fiable.

Grao de dano	Feridos leves	Feridos graves	Mortos
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

Táboa 4.2. Coeficientes de vítimas humanas en terremotos para cada grao de dano segundo ATC-13

A estimación do número de habitantes por cada grao de dano en cada municipio estimouse dividindo o número de habitantes totais en cada municipio polo número de edificios correspondentes.

Cabe destacar que todos os cálculos foron realizados para unha intensidade de terremotos de VI-VII debido a que, como se comentou con anterioridade no informe, a totalidade dos municipios de Galicia se atopan dentro deste rango de intensidades.

Os resultados obtidos represéntanse nas figuras 4.4., 4.5. e 4.6. Así mesmo, nas táboas 4.3., 4.4. e 4.5. reflíctese a relación dos municipios co número de persoas afectadas.

Na figura 4.4., móstrase a distribución do número de persoas que resultarían feridas leves como consecuencia dos distintos danos que experimentan as edificacións nas que viven por causa dun sismo en cada municipio.

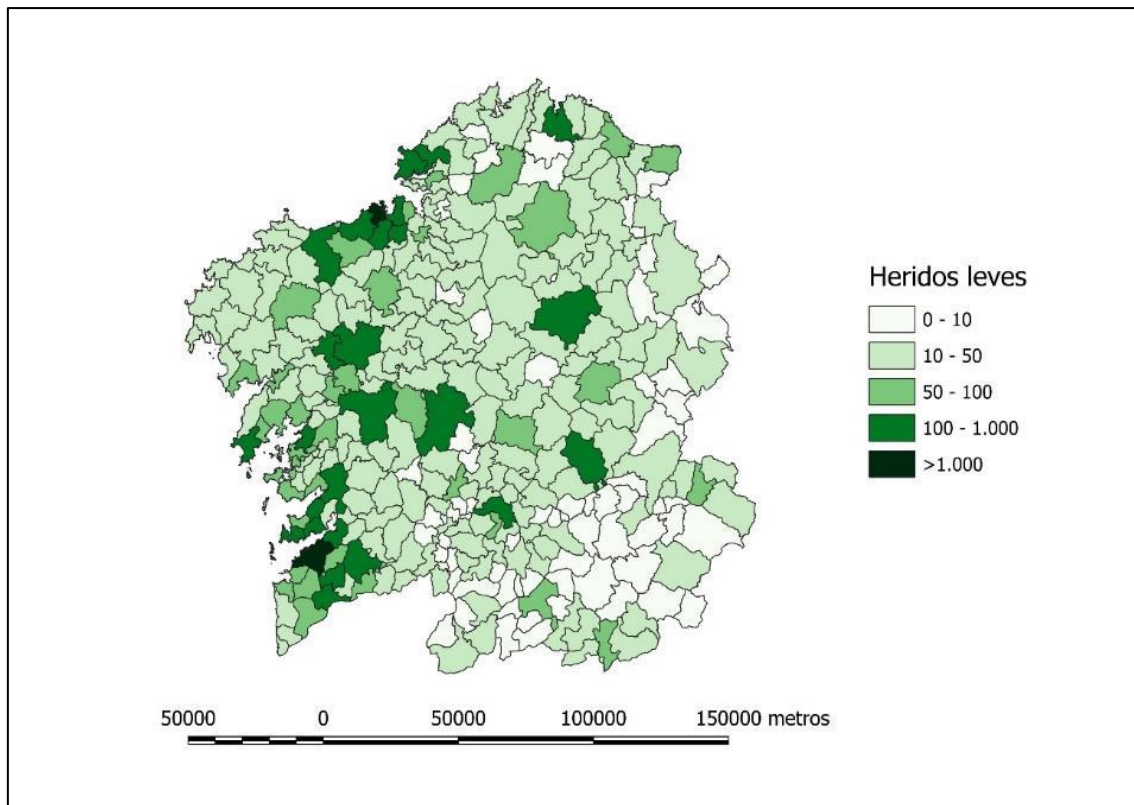


Figura 4.4. Distribución do número de persoas con feridas leves como consecuencia da acción sísmica por cada municipio

Como se pode observar, a maioría dos municipios non superarían os 50 feridos leves, e son Vigo e A Coruña os únicos dous municipios que superarían os 1.000, ao alcanzar valores de 1.331 e 1.190 feridos leves, respectivamente.

Na seguinte táboa 4.3., represéntanse os intervalos de feridos leves co número de municipios totais por cada un deles.

N.º de feridos leves	N.º de municipios
0 -10	70
10-50	179
50-100	39
100-1.000	25
> 1.000	2

Táboa 4.3. Distribución de feridos leves por municipio

Na seguinte figura 4.5., represéntase a distribución do número de persoas feridas de gravidade como resultado da acción sísmica característica de cada municipio.

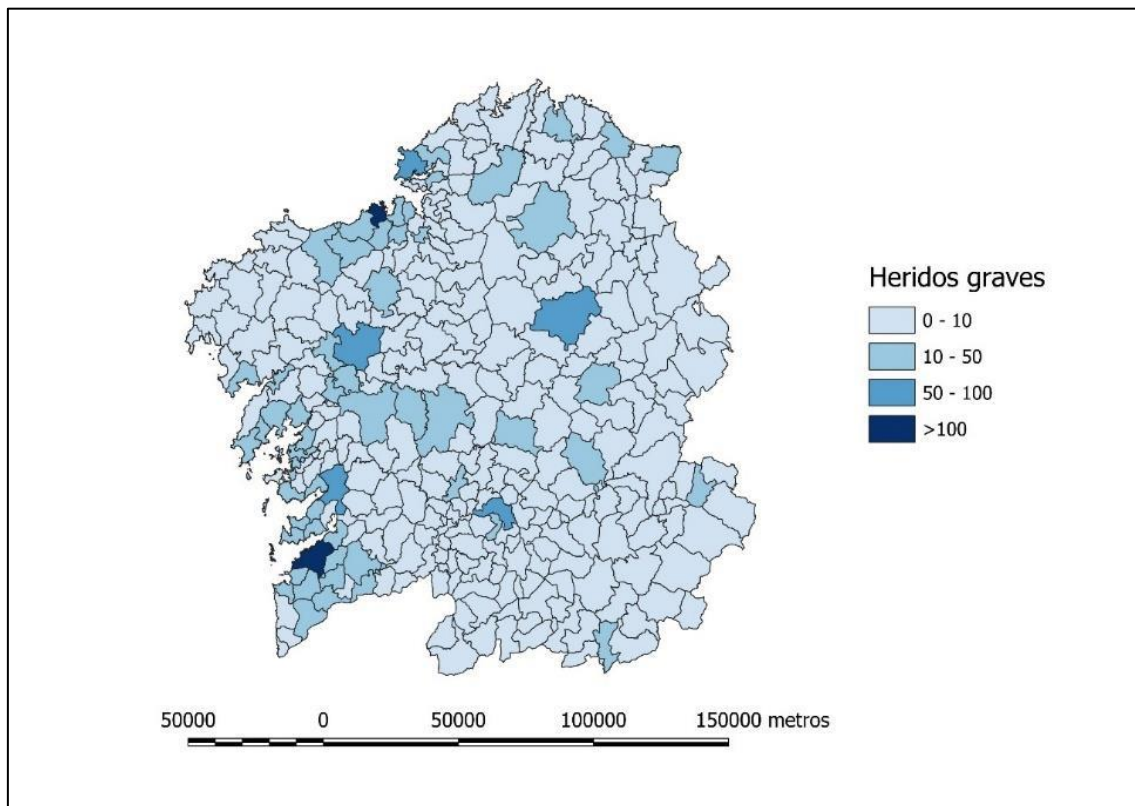


Figura 4.5. Distribución do número de persoas con feridas graves como consecuencia da acción sísmica por cada municipio

Neste caso, a maioría dos municipios non superarían os 10 feridos graves, e serían de novo Vigo e A Coruña os que maior número presentarían: 253 e 227 feridos graves, respectivamente.

Na táboa 4.4., represéntase o número de municipios totais por cada intervalo de feridos graves.

N.º de feridos graves	N.º de municipios
0-10	254
10-50	54
50-100	5
> 100	2

Táboa 4.4. Distribución de feridos graves por municipio

Por último, na figura 4.6. represéntase o número de persoas falecidas polo efecto dun sismo en cada municipio.

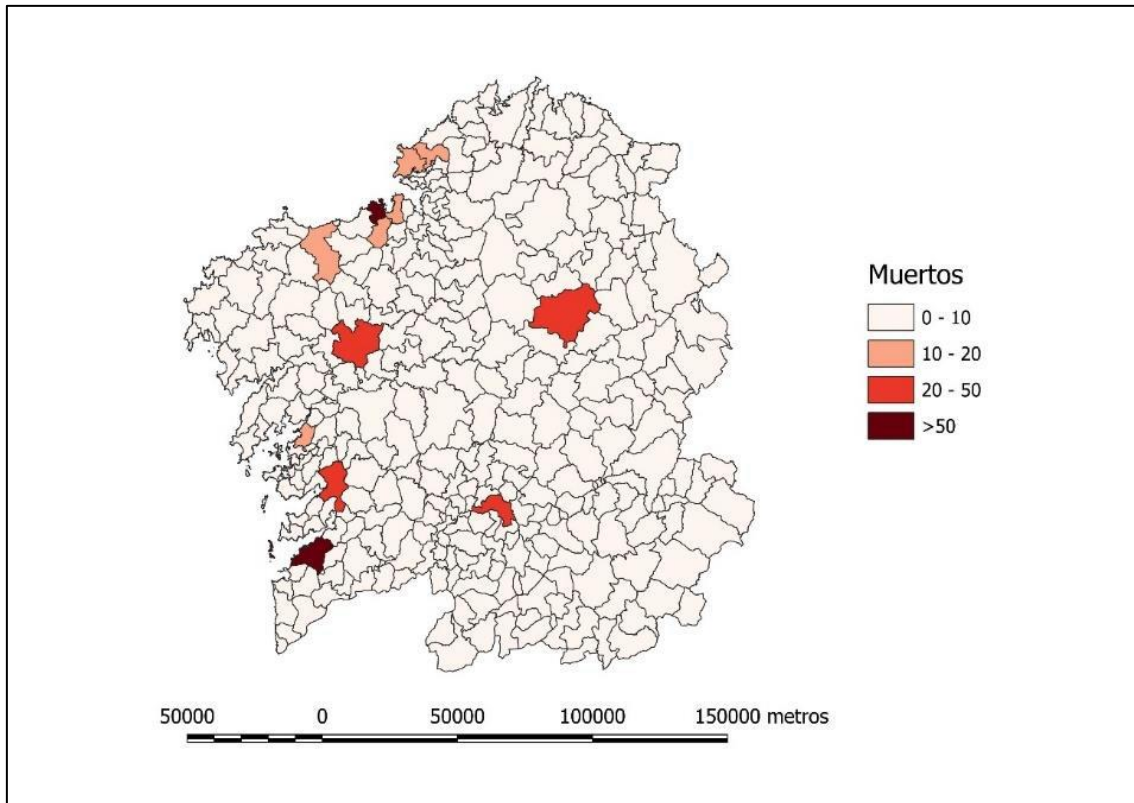


Figura 4.6. Distribución do número de persoas falecidas como consecuencia da acción sísmica por cada municipio

Novamente, a maioría dos municipios non superarían os 10 falecidos por causa dun sismo. Vigo e A Coruña serían os municipios con maior número de persoas falecidas, con 85 e 77 respectivamente.

Na táboa 4.5., represéntase o número de municipios totais por cada intervalo de persoas falecidas.

N.º de mortos	N.º de municipios
0-10	303
10-20	6
20-50	4
> 50	2

Táboa 4.5. Distribución de persoas falecidas por municipio

4. AVALIACIÓN DA VULNERABILIDADE DOS EDIFICIOS ESENCIAIS

Entendemos por edificio esencial aquel cuxo incorrecto funcionamento durante unha crise sísmica e nos momentos posteriores pode impedir ou dificultar as accións necesarias para reducir os seus efectos e restablecer o funcionamento habitual dos servizos á poboación.

Co fin de establecer o grao de garantía destes servizos durante unha crise sísmica, nesta sección avalíase a vulnerabilidade dos servizos de extinción de incendios e salvamento e a rede hospitalaria.

Esta avaliación levouse a cabo sen realizar unha análise estrutural e funcional detallada de cada un dos edificios considerados, algo que excede o alcance deste proxecto. O estudo presentado fundaméntase no mesmo método desenvolvido para avaliar as edificacións, para o cal se require unha cantidade moi limitada de datos sobre os edificios, así como a zona sísmica na que se sitúan.

Este estudo permitiu realizar unha avaliación inicial do comportamento posterremoto dun total de 34 parques de bombeiros e 48 hospitais. Isto logrouse a partir da distribución de danos calculada para cada situación.

4.1. METODOLOXÍA

Para a avaliación da vulnerabilidade sísmica dos parques de bombeiros e hospitais seguiu-se, como se mencionou anteriormente, a mesma metodoloxía que para as edificacións, xa que as súas características estruturais son similares e non difiren demasiado. Esta metodoloxía é de carácter estatístico e baséase en tres parámetros: a altura, o ano de construción e a localización do edificio. Segundo esta metodoloxía, cada edificación pode ser clasificada nunha das 18 tipoloxías estruturais predefinidas que se describiron na táboa 3.2. (Clasificación dos edificios de vivenda en clases de vulnerabilidade da EMS-98). Cada unha destas tipoloxías caracterízase por unha distribución de probabilidade de pertenza ás clases de vulnerabilidade A, B, C e D, definidas segundo a escala EMS-98 (González *et al.*, 2001).

a. Estimación do dano potencial para cada tipoloxía e distintas intensidades

A estimación dos danos que experimenta unha edificación ante un evento sísmico dunha determinada intensidade I realizouse utilizando matrices de probabilidade de dano $P[GD = d|V, I]$ (táboa 5.1). Estas matrices foron calculadas por Chávez (1998) para as clases de vulnerabilidade A, B, C e D, para os graos de dano desde GD_0 (non dano) ata GD_{100} (colapso estrutural) e para os graos de intensidade de V a X na escala EMS-98.

Para cada tipoloxía estrutural, definida como unha combinación de clases de vulnerabilidade, a probabilidade de observar un grao de dano d ($P[GD = d]$) pódese determinar aplicando o teorema de probabilidade total (Benjamín e Cornell, 1970) segundo:

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

Onde:

- $P[GD = d|T, I]$: probabilidade condicionada de que se observe un grao de dano $DG = d$ dada a intensidade I e a clase de vulnerabilidade V .
- $P[V]$: probabilidade de que o edificio pertenza á clase de vulnerabilidade V .

- $P[I]$: probabilidade de que ocorra un terremoto de intensidade I .

Considerando a intensidade macrosísmica de maneira determinista, é dicir, $P[I]=1$, os resultados estarán vinculados ao mesmo período de retorno utilizado na estimación da intensidade.

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

Baseándose na ecuación anterior, pódese calcular a distribución de probabilidade para observar un grao de dano GD para unha intensidade I . Polo tanto, a probabilidade acumulada de obter un grao de dano $D \geq d_j$, $j=1...5$ 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
V						
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
V-VI						
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
VI						
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
VI-VII						
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
VII						
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
VII-VIII						
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
VIII						
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
VIII-IX						
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
IX						
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
IX-X						
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
X						
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

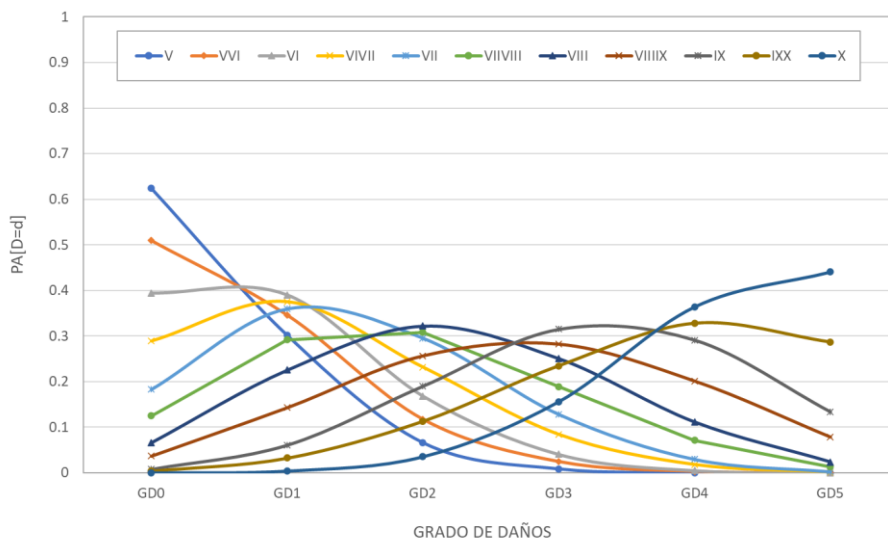
Táboa 5.1. Matrices de probabilidade de dano $P[GD=d|V,I]$, segundo Chávez (1998)

A probabilidade de pertenza a cada clase de vulnerabilidade ($P[V]$) calcúlase seguindo o criterio establecido na táboa 3.2. Por exemplo, para a tipoloxía 1 hai un 20 % de probabilidade de ter unha vulnerabilidade de tipo A e un 80 % de tipo B, e así sucesivamente para as demais tipoloxías mencionadas na táboa.

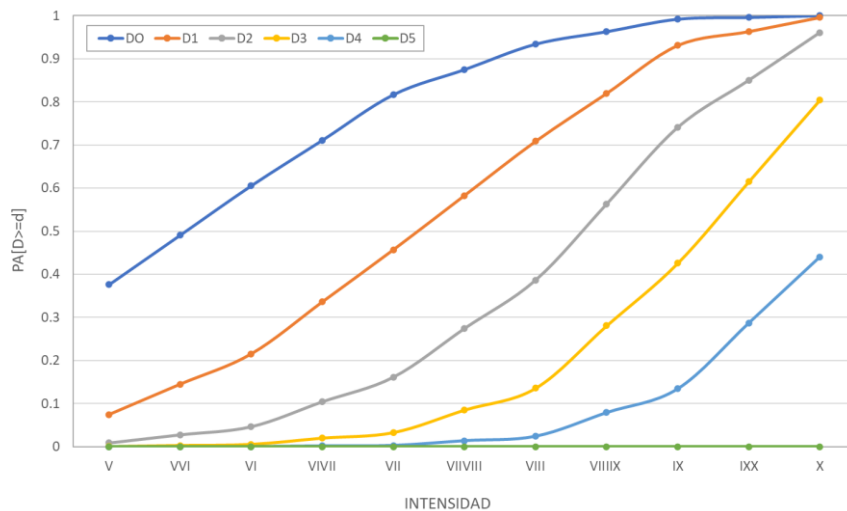
Utilizando estes valores de $P[V]$ e as matrices de probabilidade de dano ($P[GD = d|V, I]$), determínase a través da expresión 5.2 a probabilidade de observar un grao de dano específico ($P[GD = d]$) en cada un dos edificios esenciais para o valor de intensidade sísmica da zona na que se atopan. Así mesmo, utilizando a expresión 5.3 calcúlase a probabilidade acumulada de obter un grao de dano $D \geq d_j$, $j=1...5$, $P[GD=D \geq d_j]$, esencial para definir a curva de fraxilidade do edificio. Este concepto será abordado en detalle no capítulo dedicado aos hospitais (sección 5.2.2).

Na gráfica 5.1., represéntase a probabilidade de sufrir danos para edificios de tipoloxía 1. Estas liñas xéranse unindo os puntos correspondentes á matriz de probabilidade detallada na táboa 5.1. Como se pode observar, a probabilidade de experimentar un grao específico de dano diminúe a medida que aumentan estes graos de dano. En contraste, para intensidades máis altas, esta relación invértese ao se mostrar un aumento na probabilidade de experimentar danos significativos.

Na gráfica 5.2., represéntanse liñas de probabilidade de dano acumulado en relación coa intensidade. É evidente que nas intensidades que superan o grao VIII se observa un incremento notable na pendente da probabilidade acumulada para os graos de dano 2, 3 e 4. En contraste, a probabilidade acumulada para o grao de dano 5 é practicamente nula.



Gráfica 5.1. Probabilidades de dano para edificios de tipoloxía 1 para distintos valores de intensidade



Gráfica 5.2. Probabilidade de dano acumulada para a tipoloxía 1 para distintos valores de intensidade

▪ **Clasificación do comportamento posterremoto dos edificios esenciais**

Unha vez identificada a tipoloxía dun edificio esencial e calculadas as probabilidades de dano asociadas a esa tipoloxía e á intensidade sísmica correspondente á zona na que se atopa o edificio, é posible prever a súa resposta despois dun terremoto a partir da curva de distribución de danos obtida.

As curvas de distribución de danos poden agruparse por similitude entre elas nun número limitado de formas características que reflicten outros tantos comportamentos. González *et al.* (2000) propoñen 4 clases de comportamento posterremoto baseadas en catro distribucións características de danos, que se resumen na táboa 5.2

Comportamento	Cualificación desempeño	Criterios
C1	Indemne	Menos 10 % de dano $\geq$ D2
C2	Operativo	Entre un 10-40 % de dano $\geq$ D2 Entre un 0-15 % de dano $\geq$ D3
C3	Non operativo/Habitable	Un 40 % ou máis de dano $\geq$ D2 Entre un 15-40 % de dano $\geq$ D3
C4	Non operativo/Non habitable	Más do 50 % de dano $\geq$ D3 Más do 20 % de dano $\geq$ D4

Táboa 5.2. Clasificación do comportamento posterremoto de edificios esenciais segundo González *et al.* (2000)

Esta clasificación realizouse a partir do estudo detallado de todos os comportamentos de todas as tipoloxías para todas as intensidades, desde intensidade V a X cada medio grao de intensidade. Estes comportamentos poderíanse definir segundo:

- Comportamento 1 (C1): distínguese pola baixa probabilidade de danos (menos do 10 % de probabilidade de experimentar danos de grao 2 ou superiores). Nestas situacións, considérase que o edificio quedaría indemne.
- Comportamento 2 (C2): caracterízase por danos pouco probables (entre 0 e 15 % de probabilidade de sufrir danos de grao 3 ou superior e entre 10 e 40 % de probabilidade de sufrir danos de grao 2 ou superior). Nestes caos, considérase que a instalación segue operativa, aínda que se recomenda unha revisión do edificio.
- Comportamento 3 (C3): está caracterizado por danos graves probables (entre 15 e 40 % de probabilidade de sufrir danos de grao 3 ou superior e máis do 40 % de probabilidade de sufrir danos de grao 2 ou superior). Nestas situacións considérase que a instalación quedaría non operativa, pero o edificio seguiría sendo habitable.
- Comportamento 4 (C4): caracterízase por danos graves (cunha probabilidade de máis do 20 % de sufrir danos de grao 4 ou superior e máis do 50 % de probabilidade de sufrir danos de grao 3 ou superior). Neste caso, considérase que a instalación quedaría non operativa e a edificación non sería habitable.

○ **Resultados**

▪ **Clasificación dos parques de bombeiros**

Segundo o estimado anteriormente no estudo de perigo para cada municipio de Galicia, en todos eles a intensidade sísmica correspóndese cun intervalo de VI-VII.

Nas seguintes táboas 5.3. e 5.4., recóllense os parques de bombeiros de Galicia con comportamento 1 ou 2, respectivamente, e indícase ademais a tipoloxía estrutural á que pertencen.

Municipio	Parque de bombeiros	Tipoloxía	Comportamento
Ourense	Ourense	13	C1
Ferrol	Ferrol	13	C1
A Coruña	Parque de Bombeiros da 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	Bombeiros 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
O Barco de Valdeorras	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

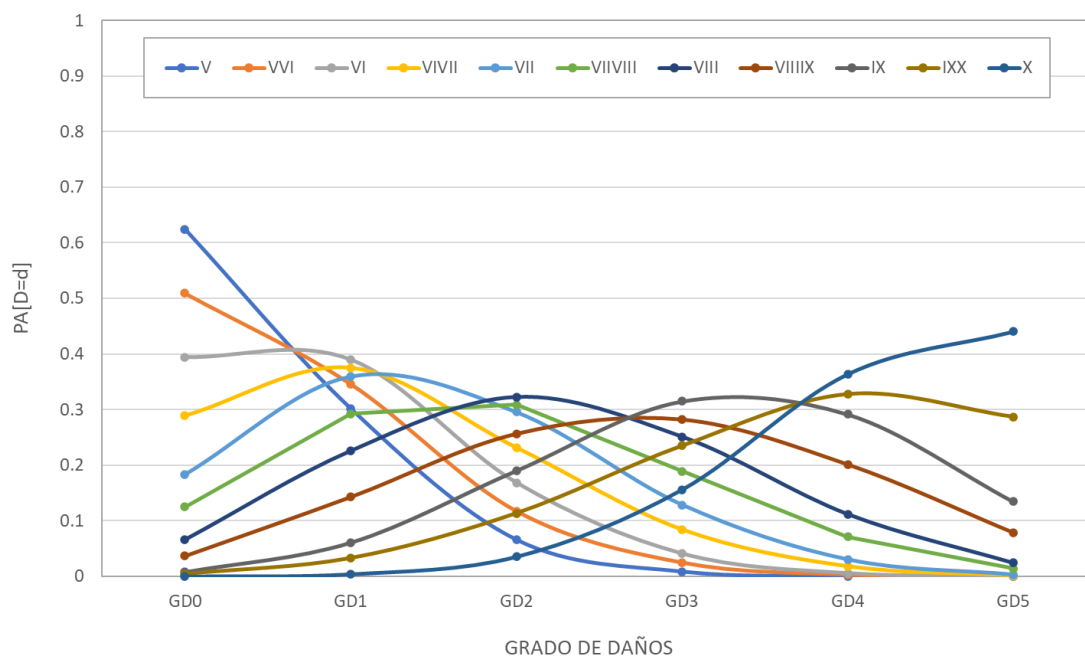
Bueu	Bombeiros do Morrazo	16	C2
Barreiros	Parque de Bombeiros da Mariña	16	C2
Chantada	Parque de Bombeiros Chantada	16	C2
Sarria	Parque de Bombeiros de Sarria	16	C2
Vilalba	Parque de Bombeiros de Vilalba	16	C2
Viveiro	Parque de Bombeiros de Viveiro	16	C2

Táboa 5.3 *Parques de bombeiros de Galicia clasificados segundo a súa tipoloxía e comportamento*

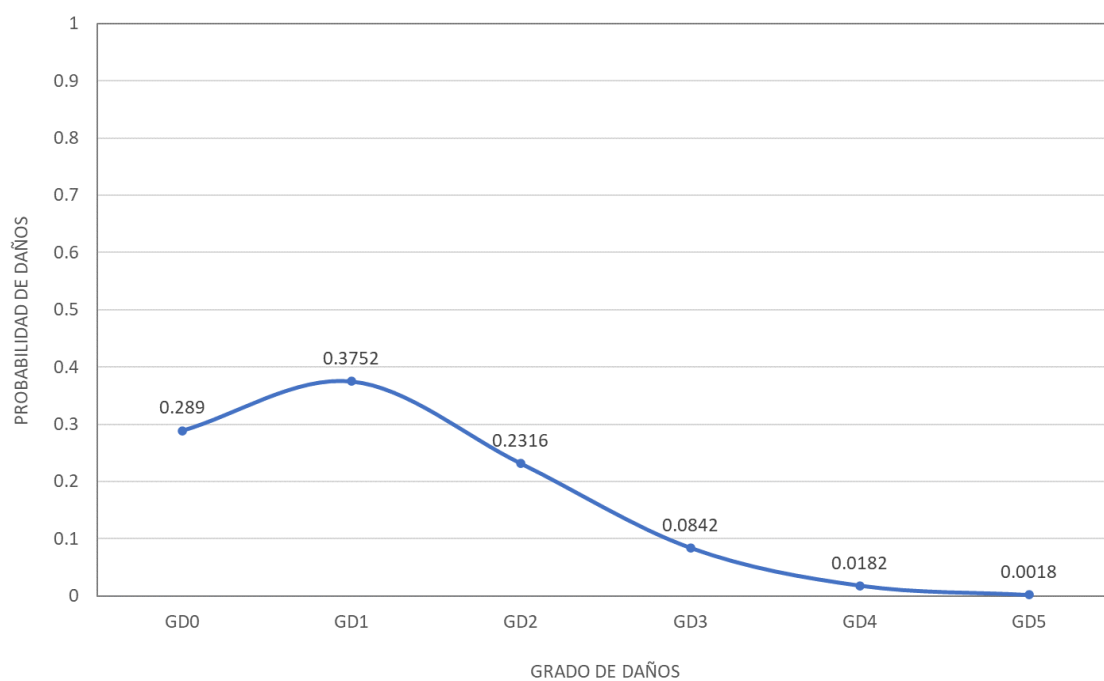
A continuación, detállase a distribución de probabilidade de danos para cada tipoloxía presente nos diversos parques.

Tipoloxía 1

Idade	Plantas	Zona
< 1950	< 5 plantas	Urbana



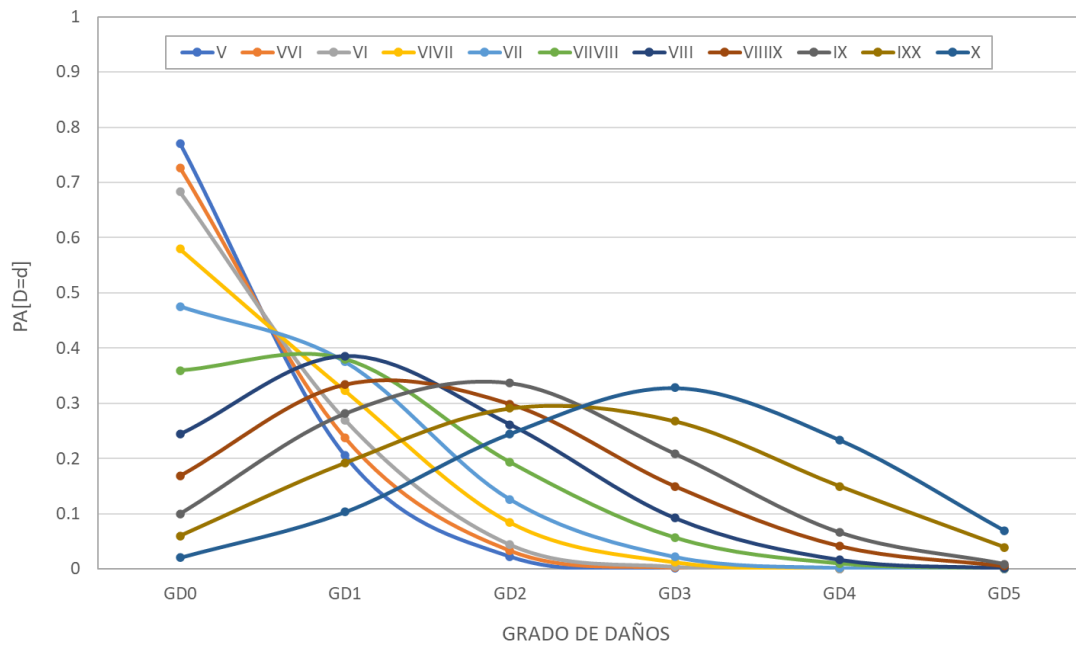
Gráfica 5.3. Curvas de probabilidade de dano en parques de bombeiros de tipoloxía 1 para diferentes intensidades sísmicas



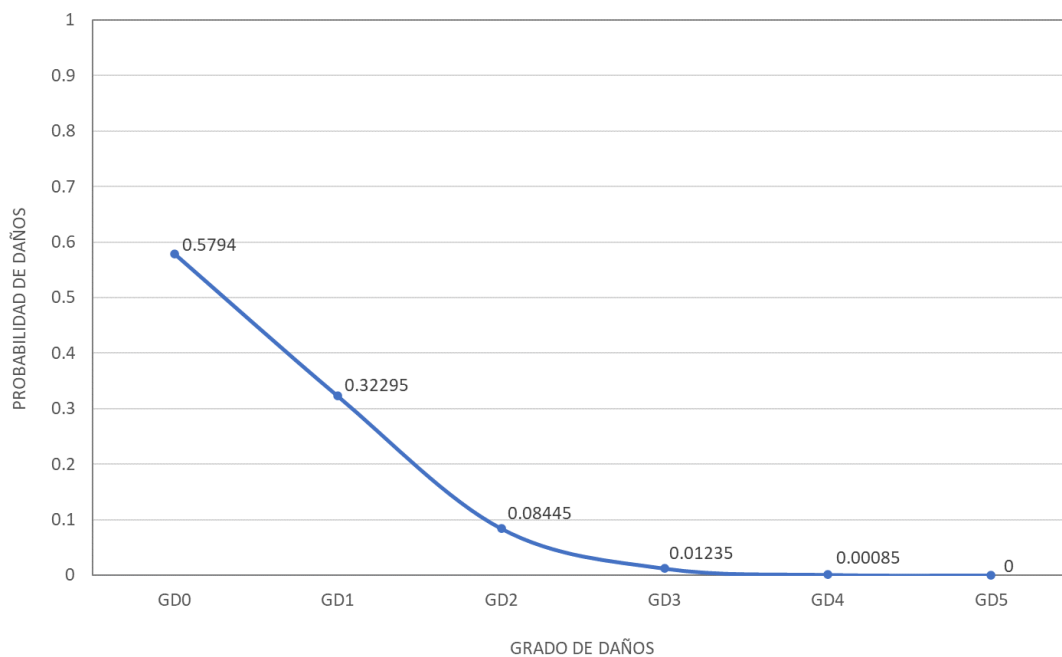
Gráfica 5.4. Probabilidade de dano para parques de bombeiros de tipoloxía 1 en zonas de intensidade sísmica VI-VII

Tipoloxía 13

Idade	Plantas	Zona
> 1970	< 5 plantas	Urbana



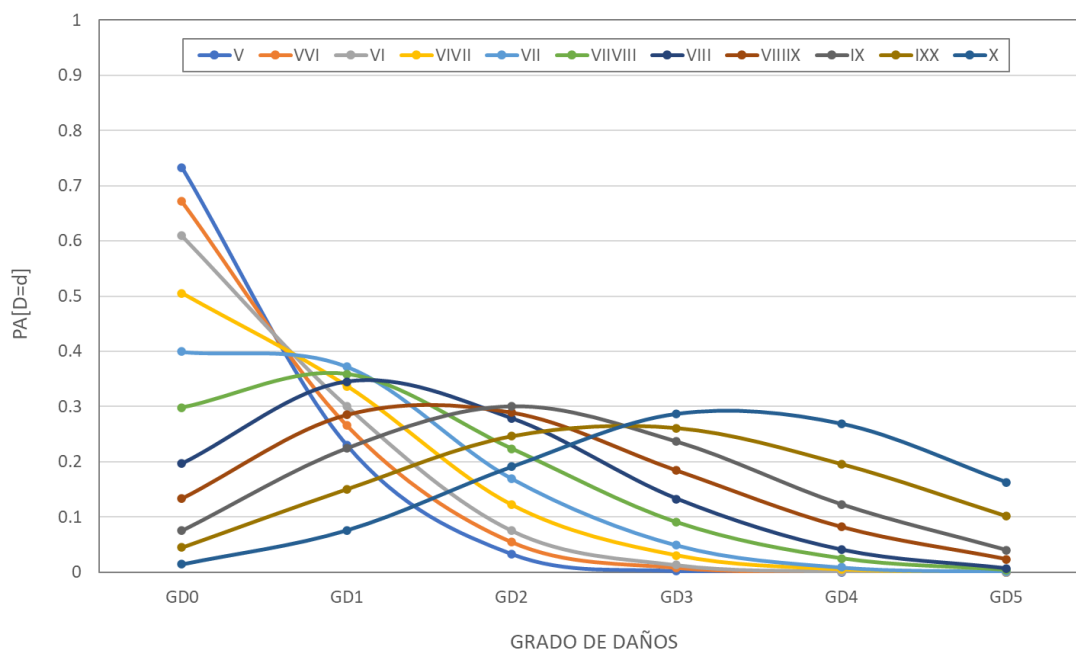
Gráfica 5.5. Curvas de probabilidad de dano en edificios de tipoloxía 13 para diferentes intensidades sísmicas



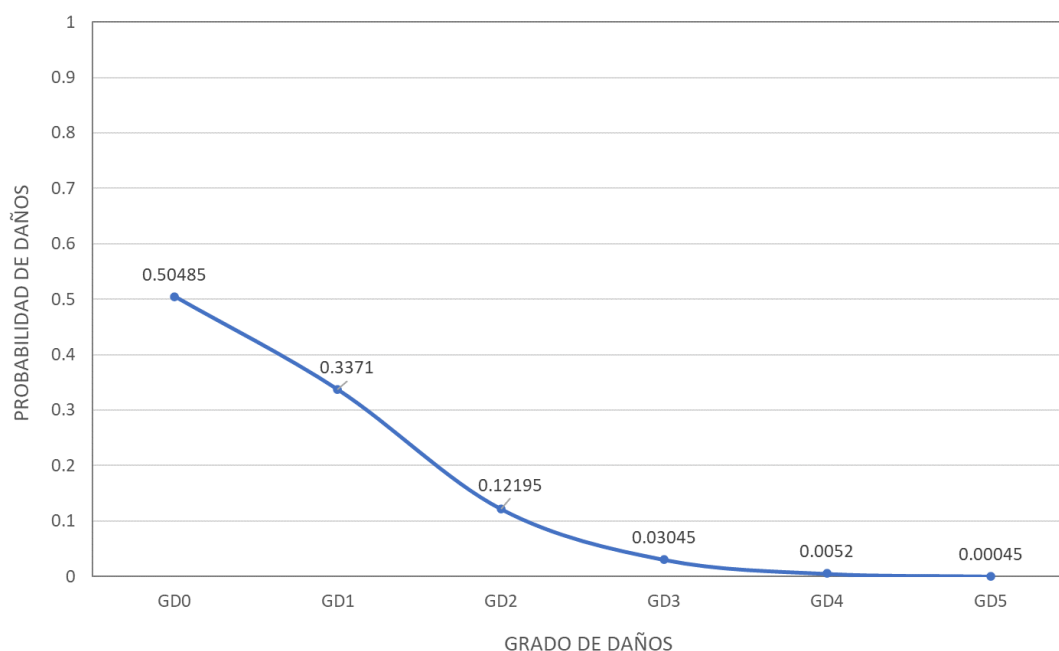
Gráfica 5.6. Probabilidad de dano para parques de bombeiros de tipoloxía 13 en zonas de intensidad sísmica VI-VII

Tipoloxía 16

Idade	Plantas	Zona
> 1970	< 5 plantas	Rural



Gráfica 5.7. Curvas de probabilidade de dano en edificios de tipoloxía 16 para diferentes intensidades sísmicas



Gráfica 5.8. Probabilidade de dano para parques de bombeiros de tipoloxía 16 en zonas de intensidade sísmica VI-VII

▪ Clasificación dos hospitais

A avaliación da vulnerabilidade dos hospitais levarase a cabo de maneira particular, xa que un hospital é un sistema complexo con numerosos compoñentes sismicamente vulnerables, frecuentemente máis fráxiles que a estrutura que os alberga, e o seu funcionamento depende deles. Para iso é necesario coñecer a fraxilidade destas edificacións e establecer un modelo que defina o estado do sistema tras o evento sísmico.

Así, procederemos inicialmente cunha primeira avaliación da estrutura do edificio utilizando a mesma metodoloxía que se aplicou no caso dos parques de bombeiros, para posteriormente avaliar o concepto de fraxilidade.

1.1.1.1 Clasificación dos hospitais segundo tipoloxías e comportamento posterremoto

Na táboa 5.5., rexístranse todos os hospitais de Galicia e indícase o seu comportamento, considerando a intensidade sísmica da parroquia na que se atopan (de acordo co estudo de perigo sísmico realizado con anterioridade, o seu valor é VI-VII) e tendo en conta a súa tipoloxía (táboa 3.2).

Táboa 5.5. Clasificación do comportamento dos hospitais de Galicia

Municipio	Hospital	Tipoloxía	Comportamento
Santiago de Compostela	Hospital Hm Rosaleda-Hm A Esperanza	1	C2

A Coruña	Centro Oncolóxico de Galicia	1	C2
Santiso	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 Cirúrxico	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 Nuestra 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 Ribeira 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 de 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	Hospital Público de Valdeorras	16	C2

Valdeorras			
Verín	Hospital Público de Verín	16	C2
Poio	Clínica La Merced	18	C2

As gráficas calculadas de distribución de probabilidade de danos segundo a tipoloxía do hospital para cada intensidade macrosísmica de V a X (cada 0.5) móstranse nas gráficas 3.1. e 3.2.

1.1.1.2 Fraxilidade dos hospitais

Como se mencionou no punto anterior, un hospital constitúese como un sistema complexo que consta tanto dunha estrutura principal coma de diversos compoñentes vulnerables ante sismos, os cales son máis fráxiles que a propia estrutura. Estes compoñentes son fundamentais para a funcionalidade integral do hospital.

O número de camas perdidas en cada centro de saúde está directamente vinculado á fraxilidade dos hospitais e á súa capacidade instalada. A localización destes centros e a súa capacidade dispoñible son condicionantes para a resposta do sistema. Por iso, para lograr unha caracterización precisa da fraxilidade dos hospitais, é esencial levar a cabo un estudo específico para cada centro, o cal posibilitará obter a distribución dos danos para os distintos estados considerados.

Neste estudo, para definir un modelo de fraxilidade para os hospitais, inicialmente utilizaremos as mesmas matrices de probabilidade de dano que se empregaron para describir a vulnerabilidade das edificacións críticas. A fraxilidade dos hospitais pódese derivar da curva de probabilidade de dano acumulado asociada ao GD2 na escala macrosísmica EMS-98 (Grüntal, 1998). Este nivel de dano considérase moderado debido a que compromete a funcionalidade da instalación.

O valor medio da fraxilidade de cada hospital represéntase mediante un indicador ou índice de dano, denominado ID. Este índice oscila entre 0 (indicando a ausencia de dano) e 1 (que representa un colapso total) (Safina, 2002), seguindo unha relación lineal que vincula o número de camas perdidas e o número total de camas existentes:

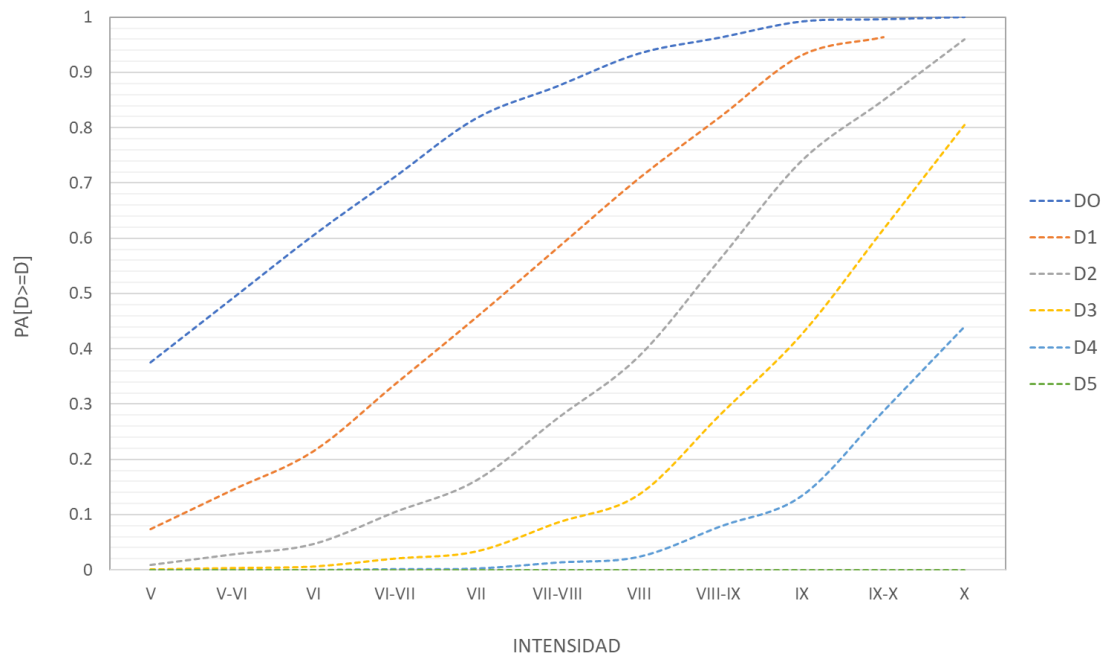
$$NCP = ID * NC \quad (5.4)$$

Onde:

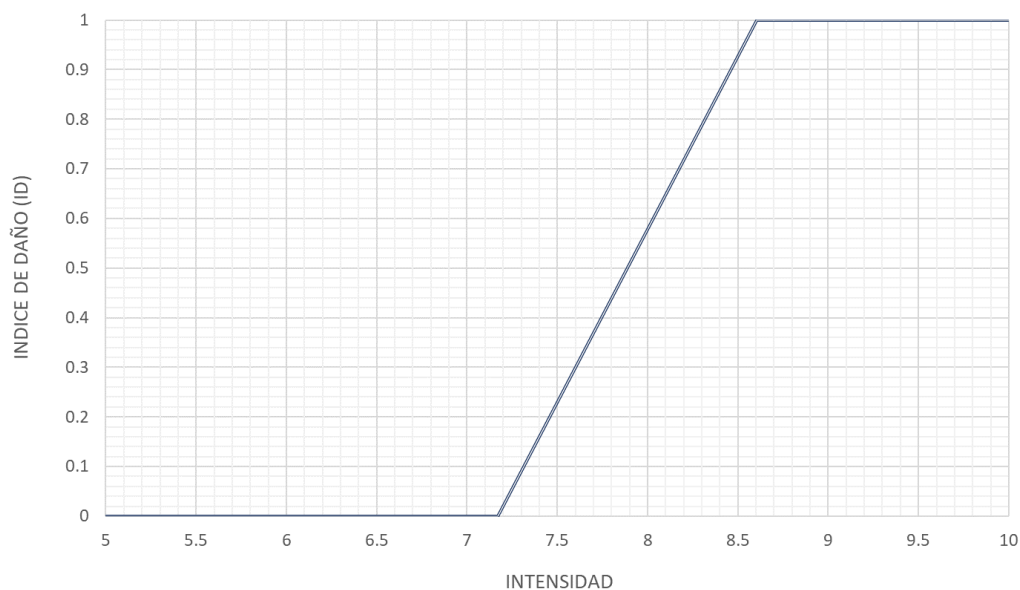
- NCP: número de camas perdidas
- NC: número de camas totais
- IDE: índice de dano

Para establecer a relación entre o indicador de dano (ID) e a probabilidade de dano ou fallo, seguiremos o criterio proposto por Nuti e Vanzi (1999), segundo o cal se considera que non hai dano (ID=0) para unha probabilidade de dano $P < 0,2$, e que existe un colapso funcional (ID=1)

para unha probabilidade de dano ou fallo $P > 0,6$. É importante aclarar que este colapso funcional non implica necesariamente un colapso estrutural completo como xa comentamos anteriormente, xa que existen elementos máis fráxiles que a propia estrutura principal do edificio. A cada unha destas condicións correspóndelle unha I_{min} , por debaixo da cal non hai dano, e unha I_{max} , sobre a cal se espera un colapso funcional. Para valores intermedios de I , suponse unha variación lineal do índice de dano, tal e como se aprecia na gráfica 5.9. para o caso de hospitais pertencentes a unha tipoloxía 1.



Gráfica 5.9. Estimación das intensidades representativas da fragilidade dun hospital correspondente á tipoloxía 1



Gráfica 5.10. Fraxilidade dun hospital pertencente á tipoloxía 1

Doutra banda, para definir os valores de intensidade I_{min} e I_{max} representativos da fraxilidade de cada hospital, é necesario definir a curva de probabilidade de dano acumulada (gráfica 5.2) asociada ao grao de dano GD2 e estimar os valores de intensidade correspondentes ás probabilidades de 0,2 e 0,6, respectivamente.

Baseándonos neste criterio, a fraxilidade de cada hospital farase en termo dos valores de I_{min} e I_{max} . A táboa 5.6. resume estes valores de intensidade, xunto co nome correspondente de cada hospital.

Táboa 5.6. Valores de intensidade (I_{min} e I_{max}) representativos da fraxilidade dos hospitais

NOME DO CENTRO	I_{min}	I_{max}
Hospital Hm Rosaleda-Hm A Esperanza	7,17	8,60
Centro Oncolóxico 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 de 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 Cirúrxico	7,70	9,23
Clínica Residencia El Pinal	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 Nuestra 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 Poviça	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 exemplificar a aplicación destes valores e o modelo de fraxilidade dos hospitais adoptado, consideremos un hospital xenérico con valores de intensidade para fraxilidade representativos, onde $I_{min} = 6$ e $I_{max} = 8$, unha capacidade de 100 camas e un índice medio de ocupación do 63 %. Isto equivale a 63 camas ocupadas e 37 camas dispoñibles en condicións normais.

En caso de que se produza un terremoto, a capacidade operativa do hospital dependerá da severidade do movemento sísmico na súa localización. Se a intensidade macrosísmica se mantén por debaixo de 6, non se producirán danos no centro e a súa capacidade operativa non se verá afectada, e manteranse as 37 camas desocupadas dispoñibles.

Se a intensidade alcanza un nivel de 8 ou máis, xerarase un nivel de dano que lle impedirá ao hospital manter as súas funcións, o que dará como resultado un colapso funcional, aínda que non necesariamente estrutural. Neste escenario, os pacientes que ocupan as 63 camas terán

que ser trasladados a outros centros próximos que poidan recibilos e proporcionarlles atención médica.

Para intensidades intermedias, por exemplo 7, espérase unha diminución do 50 % na capacidade do hospital, o que equivale a 50 camas operativas. Neste caso, o hospital podería seguirllas dando servizos a 50 pacientes e veríase obrigado a trasladar a 13 feridos debido ao sismo.

Cando a intensidade se sitúa en 8 (entre VII e VIII), anticipase unha degradación do 75 % na capacidade do hospital, o que afecta a 38 camas. Como resultado, o hospital non podería atender 38 dos seus pacientes, que deberá ser trasladados ao centro máis próximo con capacidade para recibilos.

Avaliación da vulnerabilidade doutros edificios esenciais

Unha vez avaliada a vulnerabilidade dos edificios esenciais máis relevantes mediante a clasificación baseada na antigüidade, na altura e nos usos do chan, procedeuse a valorar a vulnerabilidade doutros edificios e instalacións esenciais, tales como administracións, centros educativos, Policía, Garda Civil, parques industriais etc.

Dada a dificultade que supón obter datos precisos sobre o ano de construción e a altura de todos estes edificios, optouse por avaliar a súa vulnerabilidade utilizando as metodoloxías proporcionadas polas ATC (*Applied Technology Council*) 13 e 25 da FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) nos Estados Unidos. Estas metodoloxías ofrecen un marco estruturado para avaliar a vulnerabilidade sísmica e proporcionan valiosas ferramentas para esta avaliación en ausencia de datos detallados sobre os edificios.

Os elementos vulnerables avaliados son: (1) Administración (nacional, autonómica, comarcal e local), (2) aeroportos, (3) agrupacións de voluntarios de protección civil, (4) centrais térmicas, (5) centros de educación, (6) edificios da Cruz Vermella, (7) estacións de autobuses, (8) estacións de ferrocarril, (9) edificios do Ges, (10) Garda Civil, (11) heliportos, (12) parques industriais, (13), Policía, (14) polideportivos, (15) presas, (16) portos e (17) zonas aeroportuarias.

o Metodoloxía

A ATC-13 establece unha serie de elementos vulnerables básicos denominados *Facility Class* (FC). Para cada unha destas clases, pódese obter a partir de táboas unha función de vulnerabilidade que relaciona a intensidade do sismo coa porcentaxe de dano correspondente. Ademais das FC, defínense outras funcións chamadas *Social Function Class* (SC) para ter en conta a función social destas clases. A ATC-13 tamén estima o tempo necesario para restablecer o servizo para estas funcións.

Esta distinción entre clases de instalacións e clases de función social ten sentido se pensamos que, por exemplo, un hospital e un centro comercial poden ter o mesmo comportamento mecánico fronte a un terremoto, por ser as súas estruturas idénticas; con todo, o efecto dos danos na sociedade nun e noutro caso é moi diferente.

As funcións de vulnerabilidade foron obtidas a partir do tratamento estatístico dunha serie de cuestionarios realizados a un grupo de expertos para estimar o dano nos diferentes elementos vulnerables (edificios, instalacións, liñas vitais). Unha vez entregados estes cuestionarios, debía respondelos cada un dos expertos por separado. Estas respostas eran

controladas de maneira coidadosa polo director do proxecto. Os resultados deste método, denominado Delphi, quedan recollidos no capítulo 7 da ATC-13.

A clasificación de danos que se empregan neste punto é a que utiliza a ATC-13, recollida na seguinte táboa 6.1:

Táboa 6.1. Rango de factor de dano e factor central de dano para os diferentes graos de dano segundo a ATC-13

Dano	Rango do factor de dano (%)	Factor central de dano (%)
Non dano	0	0
Dano moi leve	0-1	0,5
Dano leve	1-10	5
Dano moderado	10-30	20
Dano grave	30-60	45
Destrución	60-100	80
Colapso	100	100

O factor de dano defínese como o cociente entre o custo da reparación dos elementos afectados e o custo de substituír eses elementos, expresado en tanto por cento. Na táboa 6.1., obsérvase que cada categoría de dano corresponde a un intervalo do factor de dano. O factor central de dano é o punto medio de cada intervalo.

Os valores dos danos avaliados polos expertos para as FC calcúlanse a partir das intensidades sísmicas utilizando funcións exponenciais, onde a e b son os coeficientes que se obteñen por axuste mínimo cuadrático dos datos tabulados na táboa G1 da ATC-13, para cada tipo de FC.

A ATC-13 facilita a construción de funcións de restauración, ademais das curvas de dano. Estas funcións indican o tempo requirido para recuperar unha certa porcentaxe da capacidade operativa inicial dun edificio en relación coa intensidade sísmica.

Estas funcións calcúlanse mediante as expresións:

$$R = f + g * Tr \quad (6.1)$$

Con

$$Tr = e^c * GD^d \quad (6.2)$$

Onde GD é o factor de dano, R a capacidade residual en tanto por cento e Tr o tempo de restauración en días.

Os coeficientes c e d calcúlanse a partir dos datos da táboa 9.11. da ATC-13, a cal proporciona os tempos de restauración en días para cada grao de dano correspondente a restauracións do 30, 60 e 100 %.

Por outra banda, f e g obtéñense axustando unha liña de regresión a partir dos tres valores de Tr obtidos anteriormente.

○ **RESULTADOS**

A metodoloxía descrita no apartado anterior aplícase aos elementos vulnerables de Galicia para estimar o dano e os tempos de restauración en caso dun terremoto. Con todo, neste apartado preséntanse os danos e os tempos de restauración previstos se os elementos vulnerables considerados estivesen expostos á intensidade estimada no estudo de perigo para as parroquias onde se sitúan.

É importante ter en conta que os resultados obtidos deben ser interpretados como orientadores, dado que se fundamentan nas opinións de expertos para edificios en California. Por tanto, poderían existir diferenzas significativas con respecto ao que podería suceder en Galicia.

▪ **Vulnerabilidade dos edificios da Administración estatal, autonómica, comarcal e local**

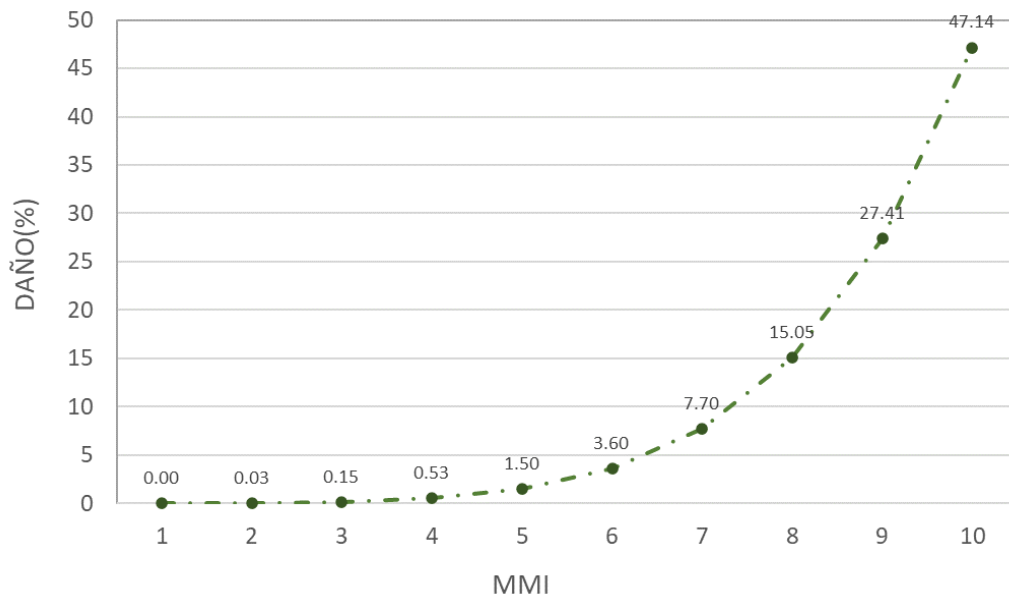
Categorizáronse os edificios da Administración estatal, autonómica, comarcal e local como pertencentes á clase de instalación (*facility class*) FC10, que representa estruturas de tipo medio segundo a ATC-13. Así mesmo, foron clasificados na función de clase social (*social function class*) SF22, que corresponde aos edificios destinados aos servizos xerais do Goberno.

No caso da FC10, a curva de danos calculada vén dada pola seguinte ecuación:

$$GD = e^{-9,79}(MMI + 1)^{5,6896} \quad (6.3)$$

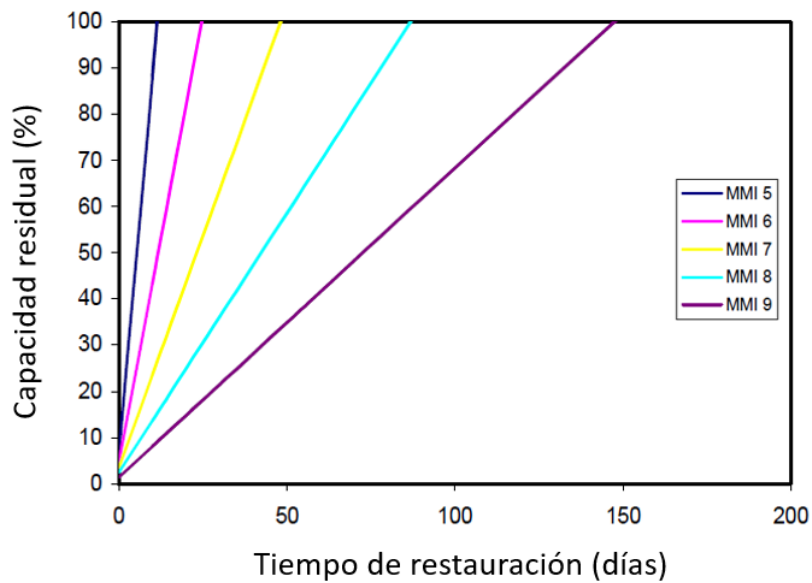
Como se pode ver na ecuación 6.3, aumentouse nun punto a intensidade sísmica estimada en cada parroquia de Galicia. Este axuste realízase para considerar que os valores de danos presentados na ATC-13 foron calculados para edificios construídos en California. Nesta zona, as normas de construción son máis estritas que as aplicadas en España debido á alta actividade sísmica da rexión.

Na seguinte gráfica 6.1., está representada a curva de danos para a FC10.



Gráfica 6.1. Curva de danos para edificios da Administración estatal, autonómica, comarcal e local (F10)

Na seguinte gráfica 6.2., represéntanse as rectas que determinan a capacidade residual en función do tempo de restauración calculadas para a SF22.



Gráfica 6.2. Capacidade residual fronte a tempo de restauración para os edificios estatais, autonómicos, comarcais e locais

Os resultados derivados da aplicación das funcións de danos e de restauración aos edificios das diferentes administracións de Galicia calculáronse tendo en conta que a intensidade

macrosísmica para todos eles estará dentro do intervalo de VI-VII, segundo se determinou no apartado do estudo do perigo para todos os municipios e parroquias galegas.

Desta maneira, os danos previstos nos edificios da Administración de Galicia son todos leves (porcentaxe de dano do 5,33 %), e os tempos de restauración serían 10 días para $Tr_{30\%}$, 19 días para $Tr_{60\%}$ e 34 días para $Tr_{100\%}$.

▪ Vulnerabilidade dos aeroportos

As estruturas deste tipo presentan características especiais e, aínda que poden parecer especialmente sensibles ante terremotos, a súa vulnerabilidade vólvese significativa ante intensidades moderadas ou altas.

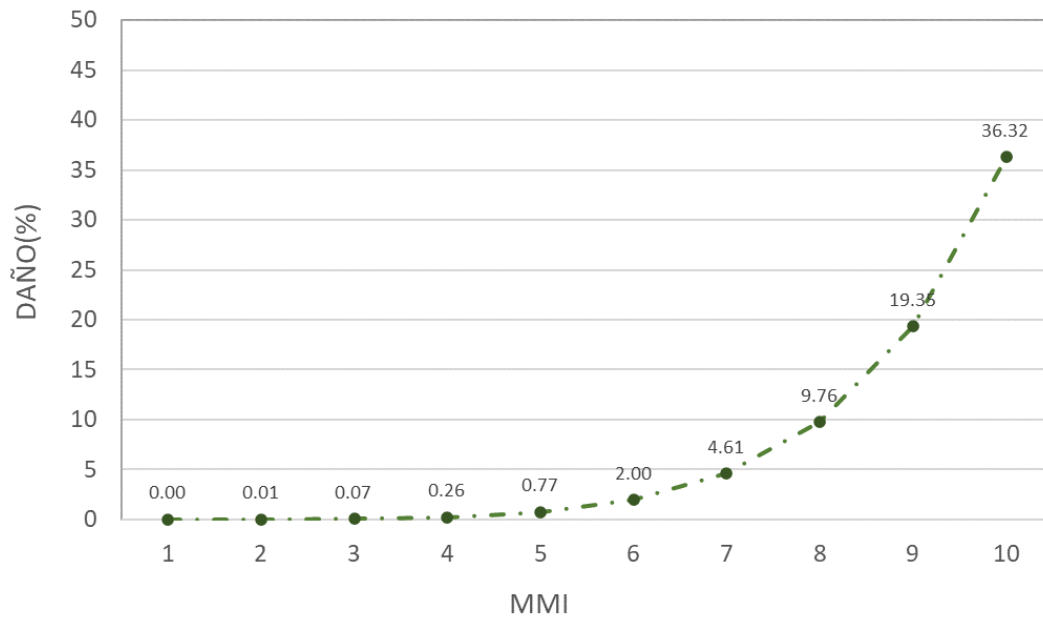
Cando nos referimos a aeroportos, estamos a falar de todas as compoñentes que conforman un aeroporto, coa excepción da zona aeroportuaria, que será tratada de maneira distinta. Un aeroporto consta de diversas estruturas e equipamentos e, en xeral, pódese asumir que a maioría dos aeroportos no mundo comparten un conxunto similar de instalacións e equipamento. Por tanto, podemos considerar que os aeroportos avaliados na ATC-13 son moi similares aos aeroportos que existen en Galicia.

Segundo as directrices da ATC-13, establecemos unha serie de clases de instalación (FC) que nos permiten avaliar os danos no aeroporto coma se fose unha soa entidade. En primeiro lugar, utilizamos a FC10 para avaliar os danos relacionados coa estrutura básica do aeroporto. Ademais, débense ter en conta instalacións que teñen un impacto significativo no funcionamento do aeroporto, como os tanques de almacenamento líquido sobre terra (FC43), os cales poden influír no funcionamento do aeroporto e mesmo provocar o seu peche. Outro factor crítico é a avaliación dos hangares, onde se leva a cabo o mantemento dos avións. Un funcionamento deficiente destes hangares afectaría considerablemente o aeroporto e a súa inutilización podería levar ao peche deste. Para avaliar os danos nos hangares, utilizouse a FC91, que se relaciona con estruturas de arco longo.

Unha vez identificadas as instalacións máis vulnerables nos aeroportos, procedeuse a cuantificar a contribución de cada unha delas ao conxunto do aeroporto. Para realizar esta ponderación, seguiuuse a metodoloxía proposta pola ATC-25, que lle asigna un valor porcentual do 40 % á FC10, un 20 % á FC43 e un 40 % á FC91.

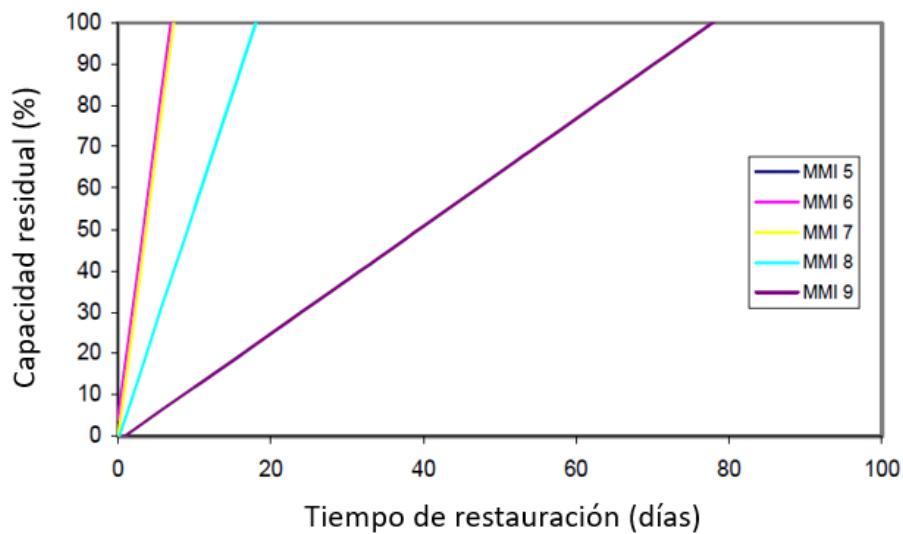
A función de danos resultante represéntase na gráfica 6.3., e a expresión matemática correspondente á ecuación 6.4 é:

$$GD = 0,4e^{-9,79}(MMI + 1)^{5,6896} + 0,2e^{-17,89829}(MMI + 1)^{8,819} + 0,4e^{-14,00191}(MMI + 1)^{7,26857} \quad (6.4)$$



Gráfica 6.3. Curva de danos para os aeroportos (FC10+FC43+FC91)

Doutra banda, as rectas de restauración calculadas represéntanse na gráfica 6.4.



Gráfica 6.4. Capacidade residual fronte a tempo de restauración para os aeroportos

Seguindo as funcións de dano e de restauración, os danos proxectados e os tempos estimados para a recuperación ao 30 %, 60 % e 100 % de operatividade nos tres aeroportos galegos detállanse na táboa 6.2.

Nome	Parroquia	Danos [%]	Grao de dano	$Tr_{R(30\%)}[días]$	$Tr_{R(60\%)}[días]$	$Tr_{R(100\%)}[días]$
Aeroporto da Coruña	Almeiras (San Xulián)	3,07	Leve	0,098	0,206	0,353
Aeroporto de Santiago-Rosalía de Castro	Sabugueira (San Paio)	3,07	Leve	0,098	0,206	0,353
Aeroporto de Vigo-Peinador	Cabral (Santa Mariña)	3,07	Leve	0,098	0,206	0,353

Táboa 6.2. Danos e tempos de restauración para os tres aeroportos de Galicia

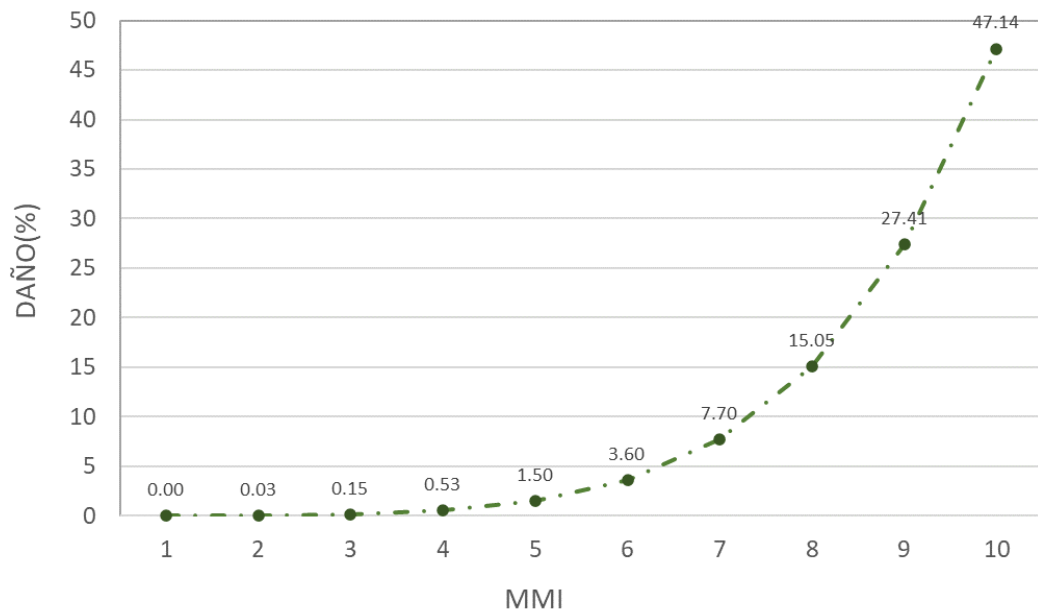
Os danos previstos nos tres aeroportos son leves (3,07 %) e os tempos de restauración moi pequenos, inferiores a medio día.

▪ Vulnerabilidade das agrupacións de voluntarios de protección civil

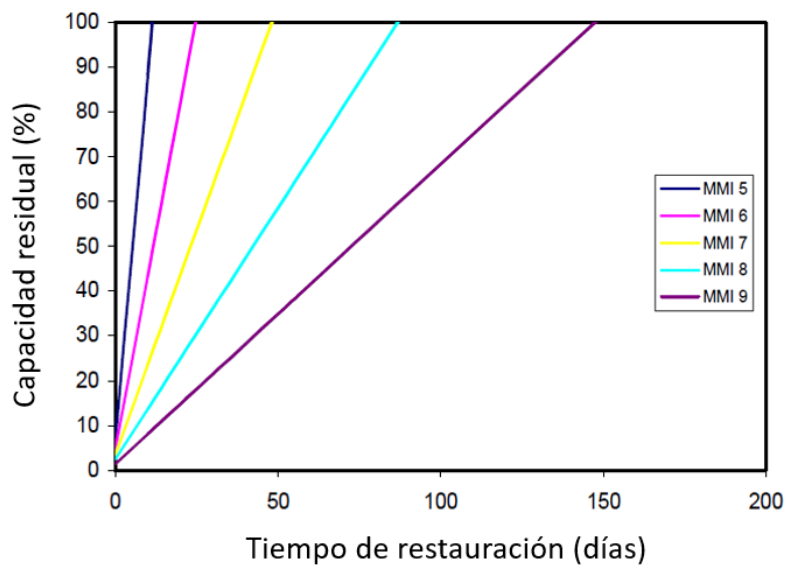
As agrupacións de voluntarios de protección civil (AVPC) considéranse como servizos de emerxencia (do mesmo xeito que os bombeiros e os policía) e, segundo a ATC-25, clasificaríanse no grupo de "servizos de resposta de emerxencia".

O tipo de estrutura utilizado nos cálculos para estas organizacións, debido á falta de datos específicos, corresponde á FC10, e a función de clase social é SF22. Por tanto, as curvas de danos e as funcións de restauración son as mesmas que se mencionaron no punto anterior 6.2.1.

Do mesmo xeito que sucede para os edificios das administracións de Galicia (punto 6.2.1), a intensidade macrosísmica da totalidade das edificacións de AVPC atópase dentro do intervalo VI-VII, tal e como se detallou no estudo do perigo realizado anteriormente para todas as parroquias de Galicia. Así, os danos previstos para todos os edificios son leves (5,33 %) e os tempos de restauración son 10 días para $Tr_{30\%}$, 19 días para $Tr_{60\%}$ e 34 días para $Tr_{100\%}$.



Gráfica 6.5. Curva de danos para as agrupacións de voluntarios de protección civil (F10)



Gráfica 6.6. Capacidade residual fronte a tempo de restauración para as agrupacións de voluntarios de protección civil

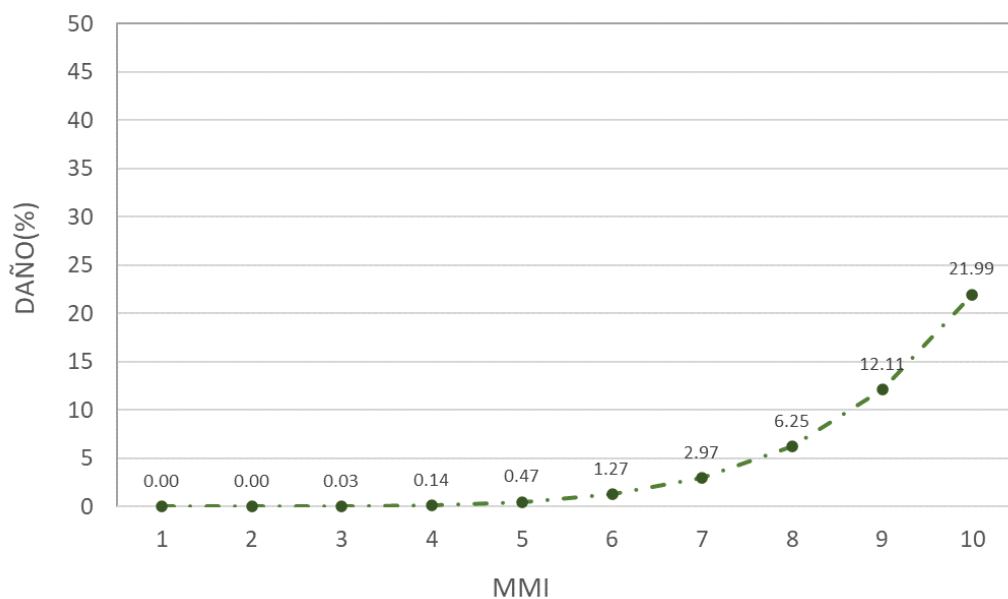
▪ Vulnerabilidade das centrais térmicas

As centrais térmicas están compostas por unha rede de sistemas que poden resultar danados en distintos graos debido a un terremoto. Aínda que as centrais térmicas galegas están pechadas ou en proceso de peche, avaliaremos a súa vulnerabilidade.

Para avaliar a vulnerabilidade das centrais térmicas, dividíronse en tres categorías: FC13, que se refire a estruturas de arco de aceiro arriostado de mediana altura; FC66, que abarca o equipo eléctrico, e FC68, que inclúe o equipo mecánico. Estas categorías ponderáronse de acordo coa opinión dos expertos na ATC-25, e asígnanlle un 20 % de importancia á FC13, un 50 % á FC68 e un 30 % á FC66.

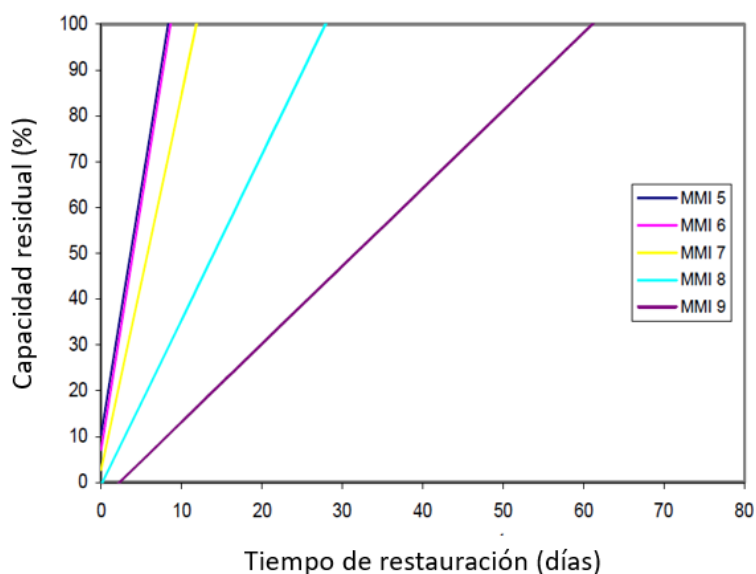
A función de vulnerabilidade correspondente é a representada na gráfica 6.7., e vén dada pola seguinte ecuación:

$$GD = 0,2e^{8,8837MMI^{5,1511}} + 0,3e^{8,3944MMI^{5,0789}} + 0,5e^{11,7321MMI^{6,3929}} \quad (6.5)$$



Gráfica 6.7. Curva de danos para as centrais térmicas (FC13+FC66+FC68)

Para calcular os tempos de restauración, utilizouse a SF29a, que se refire ás infraestruturas de xeración eléctrica. Na gráfica 6.8., preséntanse as liñas de regresión que posibilitan a estimación da capacidade residual en función do tempo de restauración para diferentes intensidades sísmicas.



Gráfica 6.8. Capacidade residual fronte a tempo de restauración para centrais térmicas

Na seguinte táboa 6.3., recóllese o resultado de aplicar as funcións de dano e de restauración a estas tres plantas para os valores de intensidade máximos previsibles.

Táboa 6.3. Danos e tempos de restauración para as tres centrais térmicas de Galicia

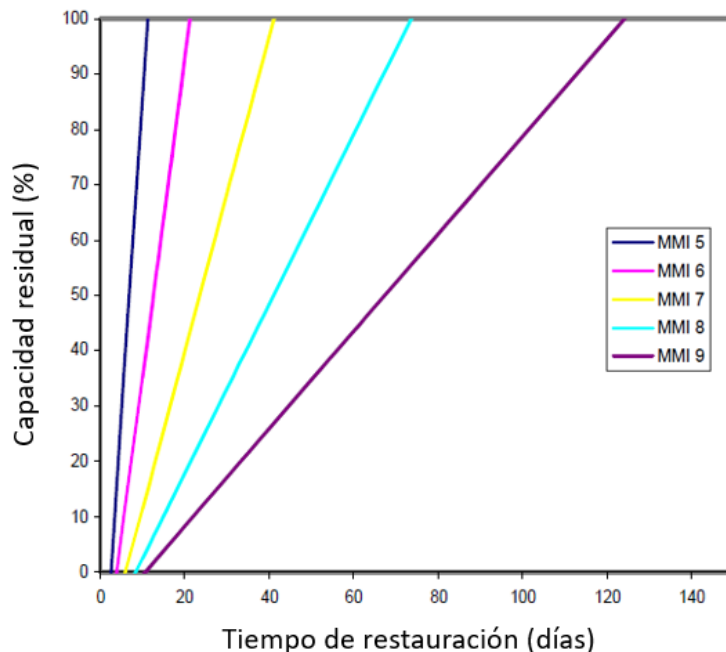
Nome	Parroquia	Danos [%]	Grao de dano	$Tr_{R(30\%)}$ [días]	$Tr_{R(60\%)}$ [días]	$Tr_{R(100\%)}$ [días]
As Pontes	Vilavella (Santa María)	1,97	Leve	2,5	5,5	10
Meirama	As Encrobas (San Román)	1,97	Leve	2,5	5,5	10
Sabón	Oseiro (Santiso)	1,97	Leve	2,5	5,5	10

Como se pode observar na táboa, os danos previstos para estas instalacións son leves (1,97 %) e a restauración completa alcanzaríase aos catro días e medio.

▪ Vulnerabilidade dos centros de educación

Os centros educativos foron avaliados considerando unha estrutura media coa FC10. Ademais, axustouse a intensidade sísmica nas táboas de danos (do mesmo xeito que para outros edificios esenciais) ao incrementala nunha unidade, para corrixir o efecto de estar calculada para os edificios de California.

As rectas de capacidade residual con relación ao tempo calculáronse utilizando a SF24, que engloba aspectos relacionados coa educación segundo a ATC13. Na gráfica 6.9., están representadas as rectas de capacidade residual fronte a tempo de restauración.



Gráfica 6.9. Funcións de restauración para os edificios educativos

Segundo os resultados obtidos, todos os edificios mostran danos leves (5,33 %) e os períodos requiridos para as restauracións ao 30 %, 60 % e 100 % son 12, 19 e 27 días.

▪ Vulnerabilidade dos edificios da Cruz Vermella

Os edificios da Cruz Vermella avaliáronse utilizando a función de instalación FC10 e a de clase social SF22. As curvas de danos e as rectas de restauración describíronse anteriormente (ver apartado 6.2.1). Os danos estimados para cada un dos edificios calculáronse tendo en conta que a intensidade macrosísmica para todas as parroquias de Galicia se corresponde co intervalo VI-VII, cun danos leves (5,33 %). Os tempos de restauración son 10 días para $Tr_{30\%}$, 19 días para $Tr_{60\%}$ e 34 días para $Tr_{100\%}$.

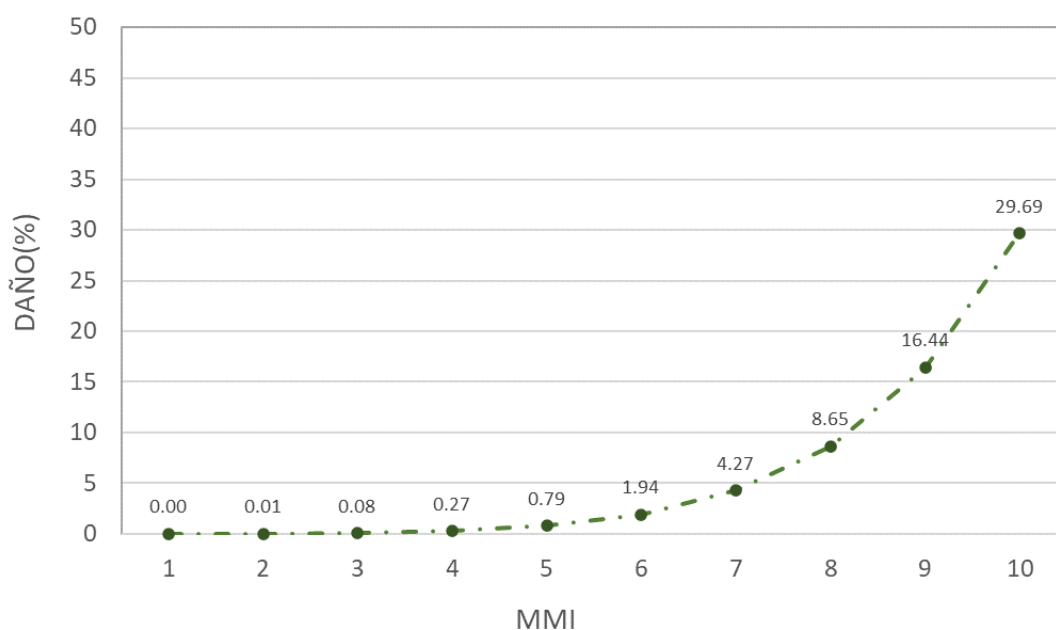
▪ Vulnerabilidade das estacións de autobuses

Para avaliar os posibles danos nas estacións de autobuses, utilizáronse tres categorías de instalacións FC (*Facility Class*). A primeira FC refírese á estrutura principal da estación e para este propósito elixiuse a FC10, por ser a máis común. En segundo lugar, tivéronse en conta os posibles danos aos vehículos estacionados, principalmente os autobuses, e para isto utilizouse a FC90. En terceiro lugar, considerouse o pavimento sobre o cal se estacionan os autobuses, ao que se lle asignou a FC49, que corresponde a un pavimento de calidade similar ao dunha

estrada estándar (non autoestradas nin autovías). En canto á ponderación, asignóuselle un 50 % á FC10, un 20 % á FC90 e un 30 % á FC49. Tamén se aplicou unha corrección á FC10 para ter en conta as posibles diferenzas nas normativas de construción, o que incrementou nunha unidade a intensidade sísmica para Galicia.

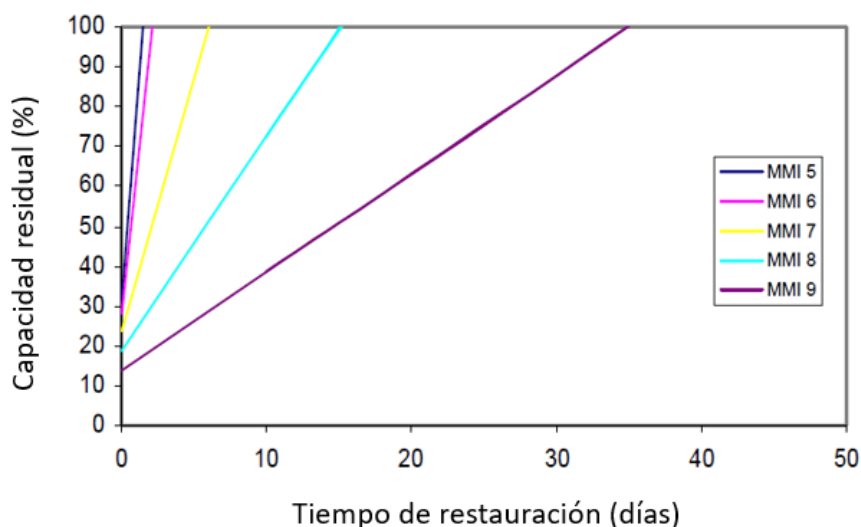
A función de danos calculada (gráfica 6.10) ten por ecuación:

$$GD = 0,5e^{-9,79}(MMI + 1)^{5,6896} + 0,2e^{-12,5297}MMI^{6,5028} + 0,3e^{-16,84256}MMI^{8,4195} \quad (6.6)$$



Gráfica 6.10. Curva de danos para as estacións de autobuses (FC10+FC90+FC49)

Para a determinación da capacidade residual en función do tempo de restauración, utilizouse a SF25f. A correspondente representación está na gráfica 6.11.



Gráfica 11. Capacidad residual frente a tiempo de restauración para las estaciones de autobuses

Os danos previstos e a capacidade residual en función do tempo de restauración para as principais estacións de autobuses en Galicia calculáronse considerando as intensidades sísmicas máximas estimadas para cada parroquia.

Os danos son leves (2,91 %) e os tempos de restauración son 0,25 días para $Tr_{30\%}$, 2,5 días para $Tr_{60\%}$ e 4 días para $Tr_{100\%}$.

▪ Vulnerabilidade das estacións de ferrocarril

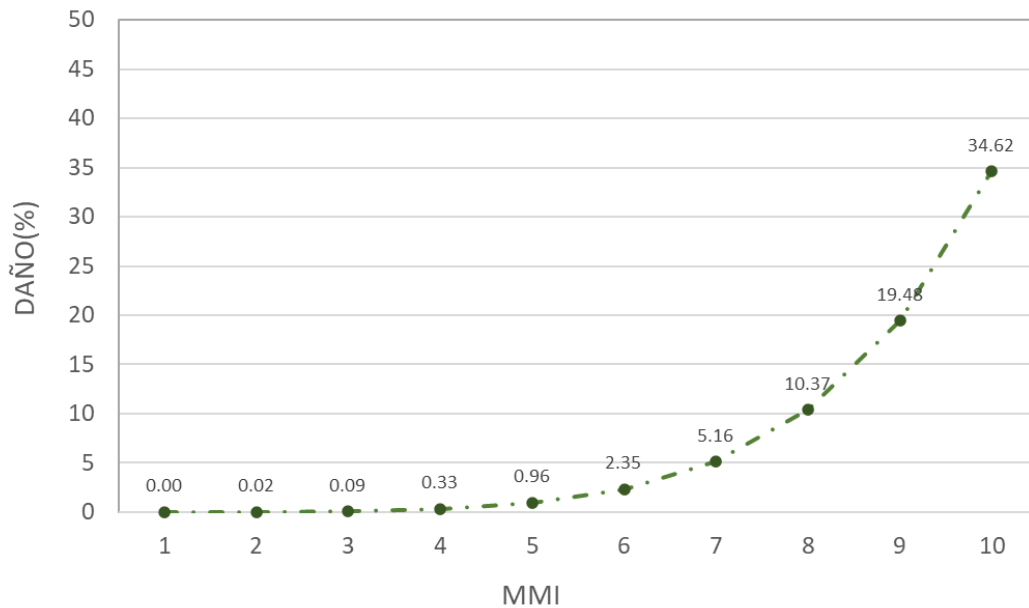
Para avaliar a vulnerabilidade das estacións de ferrocarril, consideráronse tres clases de instalacións (*facility class*): FC10 para a estrutura, FC68 para o equipamento mecánico e FC47 para as vías de ferrocarril.

A ponderación da importancia relativa de cada unha das clases de instalacións baseouse na proposta proporcionada pola ATC-25, e asignóuselle un 60 % á FC10 e un 20 % tanto á FC68 como á FC47.

A curva de danos axustada aos valores da ATC-25 responde á seguinte ecuación:

$$GD = 0,6e^{-9,79(MMI + 1)^{5,6896}} + 0,2e^{-11,73213MMI^{6,39288}} + 0,2e^{-16,1443MMI^{8,08544}} \quad (6.7)$$

Esta curva de danos está representada na seguinte gráfica 6.12:



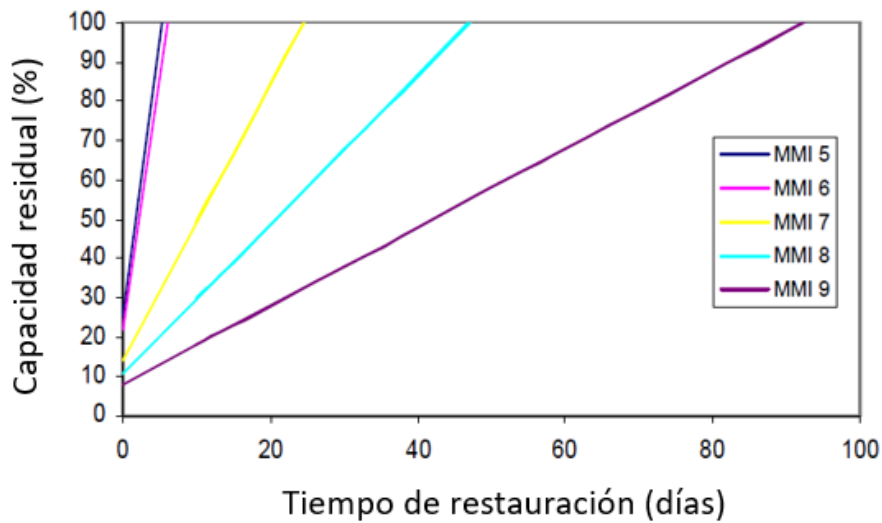
Gráfica 6.12. Curva de danos para as estacións de ferrocarril (FC10+FC68+FC47)

Obsérvase que os danos comezan a ter un certo grao de importancia a medida que nos achegamos a unha intensidade de VIII, aínda que esta intensidade está por encima do que se espera no caso de Galicia.

Pola súa banda, as rectas que representan a capacidade residual en función do tempo de restauración atópanse na figura 6.13. e foron calculadas utilizando a información proporcionada pola SF26d.

Así mesmo, catalogáronse tanto estacións principais coma apeadoiros. Estas diferéncianse principalmente polas súas dimensións e equipamento. Os danos e os tempos de restauración para capacidades residuais do 30 %, 60 % e 100 % calculáronse para as intensidades macrosísmicas de cada parroquia de Galicia.

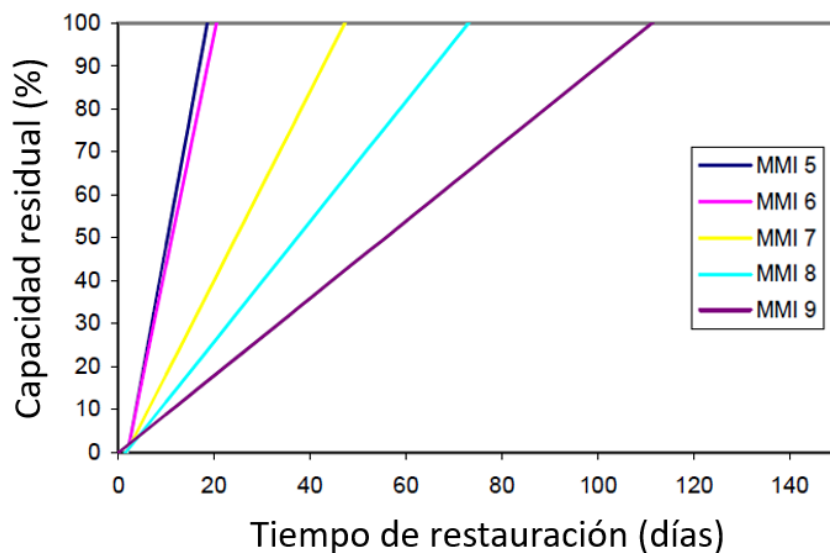
Desta forma, os danos esperados son leves (3,53 %) e os tempos de restauración son os seguintes: 3 para $Tr_{30\%}$, 7 para $Tr_{60\%}$ e 14 para $Tr_{100\%}$.



Gráfica 6.13. Capacidad residual frente a tiempo de restauración para las estaciones de ferrocarril

▪ Vulnerabilidad dos edificios de GES

Utilizouse a mesma función de instalación (FC10) para avaliar a vulnerabilidade dos edificios dos GES (grupos de emerxencia supramunicipal) que se empregou para os edificios das AVPC no apartado 6.2.3., pois con carácter xeral están situados nos mesmos edificios. Para calcular os tempos de restauración, aplicouse a función de clase social SF23, que se corresponde cos servizos de resposta de emerxencia. A seguinte gráfica 6.14. mostra as rectas de restauración para a SF23.



Gráfica 6.14. Rectas de restauración para los edificios del GES

Considerando as intensidades máximas previstas para as parroquias onde se sitúan, calculouse o nivel de dano para todos os edificios, que será leve (5,33 %).

Os tempos de restauración ao 30, 60 e 100 % son 13 días, 20 días e 32 días, respectivamente.

▪ Vulnerabilidade dos edificios da Garda Civil

Os edificios da Garda Civil teñen características similares aos dos GES, polo que as curvas de danos e de restauración utilizadas son as mesmas.

Baseándonos na curva de dano e considerando as intensidades previstas (intervalos VI-VII) para as parroquias onde se sitúan os edificios da Garda Civil, obtéñense os danos estimados para cada un dos edificios. Estes danos son leves (5,33 %) para todos os edificios e os tempos de restauración son 13 días para $Tr_{30\%}$, 20 días para $Tr_{60\%}$ e 32 días para $Tr_{100\%}$.

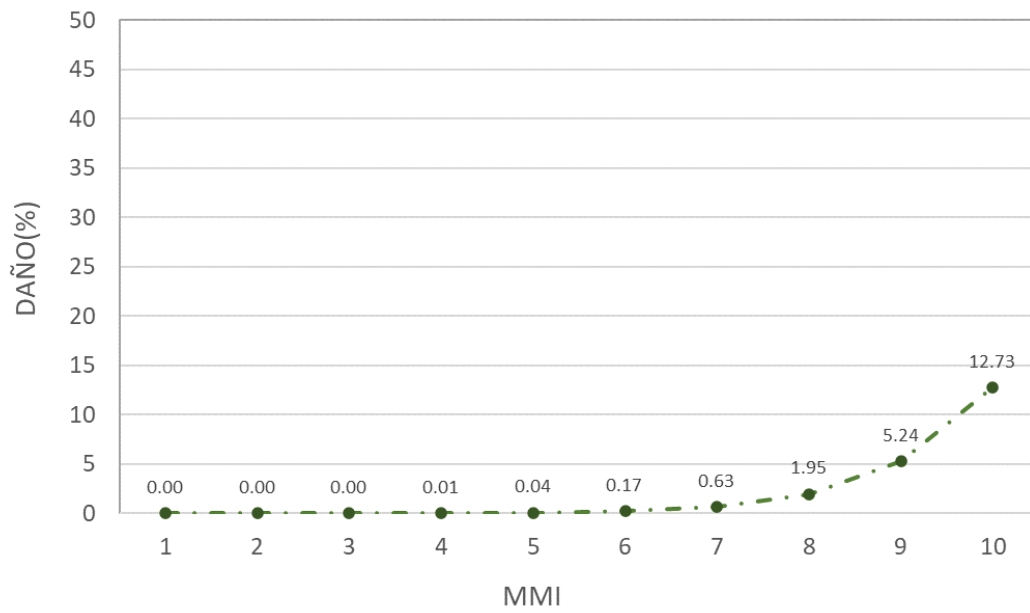
▪ Vulnerabilidade dos heliportos e helisuperficies

En Galicia, existen numerosas áreas designadas para o despegamento e a aterraxe de helicópteros. Para avaliar o comportamento dos heliportos en caso de que se produza un terremoto, empregouse a categoría FC49 (que se refire ás zonas asfaltadas) para determinar a curva de danos e a SF27a (que corresponde a pavimentos e áreas de estacionamento de aeronaves) para calcular os tempos de restauración.

A función de danos para a FC49 é a seguinte:

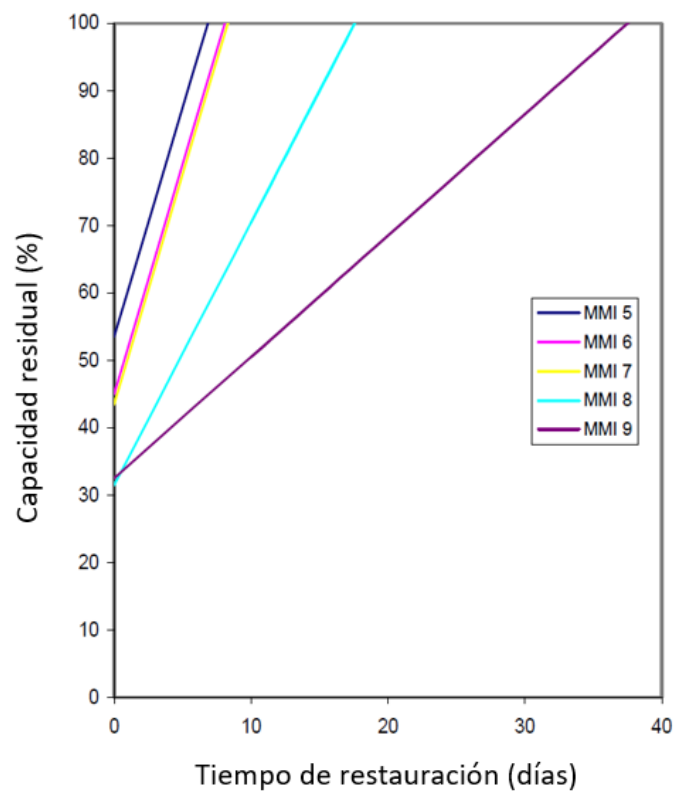
$$DG = e^{-16,84256} MMI^{8,41953} \quad (6.8)$$

E a súa representación é a da seguinte gráfica 6.15.



Gráfica 6.15. Curva de danos para os heliportos (FC49)

Pola súa banda, as funcións de restauración represéntanse na gráfica 6.16.



Gráfica 6.16. Capacidade residual fronte a tempos de restauración para os heliportos

Tendo en conta a curva de danos correspondente á FC49 e as intensidades máximas previstas para as parroquias nas que están situados cada un dos heliportos, obtéñense os danos estimados para cada un deles. Como resultado, os danos previstos son moi leves (0,34 %) e os tempos de restauración son os seguintes: 0 días para $Tr_{30\%}$, 2,5 días para $Tr_{60\%}$ e 8 días para $Tr_{100\%}$.

▪ Vulnerabilidade dos parques industriais

Os parques industriais como tales non están tipificados nin na ATC13 nin na 25. Por este motivo, para avaliar a vulnerabilidade dos parques industriais considerouse unha combinación lineal ponderada de tres clases de instalacións:

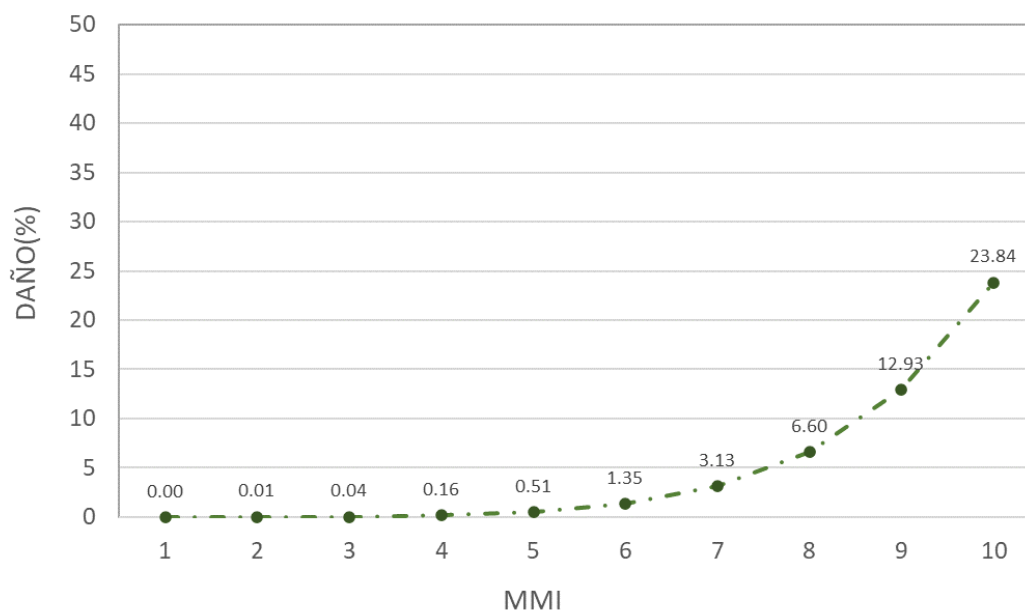
- FC12, como estrutura de sustentación. É unha estrutura de aceiro arriostado cunha importancia asignada do 60 %.
- FC68, para considerar o equipamento mecánico das diferentes industrias. O peso asignado ao equipamento mecánico é do 30 %.
- FC49, para ter en conta os efectos sobre as estradas de acceso ás naves. A importancia destas estradas é do 10 %.

A función de danos conxunta calculada vén dada pola expresión:

$$GD = 0,6e^{11,076}(MMI + 1)^{6,004} + 0,3e^{11,732}MMI^{6,393} + 0,1e^{16,843}MMI^{8,419} \quad (6.9)$$

Do mesmo xeito ca nos casos anteriores, incrementouse a intensidade sísmica nunha unidade para calcular os danos nas estruturas, tendo en conta as regulacións menos estritas de España en comparación coas do estado de California.

A curva de vulnerabilidade represéntase na gráfica 6.17. Como se pode observar, os danos comezan a ser significativos a intensidades de VIII-IX (moi altas). Para Galicia, onde as intensidades se atopan dentro do intervalo VI-VII, obsérvase que o valor de dano esperado é do 2,08 % (danos leves).



Gráfica 6.17. Curva de danos para os parques industriais (FC12+FC68+FC49)

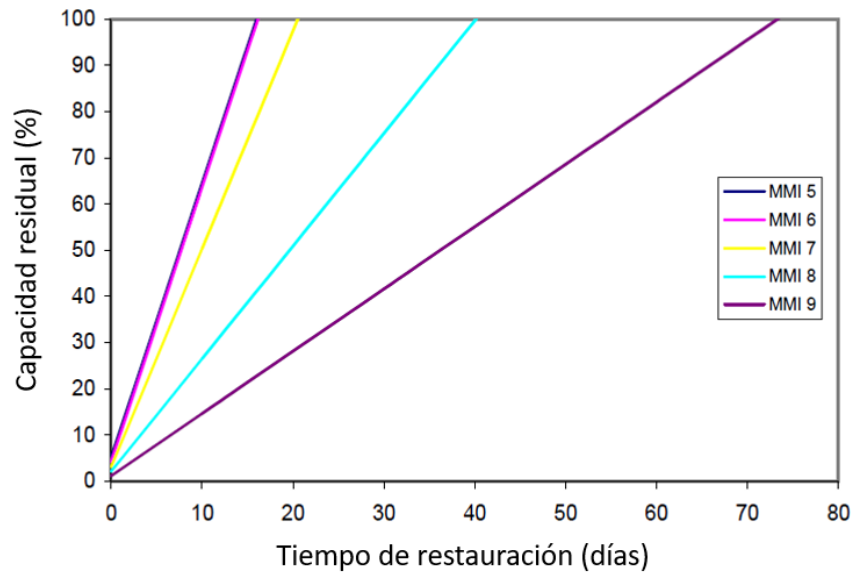
Para a determinación dos tempos de restauración e da capacidade residual, considerouse que todos os parques industriais comprenden un conxunto de industrias que aparecen na ATC-13, que son:

- Ensamblaxe/fabricación lixeira e ensamblaxe/fabricación pesada (SF11,12)
- Procesado de farmacia e comidas (SF13)
- Procesados químicos (SF14)
- Procesado de minerais e metais (SF15)
- Alta tecnoloxía (SF16)

É obvio que habería que realizar un estudo das empresas que hai en cada parque industrial e, co fin de simplificar e tendo en conta que os danos son pequenos, agrupamos todos nun único tipo.

Para determinar as proporcións asignadas a cada SF baseámonos na guía ARDAN do ano 2004, que rexistra as actividades económicas de moitas empresas galegas. Seguindo estas porcentaxes para os distintos tipos de industrias, asignamos un 30 % a SF11 e SF12, un 20 % a SF13, un 30 % a SF14, un 15 % a SF15 e un 5 % a SF16.

Na gráfica 6.18., represéntanse as rectas que determinan a capacidade residual en función do tempo de restauración.



Gráfica 6.18. Capacidade residual fronte a tempos de restauración para os parques industriais

Os danos esperados para os principais parques industriais de Galicia son leves (2,08 %) e os tempos de restauración son 5 días para $Tr_{30\%}$, 10,5 días para $Tr_{60\%}$ e 18 días para $Tr_{100\%}$.

▪ Vulnerabilidade dos edificios da Policía nacional, autonómica e local

Para avaliar a vulnerabilidade dos edificios da Policía, xa sexa no eido nacional, autonómico ou local, utilizouse a función de instalación FC10. Para calcular os tempos de restauración, confiamos na función de clase social SF23, que corresponde aos servizos de resposta de emerxencia.

Os danos previstos para os edificios da Policía nacional e autonómica en Galicia son leves (5,33 %) para as tres tipoloxías de edificios, xa que a intensidade macrosísmica esperada en todas as parroquias galegas se atopa dentro do intervalo VI-VII.

Os tempos de restauración ao 30, 60 e 100 % son 13 días, 20 días e 32 días, respectivamente.

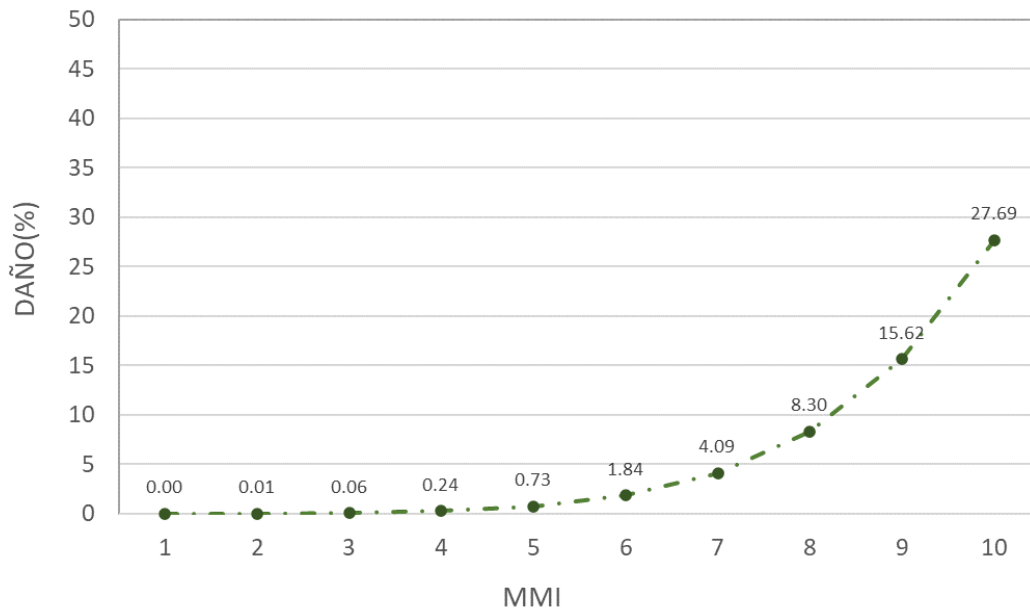
▪ Vulnerabilidade dos polideportivos

Dado que os polideportivos non están especificamente recollidos nas ATC, optouse por asignarlles a categoría FC12, que se refire a estruturas de aceiro arriostado, ao ser a que mellor se axusta ao seu tipo de construción.

O cálculo da función de danos proporciona a seguinte ecuación:

$$GD = e^{-11,076}(MMI + 1)^{6,004} \quad (6.10)$$

A representación desta ecuación móstrase na seguinte gráfica 6.19.

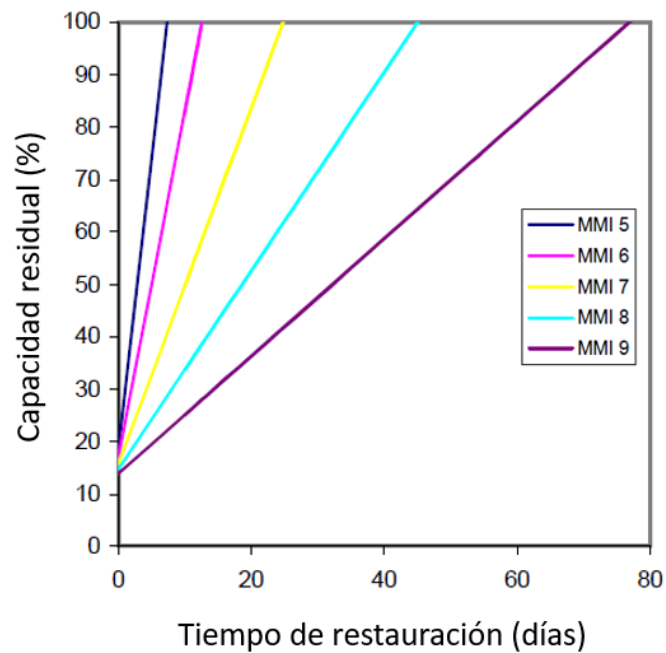


Gráfica 6.19. Curva de danos para os polideportivos de Galicia (FC12)

Os danos para este tipo de estruturas son lixeiramente inferiores aos que se obteñen para a FC10.

A capacidade residual en función do tempo estimouse utilizando a función de clase social SF9, que se aplica comunmente a actividades de recreo e mantemento.

A representación das funcións de capacidade residual fronte ao tempo de restauración móstrase na seguinte gráfica 6.20.



Gráfica 6.20. Capacidade residual fronte a tempos de restauración para os polideportivos

Os danos esperados para os polideportivos son leves (2,08 %) e os tempos de restauración esperados para porcentaxes do 30 %, 60 % e 100 % son 3 días, 10 días e 19 días, respectivamente.

▪ Vulnerabilidade das presas

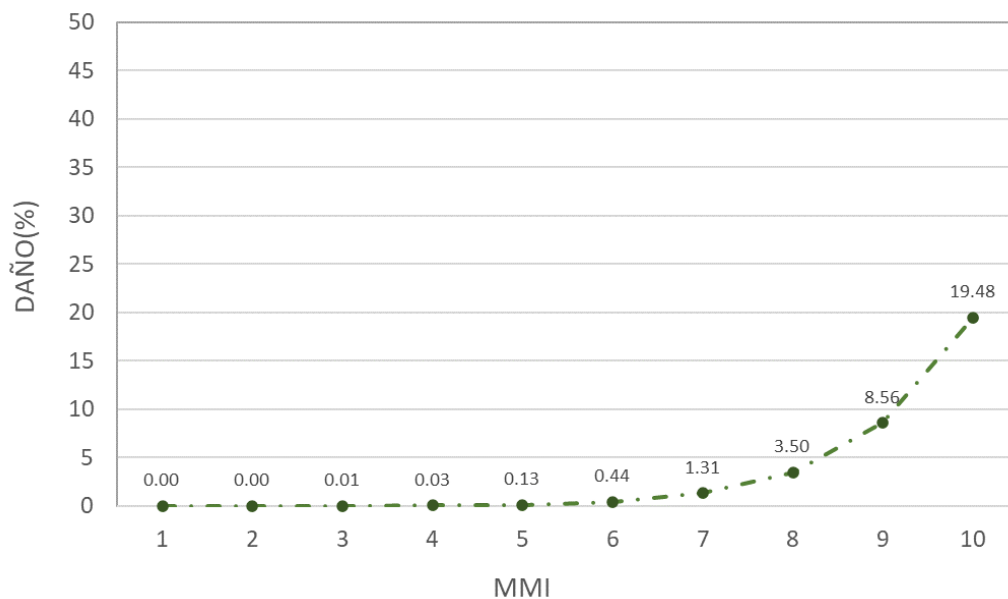
As presas son un tipo de estrutura cun carácter especial tanto pola súa construción coma polo perigo que poden representar para as persoas se se producen roturas neste, xa que polo xeral se atopan situadas augas arriba de lugares nos que se asentan poboacións. Por iso é importante determinar a súa resposta fronte a posibles accións sísmicas.

As presas pódense dividir en dúas categorías principais segundo o seu uso: presas utilizadas para a subministración de auga potable á poboación e presas destinadas á xeración de enerxía eléctrica. Nalgúns casos, unha presa pode servir para ambas as finalidades simultaneamente.

Para avaliar a vulnerabilidade das presas, a ATC-25 considera dous tipos principais: presas de formigón (FC35) e presas de recheo de terra (FC36). A ATC propón realizar unha análise combinada mediante unha ponderación equitativa. De acordo con isto, a función de danos calculada para as presas vén dada pola expresión:

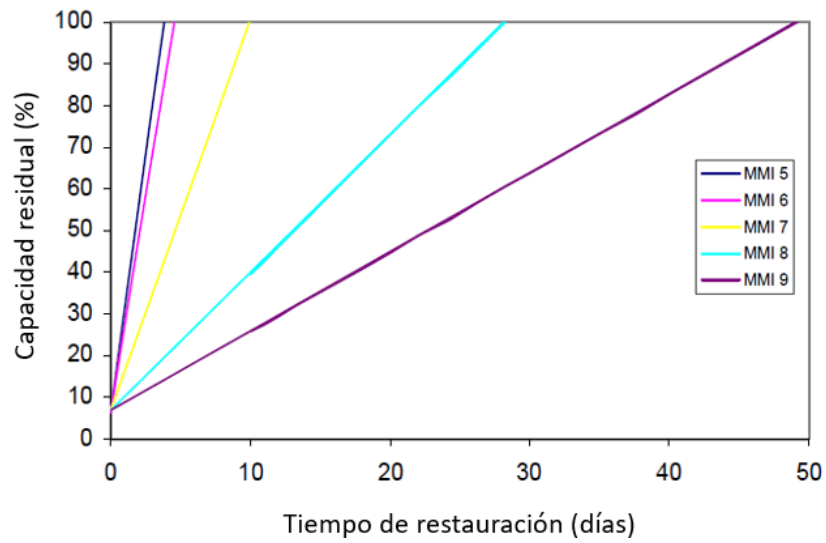
$$GD = 0,5e^{-21,15333}(MMI + 1)^{10,0009} + 0,5e^{-15,3053}(MMI + 1)^{7,67276} \quad (6.11)$$

A representación pódese observar na seguinte gráfica 6.21.



Gráfica 6.21. Curva de danos para as presas (FC35+FC36)

Os tempos de restauración calculáronse utilizando a función de clase social SF30c, que se relaciona coas reservas de almacenamento de sistemas de auga. A capacidade residual fronte ao tempo de restauración represéntase na gráfica 6.22.



Gráfica 6.22. Capacidade residual fronte a tempo de restauración para as presas

Desta forma, os danos previstos son, para todos os encoros de Galicia, moi leves (0,77 %) e os tempos de restauración son 2 días para $Tr_{30\%}$, 4 días para $Tr_{60\%}$ e 7 días para $Tr_{100\%}$.

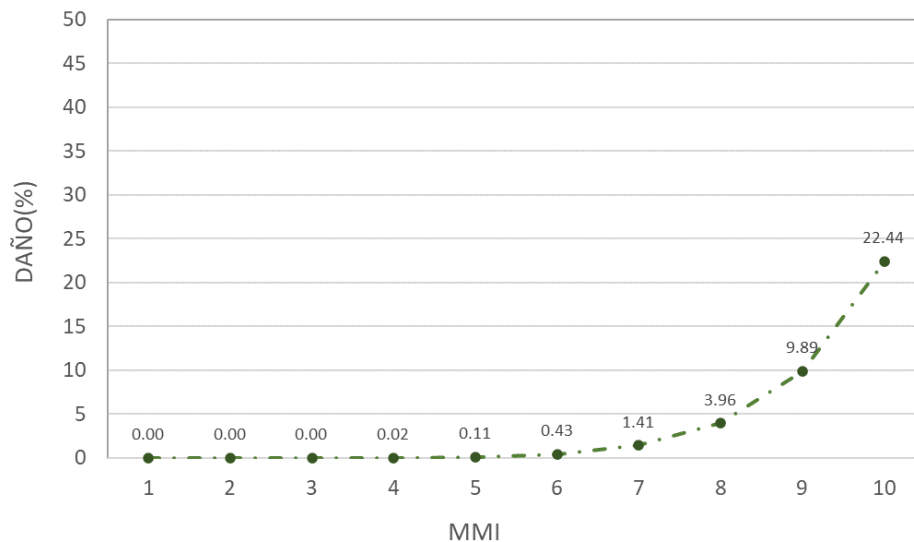
▪ Vulnerabilidade dos portos

Neste punto referímonos aos portos, pero tamén ao conxunto de equipos e dispositivos que adoitan atoparse nestes lugares, como guindastres, liñas de transporte interiores etc.

Na ATC 13, considéranse dúas categorías de instalacións para os portos: a FC53, que se refire aos guindastres (equipamento), e a FC63, que engloba as estruturas de soporte que se estenden sobre a auga no porto, é dicir, os peiraos onde atracan os barcos. En termos de ponderación, asígnase un 40 % á FC53, mentres que o 60 % restante se asigna á FC63. Con estas categorías de instalacións e as súas respectivas ponderacións obtemos a seguinte función, que representa os danos directos nos portos:

$$GD = 0,4e^{-13,67314}MMI^{7,25084} + 0,4e^{-15,47953}MMI^{8,09756} \quad (6.12)$$

Esta función represéntase graficamente na seguinte gráfica 6.23:

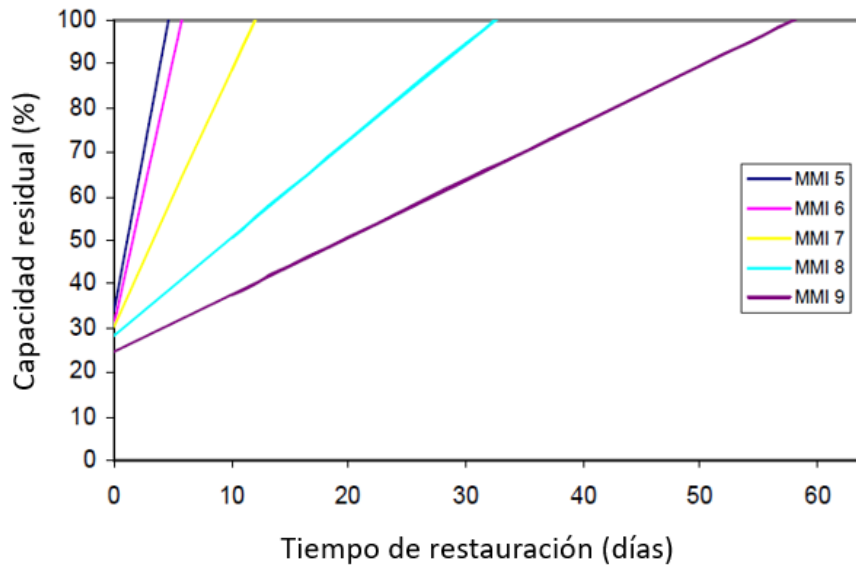


Gráfica 6.23. Curva de danos para os portos e os seus equipamentos (FC53+FC63)

Os danos que se mostran non son moi altos debido a que nos portos non hai moitos elementos susceptibles de sufrir danos e os guindastres e o peirao só comezan a danarse de maneira significativa cando as intensidades sísmicas superan o nivel VIII na escala MMI.

No que respecta aos tempos de restauración, preséntase un caso excepcional, xa que se definen dous SF: a SF28a (para portos) e a SF28b (para o equipamento de carga), con coeficientes de ponderación de 0,6 e 0,4, respectivamente.

Na gráfica 6.24, represéntase a capacidade residual fronte aos tempos de restauración obtidos para esa combinación de funcións sociais.



Gráfica 6.24. Rectas de capacidade residual fronte a tempo de restauración para os portos

Considerando as intensidades previstas en cada parroquia, os resultados de aplicar a curva de danos e as rectas de restauración aos portos de Galicia son os seguintes: os danos esperados son moi leves (0,77 %) e os tempos de restauración son 0 días para $Tr_{30\%}$, 4 días para $Tr_{60\%}$ e 11,5 días para $Tr_{100\%}$.

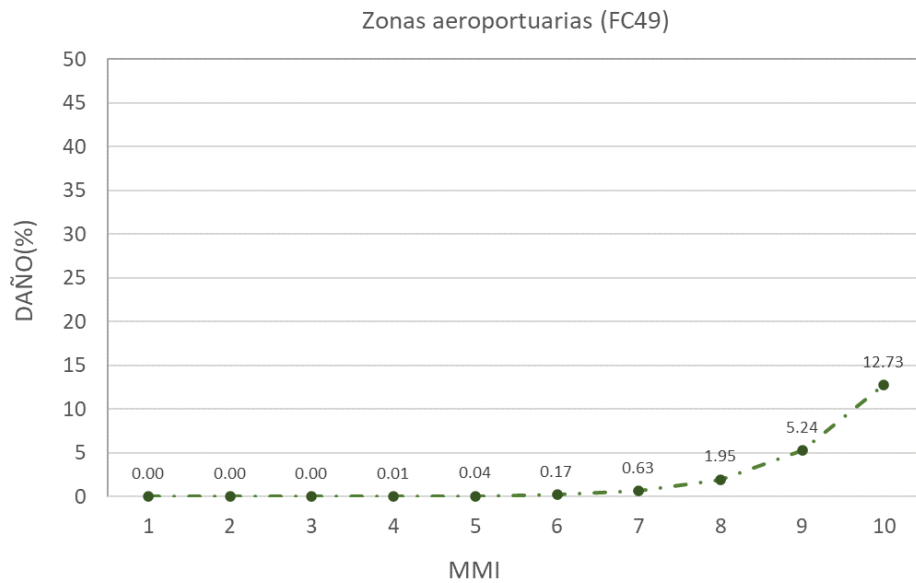
▪ Vulnerabilidade das zonas aeroportuarias

Definimos como zonas aeroportuarias aquelas que circundan os hangares e as estruturas dos aeroportos. Principalmente, son as pistas de engalaxe e aterraxe e os aparcadoiros.

A avaliación da vulnerabilidade sísmica das zonas aeroportuarias baséase no comportamento estimado da FC49, de acordo coa ATC-13, que se relaciona con infraestruturas asfaltadas. A curva de danos para a FC49 calcúlase, do mesmo xeito que para o resto das *facility class*, mediante un axuste de regresión exponencial aos datos proporcionados por expertos.

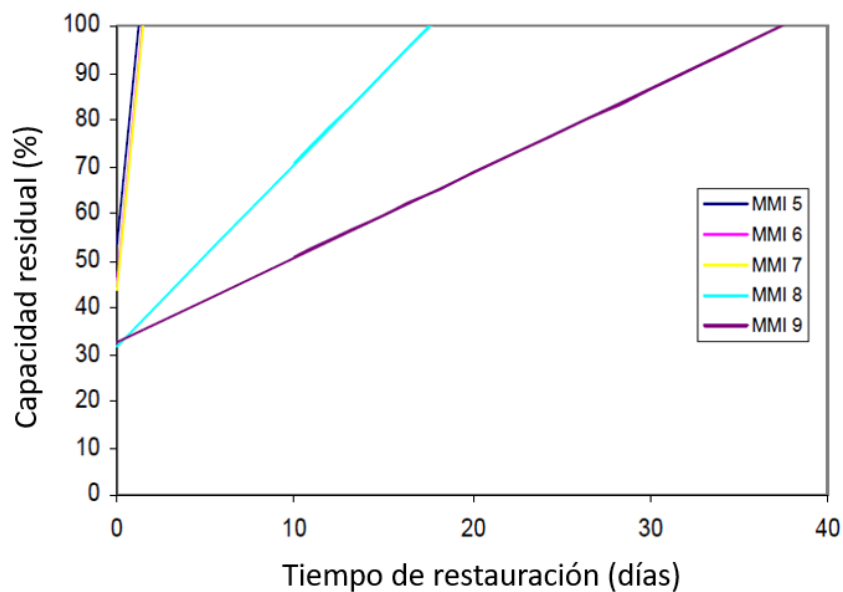
Esta curva é a representada na gráfica 6.25., e a súa ecuación é a seguinte:

$$GD = e^{-16,84256} MMI^{8,41953} \quad (6.13)$$



Gráfica 6.25. Curva de danos para as zonas aeroportuarias

As rectas de tempos de restauración para as zonas aeroportuarias calculáronse utilizando a SF27b, que se relaciona cos tempos de restauración de pavimentos e zonas de estacionamento de vehículos en zonas aeroportuarias. A representación destas rectas móstrase na gráfica 6.26.



Gráfica 6.26. Capacidade residual fronte a tempos de restauración para as zonas aeroportuarias

Os danos previstos nos tres aeroportos de Galicia, considerando as intensidades máximas previstas nas parroquias nas que se sitúan, móstranse na táboa 6.4.

Táboa 6.4. Danos estimados e tempos de restauración previstos para as zonas aeroportuarias galegas

Nome	Parroquia	Danos [%]	Grao de dano	$Tr_{R(30\%)}$ [días]	$Tr_{R(60\%)}$ [días]	$Tr_{R(100\%)}$ [días]
Aeroporto da Coruña	Almeiras (San Xulián)	0,34	Moi leve	0	0,1	0,5
Aeroporto de Santiago-Rosalía de Castro	Sabugueira (San Paio)	0,34	Moi leve	0	0,1	0,5
Aeroporto de Vigo-Peinador	Cabral (Santa Mariña)	0,34	Moi leve	0	0,1	0,5

Como se pode apreciar na táboa, os danos son moi leves (0,34 %) e o tempo necesario para unha reparación completa é 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). Avaliación da vulnerabilidade e o risco sísmico a escala rexional: Aplicación a Cataluña. Tese de doutoramento. Universidade Politécnica de Cataluña. 343 pp.

Cochrane, S. e 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 da construción sismorresistente española (NCSE-02) (2002): «Norma de construción sismorresistente: parte xeral e edificación». Real decreto 997/2002, do 27 de setembro, publicada no BOE, vol. 244, pp. 35898-35967.

Norma tecnolóxica da edificación NTE-FCS/1973 (1973): Orde pola que se aproba a Norma tecnolóxica da edificación NTE-FCS/1973, «Estruturas cargas sísmicas», publicada no BOE núm. 48, do 24 de febreiro de 1973, páxinas 3673 a 3677.

Monti, G.; Nuti, C. (1996). A procedure for assessing the functional reliability of hospital systems. Structural Safety. Vol. 18. NN. 4, pp. 277-292.

Nuti, C.; Vanzi, I. (1999). GHOST: A procedure and a program for the post-earthquake scenario and probabilistic analysis of a rexional hospital's network performance. Repporti Non 1/99. Universita degli Studi Gabriele D'Annunzio de Chieti. Chieti. Italy.

Safina, S. (2002). Vulnerabilidade sísmica de edificacións esenciais. Tese de doutoramento. Universidade Politécnica de Cataluña.

Tiedemann, H. (1992). Earthquakes and Volcanic Eruptions. Swiss Re. Zurich 5000, pp. 951.

ANEXO III

CONCELLOS CON RISCO DE TERRE- MOTOS

De acordo cos resultados obtidos na análise de risco e de vulnerabilidade, e tendo en conta o anexo II da Directriz básica de protección civil ante o risco sísmico, ningún municipio de Galicia está obrigado a elaborar o correspondente Plan de actuación municipal.

Porén, recoméndaselles a elaboración do plan aos municipios que, de acordo co anexo II, presenten unha vulnerabilidade alta:

CÓDIGO	MUNICIPIO	PROVINCIA	ACELERACIÓN	INTENSIDADE	VULNERABILIDADE
27035	Negueira de Muñiz	Lugo	0.04	Ata VII	Alta
27038	Ourol	Lugo	0.04	Ata VII	Alta
32029	Chandrexa de Queixa	Ourense	0.05	Ata VII	Alta
27033	Muras	Lugo	0.05	Ata VII	Alta
32071	Ribeira de Piquín	Lugo	0.05	Ata VII	Alta
32057	Parada de Sil	Ourense	0.06	VI-VII	Alta

ANEXO IV

REXISTRO HISTÓRICO DE SISMOS

A continuación, indícanse os datos significativos dos sismos con epicentro en Galicia e na súa contorna rexistrados nos últimos 500 anos e cunha intensidade igual ou maior a III na escala EMS 98.

Os datos proceden do Catálogo de terremotos que ten dispoñible para poder consultar o Instituto Xeográfico Nacional (<https://doi.org/10.7419/162.03.2022>).

A continuación se indican os datos significativos dos seísmos con epicentro en Galicia e entorno, rexistrados nos últimos 500 años, e con unha intensidade igual ou maior a III na escala EMS 98.

Os datos proceden do Catálogo de Terremotos que ten dispoñible para consulta o Instituto Geográfico Nacional (IGN):

<https://doi.org/10.7419/162.03.2022>

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	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			Pobra de Sanabria. ZA
1389	29/09/1858	20:45:00	428.833	-85.500	0.0	IV-V			Santiago de Compos- tela. C
1611	12/12/1863	02:02:00	428.833	-85.500	0.0	IV			Santiago de Compos- tela. 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 Compos- tela. 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 Compos- tela. 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			A Coruña

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
1896	23/10/1882	15:00:00	428.833	-85.500	0.0	V			Santiago de Compos- tela. C
1960	13/02/1884	00:00:00	433.667	-83.833	0.0	IV			A Coruña
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. OUR
2437	11/04/1896	01:00:00	421.833	-71.167	0.0	III-IV			Viana do Bolo. OUR
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			TOMIÑO. 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 COMPOS- TELA. C
2618	21/05/1906	13:20:00	429.000	-85.000	0.0	IV			SANTIAGO COMPOS- TELA. 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			VERÍN. OUR
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			FERROL. C

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	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			MONDOÑEDO. LU
3206	02/01/1915	19:06:00	432.000	-63.000	0.0	VI			STA. MARÍA GENES-TAZA. O
3259	14/11/1915	09:37:00	434.000	-84.000	0.0	IV			A 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. OUR
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			VILANOVA DE AROUSA. PO
4026	19/04/1931	17:20:00	420.667	-82.167	0.0	V			MELGAÇO. 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			OCÉANO ATLÁNTICO
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			OCÉANO ATLÁNTICO
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	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
4620	25/11/1944	23:52:38	436.667	-90.000	0.0	V	4.7	1	OCÉANO ATLÁNTICO
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	CANTÁBRICO
6310	01/11/1967	02:00:20	422.000	-72.500	0.0	III	2.7	2	SERRA DE QUEIXA. OUR
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	ATLÁNTICO-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			SALVATERRA DE MIÑO. 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, 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 SANDIÁS. OU
10470	04/02/1987	23:29:41	429.717	-87.917	9.0	IV	2.8	2	W SAN VICENZO. C

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
10559	30/05/1987	08:03:40	427.067	-76.833	5.0	IV	3.2	2	E TABOADA. LU
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 DUMBRASO. 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	CANTÁBRICO
12097	04/05/1991	19:20:09	429.700	-84.700	3.0	III	3.3	2	SW SIGUEIRO. C
12304	15/12/1991	23:34:09	420.733	-81.600	9.0	III-IV	3.4	2	SE MELGAÇO. 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 ABADÍN. O PROVE- CENDE. 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 LUCÍA DE MOURÁN. 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 BECERREÁ. LU
15629	30/11/1995	01:03:03	428.250	-72.083	12.0	III	3.6	2	SW BECERREÁ. 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

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
15635	30/11/1995	02:20:34	428.167	-73.067	9.0	IV-V	3.9	2	NW TRIACASTELA. LU
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 BECERREÁ. LU
15664	01/12/1995	09:52:11	428.267	-72.217	13.0	III	3.3	2	SW BECERREÁ. 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 BECERREÁ. 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 BECERREÁ. LU
15781	24/12/1995	16:25:14	428.183	-72.100	13.0	III-IV	3.5	2	SW BECERREÁ. 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 BECERREÁ. 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 BECERREÁ. LU
15900	26/01/1996	22:54:45	428.333	-72.367	2.0	III-IV	3.2	2	SW BECERREÁ. LU

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
15901	27/01/1996	01:36:10	428.250	-72.183	9.0	III-IV	2.8	2	SW BECERREÁ. LU
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	ATLÁNTICO-GALICIA
16087	29/03/1996	21:40:23	428.183	-72.300	5.0	III	3.1	2	SW BECERREÁ. 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 PORTOMARÍN. 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 BECERREÁ. LU
16515	07/08/1996	17:50:25	428.167	-71.850	17.0	III	2.9	2	SW BECERREÁ. 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 BECERREÁ. 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 BECERREÁ. LU
16760	29/10/1996	19:38:04	428.300	-72.283	0.0	V	4.1	2	SW BECERREÁ. 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 BECERREÁ. 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	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	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 BECERREÁ. 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 RAMIRÁS. OU
89047	31/03/1998	00:00:15	428.074	-71.929	7.5	III	3.2	2	SW BECERREÁ. 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 BECERREÁ. 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 BECERREÁ. 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	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	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 BECERREÁ. 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 BECERREÁ. LU
293694	16/11/2001	14:10:31	430.896	-64.732	10.8	III	3.1	2	SE CANGAS DEL NAR- CEA. OU
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	ATLÁNTICO-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 BECERREÁ. LU
817743	20/01/2008	21:37:41	428.250	-72.284	10.9	III	2.1	4	SW BECERREÁ. 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 BECERREÁ. LU
825861	25/02/2008	15:29:53	426.290	-92.948	11.0	III	3.6	4	ATLÁNTICO-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	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
1050187	13/03/2011	13:20:39	429.709	-85.269	10.6	III	2.9	4	S VIAÑO PEQUENO. C
1050424	15/03/2011	08:49:53	420.584	-72.098	10.9	III	3.1	4	W A GUDIÑA. 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 NIGRÁN. PO
1349580	14/10/2015	22:17:30	431.853	-89.235	7.0	III	2.5	4	SW A CARBALLA. C
é2017ejenb	16/04/2017	22:37:48	427.956	-72.874	12.0	III	3.6	4	NW TRIACASTELA. LU
é2018fodpg	17/05/2018	05:13:41	424.209	-85.107	12.0	III	3.2	4	NW PONTE CALDELAS. PO
é2018kaiih	21/08/2018	00:28:57	427.059	-76.974	11.0	III-IV	3.5	5	E TABOADA. LU
é2018kmnmc	07/09/2018	20:04:02	424.793	-87.733	0.0	III	2.7	4	SW A ESCUSA. PO
é2018mghtml	14/10/2018	21:00:23	420.715	-75.727	12.0	III	3.3	4	SE SARREAUS. OU
é2018nnpkp	17/11/2018	19:55:29	420.960	-82.097	20.0	III-IV	3.7	4	SE MELGAÇO. POR
é2019poeqg	10/08/2019	04:08:23	421.884	-79.422	3.0	III	3.4	4	NE CELANOVA. OU
é2019rjgxm	04/09/2019	22:33:00	422.238	-79.716	19.0	III-IV	3.3	4	E CARTELLE. OU
é2020kxbfp	03/06/2020	21:18:10	430.292	-84.409	0.0	III-IV	3.0	4	SW ORDES. C
é2020upece	19/10/2020	20:18:44	423.919	-80.312	1.0	III	3.0	4	SW MASIDE. OU

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
é2021ilieq	01/05/2021	00:17:48	419.017	-77.867	0.0	III	3.2	4	SW BALTAR. OU
é2021jkrte	14/05/2021	21:27:16	420.885	-74.716	0.0	III-IV	3.4	4	NW LAZA. OU
é2021jmafc	15/05/2021	14:51:39	421.143	-74.907	1.0	III-IV	3.4	4	NW LAZA. OU
é2021jregw	18/05/2021	10:34:54	420.956	-75.371	0.0	III	3.3	4	E SARREAUS. OU
é2021jscza	18/05/2021	23:03:23	421.039	-74.979	0.0	III	3.2	4	NW LAZA. OU
é2021jtaul	19/05/2021	11:05:27	420.849	-74.768	0.0	III	3.4	4	NW LAZA. OU
é2021jvtbu	20/05/2021	22:35:32	420.982	-74.867	0.0	III-IV	3.6	5	NW LAZA. OU
é2021kxekr	04/06/2021	22:55:41	420.640	-74.583	0.0	III	2.8	4	NE LAZA. OU
é2021qarku	17/08/2021	00:11:55	431.146	-75.019	7.0	III	2.7	4	E OUTEIRO DE REI. LU
é2021qayaa	17/08/2021	03:31:32	422.144	-80.793	18.0	III	3.3	4	NE GOMESENDE. OU
é2021rmocu	06/09/2021	17:35:19	428.887	-73.613	0.0	III	3.4	4	NE LÁNCARA. LU
é2021xknxk	29/11/2021	23:59:32	430.061	-65.785	4.0	III	2.8	4	N DEGAÑA. OU
é2021yyidb	21/12/2021	18:23:58	432.081	-89.810	10.0	III-IV	3.5	4	SE LAXE. C
é2022bwozq	27/01/2022	13:57:41	425.121	-94.680	0.0	III	3.7	4	ATLÁNTICO-GALICIA
é2022bwqnm	27/01/2022	14:44:07	425.481	-94.919	0.0	III-IV	4.1	5	ATLÁNTICO-GALICIA
é2022fzrzg	27/03/2022	04:43:12	433.614	-68.622	0.0	III-IV	3.5	4	N ILLANO. OU
é2022mqonj	29/06/2022	19:00:47	428.018	-71.440	1.0	III	3.1	4	W AS NOGAIS. LU
é2022zltgr	29/12/2022	02:45:24	427.366	-95.476	19.0	III	3.8	4	ATLÁNTICO-GALICIA
é2023gesbb	29/03/2023	22:25:16	422.668	-84.559	20.0	III	3.0	4	N MONDARIZ. PO
é2023xhhgs	28/11/2023	05:14:19	420.872	-82.050	15.0	III	3.5	4	SE MELGACO. POR
é2023xlxvp	30/11/2023	18:08:33	429.844	-84.193	7.0	III	3.3	4	NE OROSO. C
é2023xshdn	04/12/2023	05:38:27	430.707	-91.570	1.0	III	3.1	4	SE MUXÍA. C
é2023xwxna	06/12/2023	18:26:25	427.162	-65.880	5.0	III	3.2	4	SE BERLANGA DEL BIERZO. LE
é2024aaatt	01/01/2024	00:23:02	427.001	-71.568	20.0	III	3.5	4	SE TRIACASTELA. LU
é2024dwgbe	24/02/2024	20:22:17	436.047	-79.292	0.0	III	3.0	4	E CERDIDO. C

Evento	Data	Hora	Latitude	Lonxitude	Prof. (km)	Intens.	Mag.	Tipo mag.	Localización
é2024fgkzv	15/03/2024	15:39:53	427.623	-73.736	0.0	III-IV	3.7	4	SE SARRIA. LU

ANEXO V

REDE DE ALERTA SÍSMICA EN GALICIA

A información deste anexo procede do Instituto Xeográfico Nacional



Fonte: IGN

ESTACIÓN	PROVINCIA	MUNICIPIO	DATA 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

Ademais destas estacións situadas en Galicia, na contorna próxima atópanse as seguintes:

ESTACIÓN	PROVINCIA	MUNICIPIO	DATA DE ALTA
EBUR	León	Vega de Espinaredo	18/05/2023
ECAL	Zamora	Calabor	07/12/2001

ANEXO VI

RECOMENDACIÓNS Á POBOACIÓN

MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE O RISCO DE TERREMOTOS

Se se vive nunha zona con risco de sufrir un terremoto, convén adoptar unha serie de medidas preventivas.

Con relación á estrutura do edificio:

- Revisar, controlar e reforzar o estado daquelas partes das edificacións que primeiro se poden desprender, como chemineas, beirados ou balcóns.
- Revisar aquelas instalacións que poden romper: tendido eléctrico, conducións de auga, gas e saneamentos.

Con relación ao interior da vivenda:

- Extremar as precaucións en canto á colocación e á suxeición dalgúns obxectos que poden caer, en especial os pesados e os que poden romper, como lámpadas, espellos, botellas etc.
- Ter un especial coidado coa localización dos produtos tóxicos ou inflamables, co fin de evitar que se produzan fugas ou derramos.
- Ter preparado o seguinte: caixa de primeiros auxilios, lanternas, radio a pilas, baterías etc. e algunhas provisións non perecedoiras nun lugar coñecido por todos. Saber como desconectar a luz, o gas e a auga.
- Prever un plan de actuación familiar que en caso de emerxencia asegure o reagrupamento da familia nun lugar seguro (punto de encontro).
- Coñecer os plans de prevención e actuación do seu lugar de traballo. Participar nos simulacros.

MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN PARA ADOPTAR DURANTE UN TERREMOTO

Se o terremoto non é forte, debe tranquilizarse, acabará pronto.

Se se produce un terremoto dunha certa intensidade, tente concentrar a atención en evitar riscos e teña en conta as recomendacións que se indican a continuación.

Se está no interior dun edificio, é importante:

- Buscar refuxio debaixo dos linteis das portas ou dalgún moble sólido, como mesas ou escritorios, ou ben xunto a un alicerce ou parede mestra.
- Manterse afastado das xanelas, cristaleiras, vitrinas, tabiques e obxectos que poden caer e chegar a golpealo.
- Non utilizar o ascensor, xa que os efectos do terremoto poderían provocar que caia ou quedar atrapado no seu interior.
- Utilizar lanternas para a iluminación e evitar o uso de candeas, mistos ou calquera tipo de chama durante ou inmediatamente despois do tremor que poidan provocar unha explosión ou un incendio.

Se a sacudida o sorprende no exterior, é conveniente:

- Ir cara a unha área aberta e afastarse dos edificios danados. Despois dun gran terremoto, seguen outros máis pequenos denominados réplicas que poden ser o suficientemente fortes como para causar desfeitas adicionais.
- Procurar non achegarse nin entrar en edificios danados. O perigo maior por caída de cascallos, revestimentos, cristais etc. está na vertical das fachadas.
- Se se está circulando en coche, é aconsellable permanecer dentro do vehículo, así como ter a precaución de afastarse de pontes, postes eléctricos, edificios degradados ou zonas de desprendementos.
- Tente responder as chamadas de axuda e colaborar cos servizos intervinientes, pero non acuda ás zonas afectadas sen que o soliciten as autoridades. É importante evitar esculcar polas zonas sinistradas, isto é perigoso e ademais dificultará os labores de rehabilitación.

MEDIDAS PARA ADOPTAR DESPOIS DUN TERREMOTO

- Gardar a calma e facer que os demais a garden. Impedir calquera situación de pánico.
- Comprobar se alguén está ferido e prestarlle os auxilios necesarios. Os feridos graves non deben moverse, salvo que se saiba como facelo; en caso de que se produza un empeoramento da situación (lume, derrubamento etc.), hai que movelo con precaución.
- Comprobar o estado das conducións de auga, gas e electricidade, facelo visualmente e polo cheiro, e non poñer en funcionamento ningún aparello. Ante calquera anomalía ou dúbida, pechar as chaves de paso xerais e comunicárllelo aos técnicos ou autoridades.
- Non facer chamadas telefónicas, salvo en caso de extrema urxencia ou necesidade.
- Utilizar a radio e demais medios de comunicación para recibir información ou instrucións das autoridades.
- Ter precaución ao abrir armarios, pois algúns obxectos poden quedar en posición inestable e causar accidentes.
- Despois dunha sacudida moi violenta, saír ordenada e paulatinamente do edificio no que se atope, sobre todo se este ten danos visibles. É importante que utilice as escaleiras, nunca o ascensor!
- No caso de quedar atrapado, cubrir a boca e o nariz e evitar gritar, xa que pode asfixiarse co po. Golpear cun obxecto para indicar a súa posición.
- Utilizar botas ou zapatos de sola grosa para protexerse dos obxectos cortantes ou punzantes.
- Non repare de inmediato os danos, agás se hai vidros rotos ou botellas con substancias tóxicas ou inflamables.

- Apagar calquera conato de incendio; se non puidese dominalo, contacte inmediatamente co 112.
- Afastarse das construcións danadas. Ir cara ás áreas abertas.
- En construcións danadas, non entrar ata que o edificio sexa inspeccionado e ata que o autoricen.
- Ter coidado ao utilizar a auga da rede, xa que pode estar contaminada. Consumir preferentemente auga embotellada ou fervida.

LEMBRE:

- Colabore cos servizos Protección Civil.
- Actúe segundo as normas ou recomendacións de Emerxencias Sísmicas e de acordo coas directrices de Protección Civil.
- Siga as instrucións das autoridades. Non se deixe influenciar por rumores e tampouco os propague.
- Informe as autoridades das desfeitas graves producidas nas edificacións, sobre todo daquelas que ameacen con derrubarse en zonas de tránsito. Comunique a existencia de material perigoso (produtos radioactivos, tóxicos etc.) ou de calquera feito (incendio, explosións etc.) que ameace con aumentar ou desencadear máis danos.
- Traballe xunto a Protección Civil e baixo as súas ordes. A coordinación é imprescindible. Colabore na axuda a feridos, enfermos, nenos e anciáns. Protección Civil somos todos.
- Atenda as chamadas que fagan as autoridades. Non acuda ás zonas afectadas se non se lle solicita. Esculcar é perigoso e dificulta os labores de socorro.
- Procure non utilizar o coche, xa que hai perigo de accidentes e isto complicaría os labores de inspección e socorro.
- Utilice o teléfono só en caso de emerxencia. Economice os seus recursos (auga, alimentos etc.). Colabore cos seus veciños e veciñas.

A MELLOR MANEIRA DE PROTEXERSE EN CASO DUN TERREMOTO FORTE É ESTANDO BEN INFORMADO E PREPARADO