



Pla de Reducció i Gestió del risc natural

a la comarca de la Garrotxa (Catalunya)



Amb el suport de:



Coordinat per:



En col·laboració amb:



PROJECTE GARMULTIRISK

Riscos naturals i adaptació al canvi climàtic a la Garrotxa. Anàlisi del multiperill aplicat a la reducció de la vulnerabilitat territorial en zones de muntanya

Pla de Reducció i Gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa (Catalunya)

Maig, 2025



Coordinat per:



En col·laboració amb:



Nota legal: Aquest pla no substitueix en cap cas els protocols i plans oficials aprovats per les autoritats competents, com ara la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament o el Consell Comarcal. Aquest document no és normatiu ni legalment vinculant, sinó que ha de ser entès com una proposta tècnica de bones pràctiques.

Les opinions i la documentació aportades en aquesta publicació són responsabilitat exclusiva de l'autor o autors, i no reflecteixen necessàriament els punts de vista de les entitats que donen suport econòmic al projecte.

Equip de redacció:

Mireia Jiménez Llobet, Arnau Lagresa Gardella, Marta López Saavedra, Joan Martí Molist, Marc Martínez Sepúlveda, Alba Ocaña Recio, Llorenç Planagumà i Guàrdia, Iris Schneider Pérez

Maquetació:

Marina del Bas

Edició:

Centre per a la Sostenibilitat Territorial (CST)

Dipòsit legal:

DL GI 1313-2025

Impressió:

Maig 2025, Olot (La Garrotxa)

Citació recomanada:

Jiménez-Llobet, M., Lagresa, A., López-Saavedra, M., Martí, J., Martínez-Sepúlveda, M., Ocaña, A., Planagumà, L., & Schneider-Pérez, I. (2025). *Pla de Reducció i Gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa*. Centre per a la Sostenibilitat Territorial.

Informació de contacte:

coordinacio@centresostenibilitat.cat

Support:

El projecte GarMultiRisk compta amb el suport de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la convocatòria de subvencions per a la realització de projectes que contribueixin a implementar el Pla Nacional d'Adaptació al Canvi Climàtic (2021-2030).

Coordina:

Centre per a la Sostenibilitat Territorial (CST)

Col·laboren:

Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa (SIGMA) i el Consell Comarcal de la Garrotxa



Aquest document està subjecte a una llicència Creative Commons Reconeixement-NoComercial (CC BY-NC). Podeu copiar-lo, distribuir-lo i adaptar-lo, sempre que se'n reconegui l'autoria i no se'n faci un ús comercial. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.ca>

Índex

7	Índex de taules i figures
11	Glossari
15	Abreviacions
17	1. Introducció
21	2. Anàlisi del multiperill natural
21	2.1 El multiperill
22	2.2 Context geogràfic i geològic
25	2.2.1 Riscos naturals a la comarca de la Garrotxa
26	2.3 Metodologia
27	2.3.1 Selecció del període d'estudi
27	2.3.2 Fonts de dades i estratègia de recopilació
29	2.3.3 Estructuració i validació de dades
30	2.3.4 Mapes de susceptibilitat i perillositat
31	2.3.5 Pronòstics segons els efectes del canvi climàtic
32	2.4 Resultats
32	2.4.1 La base de dades
36	2.4.2 Inundacions
40	2.4.3 Esllavissades
44	2.4.4 Despreniments
48	2.4.5 Incendis forestals
52	2.4.6 Terratrèmols
58	2.4.7 Subsídències
62	2.4.8 Erupcions volcàniques
64	2.4.9 Perillositat total

67 3. Coneixement i percepció del risc natural

- 67 3.1 Percepció del risc a la comarca de la Garrotxa
- 71 3.2 Necessitats en la gestió del risc

75 4. Gestió del risc natural

- 75 4.1 Pla de recerca
 - 75 4.1.1 Llacunes de coneixement detectades
 - 76 4.1.2 Necessitats de recerca futures
 - 77 4.1.3 Possibles col·laboracions
 - 77 4.1.4 Necessitat d'una segona fase i escalabilitat del projecte
- 78 4.2 Pla de monitoratge
- 82 4.3 Pla d'educació
 - 82 4.3.1 Proposta formativa per a l'educació formal
 - 83 4.3.2 Proposta formativa per a la població en general
 - 83 4.3.3. Proposta formativa per a les autoritats locals
 - 83 4.3.4 Proposta formativa per a personal tècnic i gestor del risc
- 84 4.4 Pla de gestió
 - 86 4.4.1 Prevenció
 - 87 4.4.1.1 Mapes de perillositat individual i vulnerabilitat
 - 94 4.4.1.2 Mapa de perillositat total
 - 95 4.4.1.3 Mapes de susceptibilitat segons el canvi climàtic
 - 98 4.4.2 Preparació
 - 99 4.4.2.1 Escenaris a curt termini
 - 99 1) Incendis
 - 102 2) Terratrèmols
 - 105 3) Inundacions
 - 106 4) Erupcions volcàniques
 - 107 4.4.3 Emergència
 - 108 4.4.4 Post-emergència / Recuperació

111 5. Discussió i conclusions finals

- 113 Aclariments formals

115 Bibliografia recomanada

119	ANNEX 1 Àrea d'estudi
123	ANNEX 2 Mapes dels registres de la base de dades
141	ANNEX 3 Mapes de susceptibilitat
149	ANNEX 4 Formulari distribuït de l'enquesta sobre el grau de percepció del risc natural a la comarca de la Garrotxa
155	ANNEX 5 Resultats de l'enquesta del grau de percepció del risc natural a la comarca de la Garrotxa
163	ANNEX 6 <i>Customer Maps</i> o Mapes de clients
173	ANNEX 7 Mapa d'estacions de monitoratge
177	ANNEX 8 Mapes de perillositat
187	ANNEX 9 Mapes de vulnerabilitat
213	ANNEX 10 Mapes de susceptibilitat segons el canvi climàtic
221	ANNEX 11 Escenaris de simulació

Índex de taules i figures

Taula 1 Relació de sectors representatius i exemples per a la distribució d'enquestes a la Garrotxa.
Pàg. 68

Taula 2 Informació bàsica del dia, lloc, públic objectiu i actors assistents en els tallers de formació del projecte.
Pàg. 71

Figura 1 Àrea d'estudi. Mapa geogràfic de la comarca de la Garrotxa (esquerra) i mapa geològic de la comarca de la Garrotxa (dreta).
Pàg. 23

Figura 2 Total d'esdeveniments registrats a la Garrotxa (1900–2023), distribuïts per tipus de perill natural (incendis forestals, desprendiments de roques, esllavissades, subsidències del terreny, terratrèmols, inundacions).
Pàg. 32

Figura 3 Total d'esdeveniments registrats per a cada perill natural a la Garrotxa (1900–2023), distribuïts per segle (XX i XXI).
Pàg. 33

Figura 4 Percentatge d'esdeveniments de perills naturals registrats a la Garrotxa (1900–2023) segons la font de dades (prèviament inventariades i no inventariades).
Pàg. 34

Figura 5 Distribució geogràfica del total d'esdeveniments de perills naturals registrats a la Garrotxa (1900–2023).
Pàg. 35

Figura 6 Inundació a la Vall d'en Bas (Temporal Glòria, 23/01/2020).
Pàg. 36

Figura 7 Mapa dels punts de desbordament per a les inundacions registrades a la Garrotxa (1900–2023) on es representen les conques i subconques hidrogràfiques (esquerra) i la xarxa hidrogràfica i els materials del Quaternari (dreta).
Pàg. 38

Figura 8 Mapa de susceptibilitat de les inundacions de la Garrotxa.
Pàg. 39

Figura 9 Esllavissada a Santa Pau, 20 de maig del 2020.
Pàg. 40

Figura 10 Mapa dels punts d'esllavissades registrades a la Garrotxa (1900–2023) (esquerra) juntament amb la classificació de les roques principals (dreta).
Pàg. 42

Figura 11 Mapa de susceptibilitat d'esllavissades a la Garrotxa.
Pàg. 43

Figura 12 Despreniment a Santa Pau el 2023.
Pàg. 44

Figura 13 Mapa de punts de desprendiments de roca registrats a la Garrotxa (1900–2023) (esquerra) juntament amb la classificació de les roques principals (dreta).
Pàg. 46

Figura 14 Mapa de susceptibilitat dels desprendiments de roca a la Garrotxa.
Pàg. 47

Figura 15 Incendi a Sant Jaume de Llierca, juny 2025.
Pàg. 48

Figura 16 Mapa dels punts d'ignició o àrees d'incendis registrats a la Garrotxa (1900–2023) (esquerra) juntament amb la classificació de cobertes d'usos del sòl (dreta).
Pàg. 50

Figura 17 Mapa de susceptibilitat dels incendis forestals a la Garrotxa.
Pàg. 51

Figura 18 Falla d'Amer al seu pas per la Vall del Brugent.
Pàg. 52

Figura 19 Efectes del terratrèmol del s.XV a l'ermita de Sant Andreu del Coll.
Pàg. 53

Figura 20 Mapa dels epicentres dels terratrèmols percebuts i ocorreguts fora de la comarca de la Garrotxa (1900–2023).
Pàg. 55

Figura 21 Mapa dels epicentres dels terratrèmols percebuts i ocorreguts dins de la comarca de la Garrotxa (1900–2023) (esquerra) juntament amb la representació de les falles (dreta).
Pàg. 56

Figura 22 Mapa d'amplificació sísmica de la Garrotxa.
Pàg. 57

Figura 23 Subsidència ocasionada per les pluges a Besalú, juny 2020 (FONT: Garrotxadigital.cat)
Pàg. 58

Figura 24 Mapa dels punts de subsidències i esfondraments ocorreguts a la Garrotxa (1900-2023) (esquerra) juntament amb la classificació de les roques principals (dreta).
Pàg. 60

Figura 25 Mapa de susceptibilitat de subsidències i enfondraments a la Garrotxa.
Pàg. 61

Figura 26 Volcà de Montsacopa.
Pàg. 62

Figura 27 Mapa de perillositat volcànica de la Garrotxa.
Pàg. 64

Figura 28 Resultats de la pregunta "Quins dels següents perills naturals creu que podrien afectar a la comarca de la Garrotxa en els pròxims 10 anys?" de l'enquesta de percepció del risc natural.
Pàg. 69

Figura 29 Resultats de la pregunta "Marqui les caselles corresponents si ha escoltat, vist o patit impactes derivats d'alguns dels següents perills naturals dins de la comarca de la Garrotxa" de l'enquesta de percepció del risc natural.
Pàg. 69

Figura 30 Resultats de la pregunta "Quin és el perill natural que més li preocupa en el context de la comarca de la Garrotxa?" de l'enquesta de percepció del risc natural.
Pàg. 69

Figura 31 Resultats de la pregunta "De l'1 al 5, quin creu que és el seu grau de preparació i/o capacitat de reacció en cas que hi hagués una crisi derivada de l'impacte d'algun perill natural a la Garrotxa" de l'enquesta de percepció del risc natural.
Pàg. 70

Figura 32 Resultats de la pregunta "De l'1 al 5, quin és el seu grau de confiança en les autoritats competents de la gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa" de l'enquesta de percepció del risc natural.
Pàg. 70

Figura 33 Cartolina utilitzada durant els tallers de formació a personal tècnic, d'emergències i representants polítics per tal que avaluessin els tres productes (mapes, informes i visors) segons quatre criteris diferents (Utilitat; Format; Comprensió; Sugerències).
Pàg. 72

Figura 34 Participants del taller de formació completant el quadre.
Pàg. 73

Figura 35 Mapa de les estacions de monitoratge a la Garrotxa: meteorològiques, sísmiques o acceleròmetres, piezòmetres i aforaments de cabal del riu.
Pàg. 80

Figura 36 Mapa de perillositat d'inundacions de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta).
Pàg. 88

Figura 37 Mapa de perillositat d'esllavissades de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta).
Pàg. 89

Figura 38 Mapa de perillositat de despreniments de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta).
Pàg. 90

Figura 39 Mapa de perillositat d'incendis forestals de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta).
Pàg. 91

Figura 40 Mapa de perillositat de terratrèmols de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta).
Pàg. 92

Figura 41 Mapa de perillositat de subsidències de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta).
Pàg. 93

- Figura 42** Mapa de perillositat total de la Garrotxa (inundacions, esllavissades, despreniments, incendis forestals, terratrèmols i subsidències).
Pàg. 94
- Figura 43** Mapa de susceptibilitat d'incendis de la Garrotxa segons pronòstics futurs de canvi climàtic a curt termini (2011-2040) (esquerra) i llarg termini (2071-2100) (dreta).
Pàg. 96
- Figura 44** Mapa de susceptibilitat d'inundacions de la Garrotxa segons pronòstics futurs de canvi climàtic a curt termini (2011-2040) (esquerra) i llarg termini (2071-2100) (dreta).
Pàg. 97
- Figura 45** Mapa de situació dels escenaris de simulació d'incendis realitzats per la Garrotxa segons diferents nivells de vent i humitat (esquerra) i representació de l'escenari 1 (dreta).
Pàg. 100
- Figura 46** Representació de l'escenari 2 (esquerra) i 3 (dreta) de simulació d'incendis a la comarca de la Garrotxa segons diferents nivells de vent i humitat.
Pàg. 101
- Figura 47** Escenaris de simulació de terratrèmols a la comarca de la Garrotxa prenent com a referència el sisme màxim registrat en el període estudiat (1900-2023) i de magnitud local 3,4 (esquerra) i el sisme promig de magnitud local 0,4 (dreta).
Pàg. 103
- Figura 48** Mapa de sacsejament del terreny (o *shakemap*) de la Garrotxa, que mostra l'acceleració que pateix el terreny davant d'un sisme de magnitud del moment (Mw) de 3,21. Els resultats són en cm/s².
Pàg. 104
- Figura 49** Escenari promig de simulació d'inundacions a la zona de pas del riu Fluvià entre les Tries (Olot) i Sant Joan les Fonts expressat en calats (profunditat de l'aigua en metres).
Pàg. 105
- Figura 50** Escenari de simulació d'inundacions segons dades del temporal Glòria a la zona de pas del riu Fluvià entre les Tries (Olot) i Sant Joan les Fonts expressat en calats (profunditat de l'aigua en metres).
Pàg. 105
- Figura 51** Mapa de situació dels escenaris de simulació de laves realitzats per la Garrotxa pels volcans Montsacopa i El Croscat (esquerra) i escenaris en detall (dreta).
Pàg. 106

Glossari

Acceleració sísmica — Mesura de la força d'un moviment sísmic en termes de l'acceleració (canvi de velocitat per unitat de temps) del sòl.

Acceleròmetre — Instrument per mesurar l'acceleració del sòl durant un terratrèmol.

Aforament — Mesura del cabal d'aigua en un riu o torrent.

Buffer — Zona al voltant d'un objecte espacial, definida per una distància determinada. S'utilitza a l'hora de fer anàlisis espacials.

Cabal — Quantitat d'aigua que passa per un punt concret d'un riu, rierol o canal en un temps determinat.

Calat — Profunditat d'un curs d'aigua o d'una massa d'aigua en un punt concret.

Cicle de gestió del risc — Fases complementàries, no aïllades entre sí que permeten fer una gestió integral del risc natural. Aquestes són: la prevenció, la preparació, la resposta i la recuperació davant dels riscos naturals.

Corrents de densitat piroclàstica — Mescla molt ràpida i destructiva de gasos calents, cendra i fragments de roca que baixa pels costats d'un volcà durant una erupció explosiva.

Customer map o mapa de client — Diagrames o taules-resum que s'utilitzen per veure quina és la relació de satisfacció entre el potencial client i el servei/producte ofert.

Despreniments de roques — Caiguda de blocs o fragments de roca per pendents pronunciats.

Encavalcament — Tipus de falla en què un bloc de roques es desplaça per sobre d'un altre seguint un pla inclinat.

Eocè — Període geològic que es va donar fa entre 56 i 34 milions d'anys.

Epicentre — Punt de la superfície terrestre situat just damunt del punt d'origen en profunditat (hipocentre) d'un terratrèmol.

Escorça terrestre — Capa més externa i prima de la Terra, formada per roques sòlides. Té un gruix que varia entre uns 5–10 km sota els oceans (escorça oceànica) i fins a 30–70 km sota els continents (escorça continental).

Esllavissades — Desplaçament de materials d'un vessant cap avall per pèrdua d'estabilitat.

Erupcions volcàniques — Alliberament de lava, gasos i cendres d'un volcà. N'hi ha de diversos tipus, com ara la hawaiana (és més tranquil·la) o l'estromboliana (és més explosiva).

Exposició — Conjunt d'elements (persones, infraestructures, animals, coses) situats en una zona amb perill.

Falla — Fractura de l'escorça terrestre amb moviment relatiu de blocs.

Fenomen meteorològic extrem — Esdeveniment climàtic poc freqüent però intens.

Freatomagmatisme — Tipus d'activitat volcànica que es produeix quan el magma en ascens entra en contacte amb aigua (pot ser aigua subterrània, provinent de llacs, del mar, etc.). Sol resultar en erupcions molt explosives.

Holocè — Època geològica més recent, dins del període Quaternari, que va començar fa uns 11.700 anys, quan va acabar l'última gran glaciació.

Impacte — Conseqüències d'un perill sobre persones, béns o medi ambient.

Incendis forestals — Focs que es propaguen sense control per zones boscoses.

Intensitat (terratrèmols) — Mesura dels efectes d'un terratrèmol en la superfície i en les construccions.

Interfície urbano-forestal — Zona de contacte entre àrees urbanes i masses forestals.

Inundacions — Sobreiximent d'aigua que cobreix zones normalment seques.

Kernel Density Estimation — Mètode estadístic per estimar densitats de punts en un espai.

Kernel Variable Distribution — Variant de l'anterior, incorpora variables addicionals.

Litologia — branca de la geologia que estudia les característiques físiques i químiques de les roques, així com la seva classificació.

LST (Land Surface Temperature) — Temperatura que té la superfície de la Terra (terra, vegetació, edificis, aigua, etc.) mesurada des de satèl·lits o sensors remots.

Llevantada — Temporal marítim i de pluja associat a vents de llevant al Mediterrani.

Magnitud (terratrèmols) — Mesura de l'energia alliberada en un terratrèmol. S'utilitzen diferents escales, com ara escales de magnitud local (ML) o magnitud del moment (Mw).

Marc de Sendai per a la Reducció del Risc de Desastres — Acord internacional per millorar la resiliència davant desastres (2015–2030).

Mapa d'amplificació sísmica — Representació cartogràfica que mostra com les condicions locals del terreny poden amplificar les vibracions del sòl durant un terratrèmol.

Mapa de calor o heatmap — Representació gràfica en forma de mapa que utilitza una escala de colors per mostrar la intensitat o concentració d'una variable en diferents zones d'un espai.

Mapa de perillositat — Representació gràfica que mostra on és més probable que es produeixin determinats perills segons les variables que més l'influencien i el registre històric.

Mapa de risc — Mostra la combinació de perill, exposició i vulnerabilitat en un territori.

Mapa de susceptibilitat — Indica on és més probable que ocorri un fenomen, tenint en compte només les condicions ambientals de la zona.

Model Digital d'Elevacions — Representació digital tridimensional de la topografia d'un terreny.

Monitoratge — Seguiment continuat d'un fenomen o risc per controlar-lo.

Monogenètic — Vulcanisme que només presenta una única erupció en tota la seva història, encara que aquesta pugui durar setmanes, mesos o fins i tot anys, i tingui diverses fases dins d'aquest mateix episodi eruptiu.

Multiperill natural — Perills naturals que poden ocórrer en una determinada zona, tenint en compte que poden produir-se de forma simultània, en cascada o de manera acumulativa al llarg del temps.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) — Indicador que s'utilitza per mesurar la quantitat i la salut de la vegetació en una zona determinada, a partir d'imatges satel·litals.

Neogen — Període geològic que es va donar fa entre 23 i 2,58 milions d'anys.

Objectius de Desenvolupament Sostenible — 17 objectius de l'ONU per al desenvolupament sostenible fins al 2030.

Orogènia alpina — Procés de formació de muntanyes, com ara els Alps, que es va donar fa entre 65 i 35 milions d'anys.

Paleozoic — Era geològica que es va donar fa entre 541 i 252 milions d'anys.

Percepció del risc natural — Com les persones entenen i valoren els riscos naturals.

Perill natural — Fenomen natural potencialment danyós.

Perillositat — Probabilitat que es produeixi un fenomen natural en un lloc concret.

Període de retorn — Temps mitjà entre dos esdeveniments d'intensitat similar.

Piezòmetre — Instrument per mesurar el nivell d'aigua subterrània.

Pla Nacional d'Adaptació al Canvi Climàtic 2021-2030 — Pla estatal per preparar-se i adaptar-se al canvi climàtic.

Pluja torrencial — Precipitació molt intensa en poc temps.

Preparació — Mesures prèvies per afrontar un risc.

Prevenió — Accions per reduir la probabilitat que un perill esdevingui desastre.

Punt d'ignició (incendis) — Temperatura o situació a la qual es comença a cremar la vegetació.

Quaternari — Període geològic que es va donar fa entre 2,58 milions d'anys i l'actualitat.

Recuperació — Fase posterior a l'impacte d'un perill natural per tornar a la normalitat.

Resiliència — Capacitat de resistir, adaptar-se i recuperar-se després de l'impacte d'un perill natural.

Resposta — Accions immediates per protegir persones i béns durant un perill natural.

Rift Cenozoic Europeu — Sistema de grans fractures i zones enfonsades de l'escorça terrestre que es va formar a Europa durant l'era Cenozoica (els últims 65 milions d'anys).

Risc natural — Combinació de perill, vulnerabilitat i exposició que pot causar danys.

Shakemap — Mapa de sacsejament del terreny: mostra la distribució espacial dels efectes d'un terratrèmol.

Sistemes d'Informació Geogràfica — Eines informàtiques per analitzar i gestionar la informació espacial.

Solucions basades en la natura — Estratègies de gestió del territori inspirades en processos naturals.

SPI (Stream Power Index) — Índex utilitzat en geografia i hidrologia per mesurar la capacitat d'un corrent d'aigua (riu o rierol) per transportar materials sòlids i erosionar el terreny.

Subsidències del terreny — Enfonsament progressiu de la superfície del sòl.

Susceptibilitat — Estudi de la predisposició d'un lloc a patir un fenomen.

Tempesta d'estiu — Fenomen meteorològic sobtat i intens típic de l'estiu.

Terratrèmols — Moviments sísmics causats pel moviment entre falles o l'activitat volcànica.

TWI (Topographic Wetness Index) — Indicador que mesura la tendència d'una zona del terreny a acumular aigua i mantenir humitat, tenint en compte la forma del relleu.

Usos del sòl — Destinació o activitat que es desenvolupa sobre el territori (agrícola, urbà, forestal, entre d'altres).

Vulnerabilitat — Grau en què un element exposat pot patir danys per un perill.

Abreviacions

ACA	Agència Catalana de l'Aigua	NRAMS	Servei d'Avaluació i Gestió de Riscos Naturals
AdapteCCa	Plataforma sobre l'Adaptació Climàtica a Espanya	ODS	Objectius de Desenvolupament Sostenible
AEMET	Agència Estatal de Meteorologia	ODSG	Observatori per al Desenvolupament Sostenible de la Garrotxa
AVPC	Associació de Voluntaris de Protecció Civil	OECC	Oficina Espanyola de Canvi Climàtic
CPD	Corrents de Densitat Piroclàstica	PEHOC	Patronat d'Estudis Històrics d'Olot i Comarca
CREAF	Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals	PIEIF	Pla d'Infraestructures Estratègiques d'Incendis Forestals
CSIC	Consell Superior d'Investigacions Científiques	PPIF	Pla de prevenció d'incendis forestals de la comarca de la Garrotxa
CST	Centre per a la Sostenibilitat Territorial	QGIS	Sistema d'Informació Geogràfica Quàntic (codi obert)
CVG	Camp Volcànic de la Garrotxa	SbN	Solucions Basades en la Natura
DEM	Model Digital d'Elevacions	SEM	Servei d'Emergències Mèdiques
DUPROCIM	Document Únic de Protecció Civil Municipal	SIG	Sistemes d'Informació Geogràfica
GAMA	Grup d'Anàlisi de Situacions Meteorològiques Adverses	SIGMA	Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa
GRAF	Grup d'Actuacions Forestals	SMC	Servei Meteorològic de Catalunya
ICGC	Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	SPI	Índex de Potència del Corrent d'Aigua
IDAEA	Institut de Diagnòstic Ambiental i Estudis de l'Aigua	TWI	Índex d'Humitat Topogràfic
IGME	Institut Geològic i Miner d'Espanya	UAB	Universitat Autònoma de Barcelona
IGN	Institut Geogràfic Nacional	UB	Universitat de Barcelona
IPCC	Panell Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic	UdG	Universitat de Girona
LST	Temperatura de la Superfície del Terreny	UNDRR	Oficina de les Nacions Unides per a la Reducció del Risc de Desastres
MA	Milions d'Anys	UPC	Universitat Politècnica de Catalunya
METEOCAT	Servei Meteorològic de Catalunya		
NDVI	Índex de vegetació de diferència normalitzada		

1. Introducció

El canvi climàtic és un fenomen global que ja té efectes significatius i que, si no s'adopten les mesures necessàries per mitigar-lo i adaptar-s'hi, incrementarà el seu impacte de manera progressiva o fins i tot exponencial. Un dels principals problemes del canvi climàtic és la seva relació causal amb l'augment de la freqüència i la intensitat d'alguns fenòmens naturals, fet que en dificulta cada cop més la previsió i l'anticipació.

Per això és imprescindible adaptar-se al canvi climàtic mitjançant anàlisis multiperill, que serveixin de base per a la planificació territorial i per a l'execució de programes efectius de gestió del risc. En aquest sentit, algunes amenaces —com ara els incendis forestals, les inundacions, les avingudes torrencials, les sequeres o l'erosió— depenen directament del canvi climàtic i es preveu que augmentin en freqüència i gravetat els pròxims anys.

Així, els possibles problemes relacionats amb l'ordenació territorial en zones exposades a aquests perills naturals són diversos i inclouen aspectes derivats de l'extracció i ús dels recursos naturals (aigua, materials rocosos, sòls), el creixement demogràfic o l'expansió d'infraestructures. Aquests processos destructius afecten l'estabilitat del sòl, el paisatge i els ecosistemes associats.

L'aplicació de solucions basades en la natura és una bona opció per a l'ordenació territorial d'aquestes zones. Tanmateix, abans cal realitzar una anàlisi de la perillositat per identificar quines són les

àrees més vulnerables i quines possibles solucions s'hi poden aplicar.

La comarca de la Garrotxa, per les seves característiques físiques, ecològiques i socioeconòmiques, representa un territori especialment vulnerable als efectes del canvi climàtic i als riscos naturals associats. Fins ara, la gestió d'aquests riscos s'ha basat principalment en mesures reactives, i manca una estratègia integral basada en una perspectiva multiperill que permeti anticipar escenaris futurs i reduir la vulnerabilitat territorial.

El **Projecte GarMultiRisk**: *Riscos naturals i adaptació al canvi climàtic a la Garrotxa. Anàlisi del multiperill aplicat a la reducció de la vulnerabilitat territorial en zones de muntanya*, del qual deriva aquest *Pla de Reducció i Gestió del Risc Natural a la Comarca de la Garrotxa (Catalunya)*, ha estat dissenyat per respondre a aquesta necessitat. El projecte ha estat finançat per la Fundació Biodiversitat, en règim de concurrència competitiva, en el marc de la convocatòria per a projectes que contribueixin a implementar el *Pla Nacional*

d'Adaptació al Canvi Climàtic 2021-2030 durant l'exercici 2023. El seu desenvolupament ha estat organitzat pel Centre per la Sostenibilitat Territorial (CST), amb el suport del Consell Comarcal de la Garrotxa i del Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa (SIGMA).

Aquest projecte s'enfoca al desenvolupament d'una metodologia específica i de les eines necessàries per a l'avaluació de la perillositat a mitjà i llarg termini, com a pas necessari per desenvolupar una planificació territorial correcta i un programa de reducció del risc que resulti veritablement efectiu.

El projecte persegueix els objectius concrets següents

1. Identificació dels perills que afecten la zona, la seva freqüència, impacte, i possibles interrelacions i efectes en cascada.
2. Elaboració d'escenaris multiperill per a la zona d'estudi.
3. Elaboració de mapes de perillositat per a cada perill i per al seu conjunt.
4. Anàlisi de la vulnerabilitat física i estructural davant dels perills considerats.
5. Proposta d'un programa de gestió del risc per a la zona d'estudi.

Així doncs, aquest projecte neix de la necessitat d'omplir el buit existent en la gestió proactiva dels riscos naturals a la comarca, amb la voluntat de dotar el territori d'una eina pràctica i transferible que ajudi a gestionar de manera eficaç els riscos naturals en un escenari de canvi climàtic. La seva motivació principal és millorar la capacitat d'anticipació i de resposta davant fenòmens naturals extrems mitjançant la generació d'informació robusta, actualitzada i específica sobre la perillositat i la vulnerabilitat.

La primera secció descriu el desenvolupament metodològic del projecte, abordant l'anàlisi detallada dels perills naturals de forma individual i combinada a través d'un enfocament multiperill. Inclou la ge-

neració de bases de dades, la creació de mapes de susceptibilitat i perillositat, així com la caracterització de la freqüència, localització, magnitud i recurrència dels diferents fenòmens naturals identificats a la comarca.

La segona secció conforma pròpiament el Pla de Gestió del Risc Natural, estructurat al voltant de quatre grans línies d'actuació: el pla de recerca, el pla de monitoratge, el pla d'educació i el pla de gestió de les emergències. Aquest últim es divideix en accions específiques per a les fases de prevenció, preparació, resposta i recuperació postemergència.

Finalment, es presenten les principals conclusions del Pla i del Projecte global.



2. Anàlisi del multiperill natural

L'anàlisi del multiperill natural constitueix el primer pas fonamental per a la correcta elaboració de qualsevol Pla de Reducció i Gestió del Risc Natural. Aquest apartat té com a objectiu identificar i caracteritzar, de manera integrada i en un llarg termini, els diferents perills naturals que poden afectar a la comarca de la Garrotxa, així com analitzar-ne les possibles interaccions i efectes en cascada.

Aquesta anàlisi és imprescindible per establir una base de coneixement sòlida que permeti definir escenaris futurs de risc, orientar la planificació territorial i dissenyar mesures eficaces de reducció del risc. Els resultats esperables inclouen

la delimitació de les àrees d'especial vulnerabilitat, la prioritització de riscos i la generació d'informació estratègica per a la presa de decisions en matèria de gestió territorial i adaptació al canvi climàtic.

2.1 El multiperill

El concepte de multiperill fa referència a la presència, interacció o combinació de diferents perills naturals en una regió específica, ja sigui de manera simultània, successiva o durant un període prolongat. Aquests perills poden estar interrelacionats, quan un desencadena o intensifica un altre (efectes en cascada), o ser independents però coexistir en una mateixa àrea. Comprendre la dinàmica del multirisc és fonamental per a una avaluació integral del risc i una gestió eficaç de les catàstrofes, ja que permet considerar riscos combinats en lloc d'esdeveniments aïllats.

En l'àmbit internacional, el Marc de Sendai per a la Reducció del Risc de Desastres

destaquen la necessitat d'abordar els riscos multirisc i reduir els impactes dels desastres mitjançant una gestió integral del risc. A més, els informes del Panell Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC) subratllen com el canvi climàtic agreuja la freqüència i la intensitat de diversos perills naturals, contribuint a riscos de desastres en cascada.

D'altra banda, els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), especialment l'ODS 13 (Acció pel Clima) i l'ODS 11 (Ciutats i Comunitats Sostenibles), criden a enfocques integrats per reduir els riscos derivats de múltiples perills i millorar la resiliència en regions vulnerables.

A més, el Pla estratègic participatiu Garrotxa 2030-2030 (FEM GARROTXA), incorpora en el seu ODSG 3.6 (Serveis en equilibri amb el territori) un repte específic per tal de gestionar els riscos i així augmentar la resiliència de la comarca.

2.2 Context geogràfic i geològic

La comarca de la Garrotxa es troba a la part nord-oriental de Catalunya, dins la província de Girona. Es caracteritza per un paisatge muntanyós i una gran diversitat geològica, amb el tret més distintiu del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Aquest Parc representa el paisatge volcànic millor conservat de la península Ibèrica, amb més de quaranta cons volcànics i extensos camps de colades de lava.

La comarca de la Garrotxa es pot dividir en dues unitats de relleu diferenciades (Figura 1 i Annex 1):

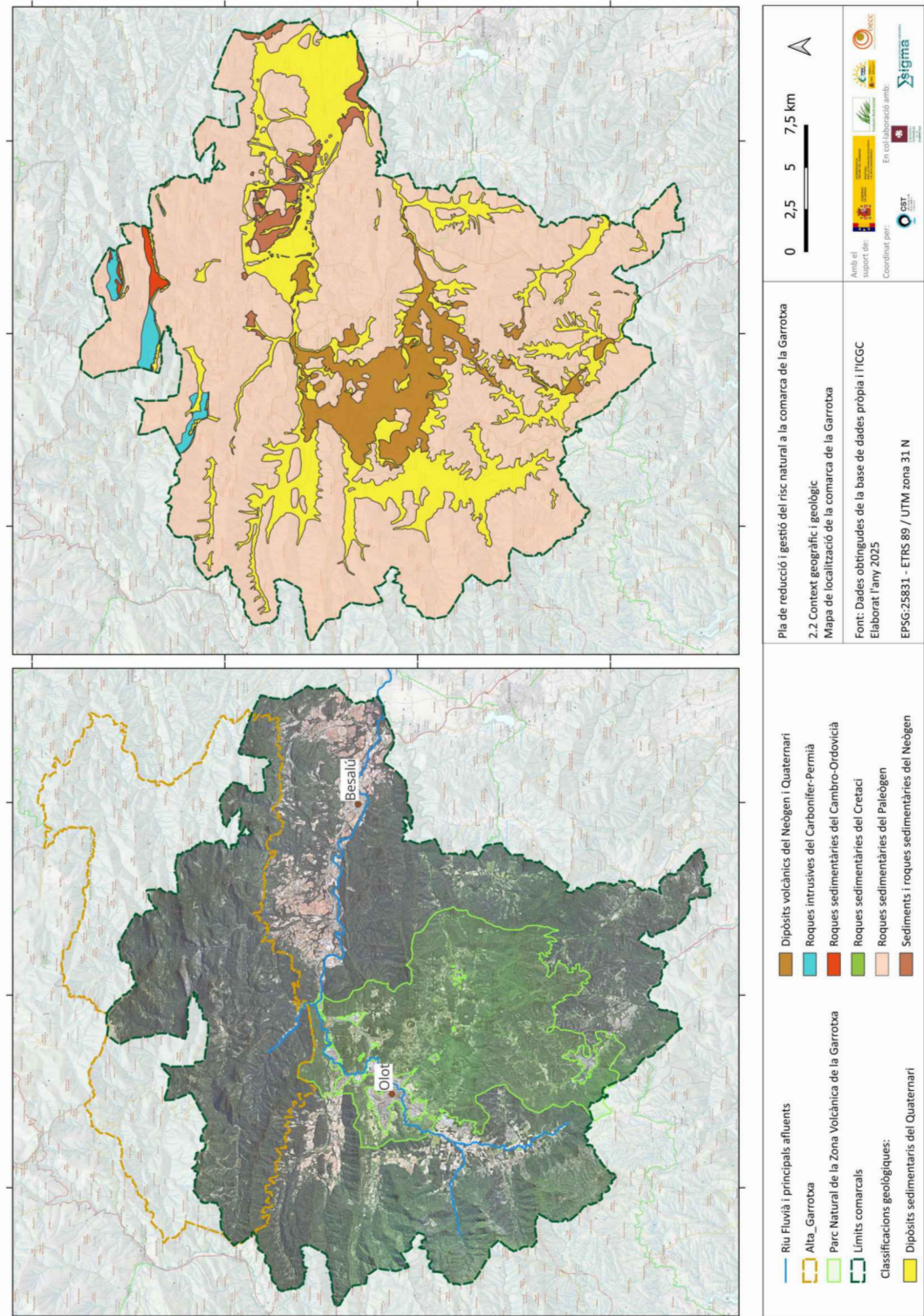
- **El nord:** és el que es coneix com l'Alta Garrotxa. És un territori ple de cingles i relleus rocosos típics de les zones càrstiques. Les roques més comunes aquí són calcàries i argiles. Les valls són estretes i abruptes, amb congostos formats per l'erosió de l'aigua.
- **El centre i el sud:** aquesta zona forma part de la serralada Transversal de Catalunya. Les roques més habituals són margues i gresos, trencades i desplaçades per diverses falles, que han creat relleus significatius com la zona del Puigsacalm o les cingleres de la Salut i el Far. A més, el vulcanisme ha modelat tota la zona central de la comarca.

El riu Fluvià travessa la comarca d'oest a est, jugant un paper clau en la configuració de l'entorn local i la dinàmica hidrològica. El clima de la Garrotxa es classifica com a mediterrani amb influències de muntanya, caracteritzat per hiverns freds i estius suaus. Els nivells de precipitació són relativament alts, fet que afavoreix el desenvolupament de boscos extensos, com la Fageda d'en Jordà, un bosc de faigs que creix sobre sòl volcànic, considerat un dels ecosistemes més significatius de la regió.

Més enllà de les seves característiques geològiques i geogràfiques, la comarca de la Garrotxa també presenta trets socioeconòmics distintius que la fan especialment adequada per a un estudi com aquest.

En primer lloc, la Garrotxa és una de les 10 comarques de muntanya de Catalunya, amb quasi 80 % del seu territori classificat com a boscós. Té una població total de 62.481 el 2024. Aquest fet la converteix en un escenari adequat per estudiar els efectes del canvi climàtic en zones de muntanya, especialment a través de l'impacte dels riscos naturals relacionats principalment amb fenòmens meteorològics. A més, amb una superfície total de 734,5 km², la comarca és molt accessible i s'hi han dut a terme nombrosos estudis científics que han aportat un coneixement valuós de la zona.

Figura 1. Àrea d'estudi. Mapa geogràfic de la comarca de la Garrotxa (esquerra) i mapa geològic de la comarca de la Garrotxa (dreta)



Un altre aspecte important és la distribució de la població a la Garrotxa, on el 91 % dels residents viuen en assentaments urbans. Olot, la capital comarcal, acull 38.836 persones, cosa que representa més de la meitat de la població total de la Garrotxa. El segon municipi més poblat, la Vall d'en Bas, té només 3.221 habitants. Per tant, tot i que Olot és una ciutat petita o mitjana, actua com a centre metropolità de la comarca.

El 9 % restant de la població resideix en assentaments dispersos. Recentment, s'ha implementat un nou sistema per assignar números d'identificació a les cases aïllades, facilitant així la localització per part dels serveis d'emergència en cas de riscos naturals.

Aquesta distribució de la població reflecteix una tendència més àmplia a Catalunya, on només la província de Barcelona concentra gairebé el 73 % de la població total. Així doncs, la Garrotxa serveix com a cas d'estudi representatiu d'un patró demogràfic més ampli.

A més, la població de la Garrotxa està en augment, impulsada per una forta activitat econòmica. Malgrat ser una zona muntanyosa, el 42 % de la força laboral està ocupada en la indústria, fet que la converteix en el segon sector econòmic més gran de la comarca. Com a resultat, la taxa d'atur es manté per sota del 10 %, lleugerament inferior a la mitjana catalana.

El creixement industrial ha impulsat el desenvolupament d'infraestructures viàries importants a la comarca, creant connexions sòlides amb destinacions clau com Barcelona, la frontera francesa, l'estació del tren d'alta velocitat de Figueres-Vilafant i l'Aeroport de Girona-Costa Brava. Tant la infraestructura

industrial com la de transport de la Garrotxa poden ser considerades elements vulnerables. Per tant, és important cartografiar-les i incloure-les en estratègies de gestió del risc.

El gran valor natural i ecològic de la Garrotxa és també un factor clau per a l'activitat turística: el 2023, la Garrotxa va rebre 192.109 turistes (pernoctacions), mentre que 559.515 persones van visitar el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. No obstant això, l'augment de visitants ha generat preocupació sobre la massificació en àrees naturals, especialment a les gorgues a l'estiu i a la Fageda d'en Jordà a la tardor.

Moviments socials com Salvem les Valls han tingut un paper fonamental en la preservació del paisatge. Altres actors clau són el Consorci de Medi Ambient i Salut Pública (SIGMA) i el Consell Comarcal, que contribueixen a l'Observatori de la Sostenibilitat de la Garrotxa, així com al Pla Estratègic Participatiu 2020-2030, alineat amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible i l'Agenda 2030.

2.2.1 Riscos naturals a la comarca de la Garrotxa

La comarca de la Garrotxa, caracteritzada per la seva geomorfologia volcànica, el seu terreny muntanyós i el seu clima mediterrani, està exposada a múltiples riscos naturals. Tot i que l'activitat volcànica de la regió es manté inactiva, altres amenaces geofísiques i meteorològiques, com ara els moviments sísmics, els desprendiments de terra, les inundacions i els incendis forestals, suposen riscos continus tant per al medi ambient com per a les comunitats locals.

L'activitat sísmica, tot i que generalment moderada, està influenciada per la proximitat a la frontera tectònica dels Pirineus i per la presència de falles normals del Neogen (23 - 2,58 Ma) - Quaternari (2,58 Ma - avui). Encara que els terratrèmols a la regió són relativament poc freqüents, els sistemes de falles existents indiquen la possibilitat d'esdeveniments sísmics de baixa magnitud. Aquests tremolors, tot i que rarament destructius, posen de manifest la inestabilitat geodinàmica subjacent de la comarca.

L'orografia abrupta, combinada amb precipitacions estacionals intenses i la saturació del sòl, contribueix significativament a la susceptibilitat dels desprendiments de terra. Els vessants de la regió, formats per materials volcànics alterats i sediments no consolidats, són especialment propensos a processos de moviment en massa després de períodes prolongats de pluja o d'activitat sísmica. Els desprendiments poden interrompre infraestructures de transport, alterar el curs dels rius i amenaçar zones residencials tant a les terres altes com a les zones de peu de muntanya.

Els riscos hidrològics, especialment les inundacions, representen una altra preocupació important. El riu Fluvià i els seus afluents experimenten episodis freqüents d'augment ràpid del cabal, especialment durant esdeveniments de precipitació extrema. La combinació de conques abruptes i patrons de pluja variables afavoreix les inundacions sobtades, que poden afectar zones urbanes com Olot i representar una amenaça significativa per a la productivitat agrícola. La incidència creixent de fenòmens meteorològics extrems, atribuïda als canvis climàtics en curs, ha agreujat encara més el risc d'inundacions en les darreres dècades.

L'erosió del sòl, estretament vinculada a la inestabilitat hidrològica, és especialment pronunciada en els sòls volcànics de la Garrotxa, altament susceptibles a la meteorització i al desplaçament. Factors com la desforestació, els canvis en els usos del sòl i el sobrepastoreig han intensificat la degradació del sòl, especialment en terrenys inclinats, provocant la pèrdua de terres agrícoles i l'augment de la sedimentació en els sistemes fluvials.

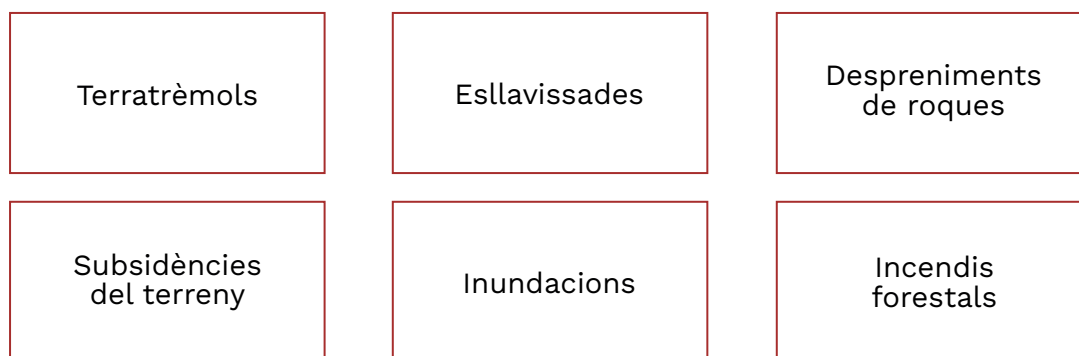
Tot i que són menys freqüents que altres perills, els incendis forestals continuen sent un risc persistent, especialment en zones boscoses denses dominades per alzinars mediterranis i fagedes. L'estació seca d'estiu, juntament amb l'augment de temperatures i les sequeres periòdiques, crea condicions favorables per a l'ignició i la ràpida propagació del foc. L'expansió de les masses forestals a causa del despoblament rural ha augmentat encara més la disponibilitat de combustible, incrementant el risc d'incendis.

En els darrers anys, el canvi climàtic ha tingut un paper significatiu en l'amplificació de la freqüència i la intensitat dels fenòmens meteorològics extrems, incloent onades de calor, sequeres i episodis de

pluja intensa. Aquests canvis han agreujat els perills existents, fet que requereix un enfocament més integral en l'avaluació del risc i en les estratègies de mitigació a la comarca de la Garrotxa.

2.3 Metodologia

Per a la construcció d'una base de dades històrica exhaustiva dels esdeveniments de riscos naturals que han afectat la comarca de la Garrotxa des de 1900, es va realitzar una recopilació sistemàtica de tots els registres existents sobre perills geològics i hidro-meteorològics. Aquest procés va implicar la revisió i integració de tota la documentació disponible per als següents tipus de riscos:



Tot i que la Garrotxa té volcans, no s'han registrat erupcions durant el període d'estudi seleccionat. En conseqüència, l'activitat volcànica ha estat exclosa de la base de dades, encara que continua sent un factor rellevant per a futures anàlisis.

D'entre els perills identificats, els terratrèmols, les esllavissades i els despre-

niments de roques ja eren coneguts per la seva freqüència i distribució espacial. Les subsidiències del terreny, especialment a la part oriental de l'àrea d'estudi (regió de Besalú), també es van incloure a causa de la presència d'enfonsaments i dolines. Les inundacions i els incendis forestals es van analitzar per l'impacte socioambiental significatiu que tenen a la comarca.

Tot el material originat amb el projecte GarMultiRisk es pot trobar per descarregar a la web del SIGMA (<https://www.consorcisigma.org/serveis/proteccio-civil-i-emergencies-garrotxa/>) i del CST (<https://www.cerclessostenibilitat.org/copy-of-riu-brugent>).

2.3.1 Selecció del període d'estudi

El marc temporal (1900–2023) es va establir segons dos criteris principals:

1. **Una durada temporal suficient per permetre la modelització predictiva de futurs esdeveniments de risc:** Segons la freqüència dels diferents perills considerats, es va assumir que un període mínim de 100 anys seria representatiu per a l'anàlisi dels processos de risc i les seves possibles interrelacions.
2. **Disponibilitat de fonts documentals fiables:** Els diaris digitalitzats (les fonts més antigues disponibles) proporcionaven registres des de finals del segle XIX. No obstant això, les dades d'aquest període inicial eren escasses, fet que va portar a establir com a rang definitiu d'estudi de l'1 de gener de 1900 al 31 de desembre de 2023.

2.3.2 Fonts de dades i estratègies de recopilació

Per estructurar la recopilació de dades, es van categoritzar dues fonts principals:

- **Fonts inventariades:** Bases de dades preexistents, registres oficials i inventaris de perills.
- **Fonts escrites:** Arxius de premsa, documents històrics i publicacions científiques.

Pel que fa a les fonts inventariades, es van obtenir dades per a terratrèmols, inundacions, incendis forestals i alguns processos gravitatoris (esllavissades i desprendiments de roques) de diverses institucions públiques:

Terratrèmols: Les dades es van sol·licitar a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), i s'hi van incloure esdeveniments amb epicentre tant dins com fora de la comarca de la Garrotxa.

Esllavissades i desprendiments de roques: També sol·licitades a l'ICGC. Tot i que el conjunt de dades era limitat, incloïa metadades valuoses com el volum de l'esdeveniment, coordenades precises i l'estat de verificació de l'esdeveniment.

Inundacions: Les dades es van obtenir del Portal Àgora (<https://experience.arcgis.com/experience/484172e12fae4cbb934441203ee04e36>), una plataforma en línia gestionada pel Grup d'Anàlisi de Situacions Meteorològiques Adverses (GAMA) de la Universitat de Barcelona (UB).

Incendis forestals: El Departament de Prevenció d'Incendis de la Generalitat de Catalunya va proporcionar registres d'incendis forestals (1995-present), excloent els que afectaven zones agrícoles o urbanes. Dades addicionals sobre incendis a l'Alta Garrotxa (1975-present) es van obtenir de la mateixa institució. Tots els incendis es van georeferenciar segons el seu punt d'ignició.

Subsidències del terreny: Les dades georeferenciades es van obtenir a través de contactes directes amb investigadors que havien estudiat aquest fenomen a la Garrotxa.

Pel que fa als **registres d'incendis forestals** de l'Alta Garrotxa, alguns focs s'havien originat fora dels límits de la comarca. Per considerar-los, es va aplicar una anàlisi de tipus buffer o d'àrea d'influència (zona al voltant d'un objecte espacial, definida per una distància determinada):

- Els incendis originats a més de 5 km fora del límit comarcal es van excloure.
- Els incendis dins del buffer de 5 km es van analitzar individualment. Es van descartar els que afectaven menys de 10 hectàrees.
- Es va aplicar un segon buffer (1 km) per afinar encara més el conjunt de dades. Es van seleccionar els incendis que afectaven més de 0,5 hectàrees dins d'aquesta zona.

Les **dades meteorològiques** es van obtenir de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET) i del Servei Meteorològic de Catalunya (METEOCAT). Aquests conjunts de dades abastaven les tendències de temperatura, els patrons de precipitació i les condicions de vent. A més, es van incorporar dades no oficials de pluviòmetres situats a Sant Feliu de Pallerols i Les Planes d'Hostoles mitjançant fonts orals del grup ESBART.

Per **avaluacions hidrològiques**, es van recuperar registres de cabals del riu Fluvià i del riu Llierca de les estacions hidromètriques, així com els nivells freàtics de piezòmetres regionals. Aquests conjunts de dades van ser fonamentals per analitzar la dinàmica de les inundacions i la seva relació amb els patrons generals dels perills naturals.

Per als riscos que no estaven coberts per fonts inventariades, els **arxius històrics de**

premsa van ser la principal font de dades. L'Arxiu Municipal de Girona i la Biblioteca Marià Vayreda (Olot) van proporcionar col·leccions de diaris digitalitzats.

Aquests arxius van ser útils per a:

- Identificar registres d'inundacions, esllavissades, despreniments de roques i subsidències del terreny.
- Verificar i complementar els conjunts de dades inventariades existents.

Les estratègies de cerca van variar segons l'estructura de cada arxiu:

- A la Biblioteca Marià Vayreda, es van cercar arxius de mitjans locals utilitzant termes específics de l'esdeveniment en català i castellà.
- A l'Arxiu Municipal de Girona, on les dades abastaven tota la província, les consultes combinaven substantius relacionats amb riscos naturals amb el terme Garrotxa. Una segona fase de cerca va encreuar termes de perills naturals amb noms de municipis individuals per garantir una recuperació exhaustiva de la informació.

Totes les cerques es van dur a terme tant en català com en castellà per maximitzar la recuperació de dades.

A més dels arxius de premsa, es va obtenir informació addicional de **publicacions científiques i llibres especialitzats**.

Destaquen:

- Dades històriques d'inundacions recuperades de la revista *Les Garrotxes*.
- Inventaris de dolines consultats per mitjà de col·laboracions acadèmiques.

- Registres de subsidències del terreny a l'Alta Garrotxa referenciats a la monografia de Vilar.

Per complementar les fonts documentals, es van dur a terme dos **tallers de ciència ciutadana** en subregions diferents: Alta Garrotxa (nord) i centre i sud de la comarca. Aquests tallers van implicar comunitats locals, agents rurals i aficionats a la meteorologia.

Les estratègies de promoció van incloure campanyes a les xarxes socials, difusió municipal i invitacions directes a persones residents i coneixedores de la zona. Els tallers van tenir una mitjana de 12 participants per sessió.

Aquests tallers van permetre recuperar esdeveniments de perills naturals no

registrats en els arxius històrics, així com millorar la precisió dels esdeveniments coneguts (per exemple, ubicacions exactes).

2.3.3 Estructuració i validació de les dades

Per garantir el rigor metodològic, inicialment es van incloure totes les dades possibles, amb un filtratge posterior per determinar la seva rellevància. Inicialment, cada perill es va tractar per separat, elaborant una base de dades l'estructura de la qual va seguir un format estandarditzat:

- Pestanyes per a cada tipus de perill natural.
- Camps clau de dades:
 - Data de l'esdeveniment.
 - Coordenades geogràfiques.
 - Àrea afectada.
 - Característiques de l'esdeveniment.
 - Font d'informació.

Per tal d'identificar possibles interrelacions entre els perills naturals ocorreguts a la Garrotxa, s'ha realitzat una cerca de coincidències espacials i temporals entre

els diferents esdeveniments registrats a la base de dades. Aquesta anàlisi ha permès observar, per exemple, que les esllavissades principals coincideixen temporalment amb episodis de fortes pluges i inundacions, fet que suggereix una relació en cascada (causa-efecte) entre aquests processos.

Passos futurs consistiran a quantificar aquestes relacions mitjançant el desenvolupament d'algoritmes capaços d'identificar correlacions espacials i temporals i d'associar-les als valors de les diferents variables de control de cada fenomen.

Això permetrà determinar paràmetres de comportament i desenvolupar models de pronòstic precisos, que facilitin anticipar l'ocurrència de fenòmens en cascada i, alhora, reduir-ne el risc associat.

2.3.4 Mapes de susceptibilitat i perillositat

En realitzar una avaluació dels perills naturals, és imprescindible distingir entre susceptibilitat i perillositat, i dins de la perillositat, entre avaluacions de perillositat a llarg i curt termini.

La susceptibilitat és la propensió d'una zona a originar un perill i/o patir els efectes d'aquest perill determinat (per exemple, inundacions, terratrèmols, tsunamis, enfonsaments, etc.) sense tenir en compte ni el moment en què es produeix ni les víctimes i pèrdues econòmiques potencials.

Els mapes de susceptibilitat es van elaborar a partir del creuament del registre històric amb les variables condicionants de cada perill. En primer lloc es va dur a terme una recopilació de les dades que condicionen cada perill en concret, com ara l'altitud, la pendent, els usos del sòl, i moltes d'altres particulars per a cada un. A partir de superposar totes aquestes dades amb les àrees afectades segons el registre històric, s'ha obtingut una ràtio de freqüència de quines són les variables, i quins rangs d'aquestes variables, es donen més on es tenen les àrees afectades. El mètode utilitzat assigna un pes estadístic a cada classe d'un factor condicionant segons la seva relació amb la presència d'esdeveniments passats. La categorització de la susceptibilitat s'ha fet a través de valors normalitzats i ha estat la següent: fins a 0.35 baixa, de 0.35 a 0.75 mitjana, i de 0.75 a 1 alta.

D'altra banda, la perillositat és la probabilitat que passi un fenomen natural potencialment perjudicial en un lloc i temps determinats. En aquest sentit, l'avaluació de la perillositat a llarg termini fa referència al període que va des del moment previ a l'emissió d'una alerta per

l'ocurrència d'un possible perill natural cap enrere, és a dir, tot el període de "calma". L'objectiu d'aquest tipus d'anàlisi és poder-lo aplicar a la planificació territorial i a la definició de plans d'emergència i es basa en la quantificació de dades històriques i geològiques dins d'un rang de temps determinat (en el cas d'aquest estudi, 123 anys). D'aquesta manera, s'obté la recurrència amb què un fenomen natural s'ha produït, les seves característiques i si ha interaccionat amb altres perills naturals.

Dins de l'avaluació a llarg termini es diferencia entre l'anàlisi espacial o de susceptibilitat i l'anàlisi temporal:

- **L'anàlisi espacial** per a cada perill ha permès, a partir de les dades recollides, identificar quines zones són més propenses a que es pugui originar cada fenomen i l'àrea geogràfica que podrien ocupar.
- **L'anàlisi temporal**, que dona informació de quan es podria tornar a donar un perill natural, s'ha fet a partir de la freqüència d'ocurrència de cada perill natural dins de la finestra de temps considerada.

En aquest projecte, els mapes de perillositat s'han obtingut a través de sumar els mapes de susceptibilitat amb el mapa de calor de cada perill en concret, el que permet obtenir el creuament de les zones òptimes perquè es desenvolupi un perill, amb el mapa de calor dels punts d'inici de cada perill, com ara els punts d'ignició o els punts de desbordament d'inundacions. La categorització dels valors per la representació segons perillositat baixa, mitjana o alta, ha estat la mateixa que en la susceptibilitat.

També s'ha elaborat un mapa de perillositat total, a través de superposar els mapes de calor de cada perill, el qual ha indicat on s'han donat més o menys perills. S'ha considerat que una perillositat baixa és on s'hi donen dos o menys perills; mitjana, tres o quatre; i alta, cinc o sis.

D'altra banda, les avaluacions de la perillositat a curt termini se centren en el temps comprès entre que es dona una alerta (s'avisava de que un fenomen pot ocórrer) i que aquest succeeix. En aquest cas, cal combinar les dades obtingudes durant l'avaluació de la perillositat a llarg termini i les dades de seguiment en temps real del perill natural (monitoratge), per tal de poder actualitzar l'estat del perill i elaborar els escenaris més probables que es puguin derivar de l'impacte del fenomen concret.

En el present estudi, només s'ha dut a terme una avaluació de la perillositat a llarg

termini, amb l'objectiu que les autoritats competents la puguin utilitzar com a punt de partida per planificar, prevenir i estar preparats en cas d'una possible emergència futura. En aquell moment, caldrà aplicar una avaluació a curt termini basada en dades en temps real, tot integrant-hi el coneixement previ generat en aquesta investigació.

Tot i així, s'han aplicat models de simulació per alguns dels perills naturals (incendis, volcans, inundacions i terratrèmols) per tal de mostrar un exemple de com serien els escenaris que s'obtidrien d'aquests perills individuals en cas de donar-se una alerta, els quals s'haurien d'anar actualitzant mentre duri l'emergència.

2.3.5 Pronòstics segons els efectes del canvi climàtic

El conjunt d'esdeveniments passats identificats dins de la finestra temporal considerada en aquest estudi, conjuntament amb les variables que s'han recollit per a cadascun, ha permès establir patrons d'ocurrència temporals i espacials i identificar aquells escenaris futurs que podrien ser més freqüents.

En creuar aquesta informació amb models de pronòstic del canvi climàtic, es pot deduir com variaran els escenaris futurs segons els patrons de canvi global. Per aquesta raó, per aquells perills naturals que poden veure's més afectats pel canvi climàtic (inundacions i incendis), s'han aplicat modificacions dels escenaris futurs obtinguts per tal d'ajustar-los a les variacions previstes a nivell global. Són

aquests dos els perills que hem pogut projectar-los amb l'impacte del canvi climàtic perquè són els únics dos que hem utilitzat dades de precipitació i temperatura per als mapes de susceptibilitat. Una de les limitacions ha estat que, a part d'aquestes dades meteorològiques, no tenim suposicions d'altres dades, com per exemple d'humitat, segons el canvi climàtic. Així, pels altres perills, no s'ha pogut fer la deguda projecció amb l'impacte del canvi climàtic.

Els pronòstics de canvi climàtic a curt, mitjà i llarg termini aplicats en aquest estudi s'han extret del [Visor d'Escenaris de Canvi Climàtic](#).

Els pronòstics a curt termini són pel període 2011-2040; a mitjà termini, pel de 2041-2070; i a llarg termini, pel període d'entre el 2071 i el 2100. El visor és una iniciativa de la Plataforma sobre l'Adaptació Climàtica a Espanya (AdapteCCa) i compta amb el suport de l'Oficina Espanyola de Canvi Climàtic (OECC) i la

Fundació Biodiversitat, ambdues del Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic.

2.4 Resultats

Els resultats obtinguts en el marc d'aquest projecte inclouen una base de dades integrada dels perills naturals identificats, mapes de susceptibilitat i de perillositat específics per a cada fenomen i en conjunt, així com escenaris futurs de risc que consideren l'evolució del canvi climàtic. Aquest conjunt d'eines i informació permet una anàlisi detallada i territorialitzada, orientada tant a la presa de decisions estratègiques com a la implementació de mesures d'adaptació i mitigació a mitjà i llarg termini.

2.4.1 La base de dades

Un cop la base de dades es va completar, es van obtenir un total de 1.049 registres d'esdeveniments de perills naturals ocorreguts a la comarca de la Garrotxa entre 1900 i 2023 (Figura 2). D'aquests, els incendis

forestals van representar el major nombre de registres, amb 264 esdeveniments documentats. Els terratrèmols van seguir de prop, amb 246 ocurrences registrades, mentre que les inundacions van ocupar el

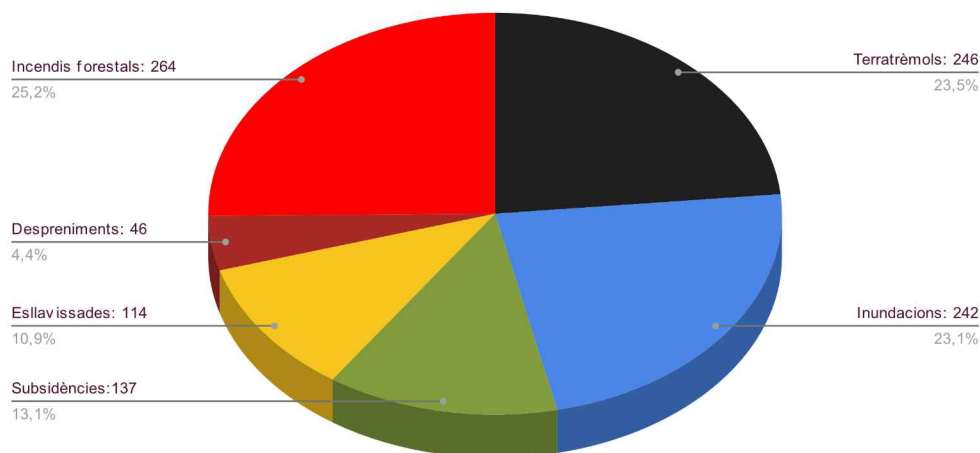


Figura 2. Total d'esdeveniments registrats a la Garrotxa (1900–2023), distribuïts per tipus de perill natural (incendis forestals, despreniments de roques, esllavissades, subsidències del terreny, terratrèmols, inundacions)

tercer lloc, amb 242 esdeveniments. Per sota d'aquest llindar, els col·lapses del terreny i les esllavissades van estar ben representats, encara que en nombres lleugerament inferiors. En canvi, els desprendiments de roques van ser els perills menys registrats a la base de dades.

Es va prestar una atenció especial als esdeveniments d'inundació, ja que la seva classificació inicial requeria ajustos específics. Tot i que la base de dades del Portal Àgora contenia inicialment 90 registres d'inundacions, aquests estaven documentats amb múltiples municipis afectats en una única entrada. Aquest format va generar dificultats en el processament posterior de les dades, ja que tenir diverses localitzacions en el mateix registre complicava l'anàlisi espacial. Per solucionar-ho, es van desagregar les inundacions, assignant registres separats per a cada municipi afectat, tot mantenint un identificador únic

per a cada episodi d'inundació. Aquest ajust metodològic va duplicar el nombre original de registres d'inundacions, tot i que moltes d'aquestes entrades corresponen al mateix esdeveniment afectant diferents localitzacions. Aquesta refinació també va permetre una representació geoespacial més precisa de l'impacte de les inundacions als diferents municipis.

Pel que fa a la distribució temporal dels registres, el 60,8 % de tots els esdeveniments corresponen al segle XXI, mentre que el 39,2 % restant es van documentar durant el segle XX (Figura 3). Tot i cobrir només 23 anys del present segle, el nombre d'esdeveniments de perills naturals registrats en aquest període va superar significativament els del segle XX. Aquesta discrepància probablement es deu a millores en la recopilació de dades, una major capacitat de registre i la digitalització d'arxius històrics en les darreres dècades.

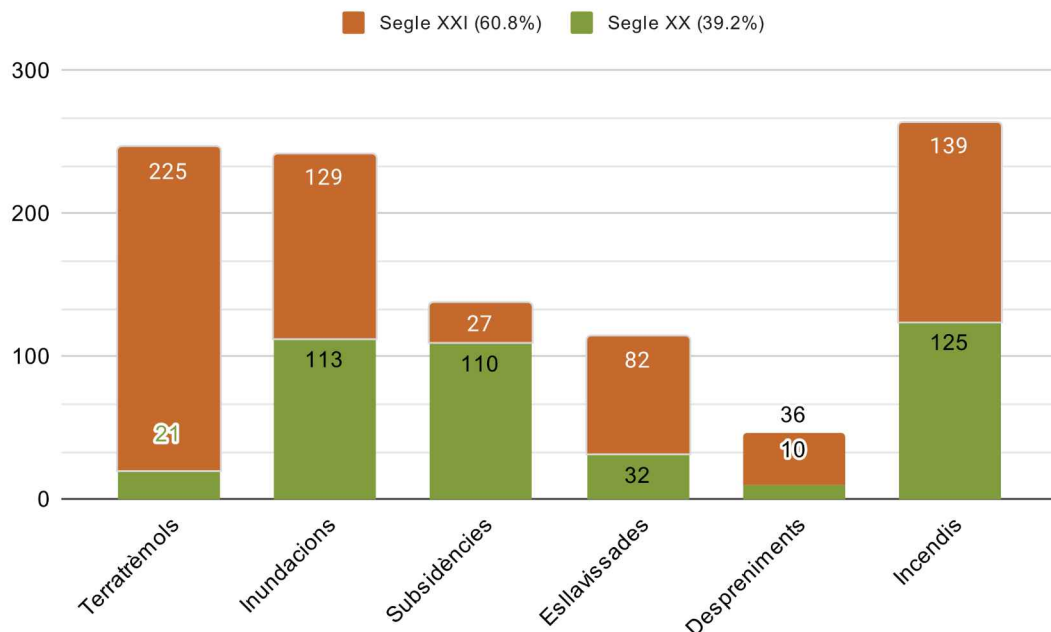


Figura 3. Total d'esdeveniments registrats per a cada perill natural a la Garrotxa (1900–2023), distribuïts per segle (XX i XXI)

Els incendis forestals (125), les subsidències del terreny (110) i les inundacions (113) han estat els perills naturals més ben documentats del segle XX a la Garrotxa, representant poc més del 30 % del total de dades registrades. En canvi, les dades sobre desprendiments de roques (10), esllavissades (32) i terratrèmols (21) en aquest període només representen el 6 % del total de dades recopilades.

Pel que fa al segle XXI, els terratrèmols (225), els incendis forestals (139) i les inundacions (129) són els perills naturals amb més esdeveniments recollits, seguits de les esllavissades (82), els desprendiments de roques (36) i les subsidències del terreny (27). En general, s'han recopilat més dades de perills naturals ocorreguts en el segle XXI, excepte per a les subsi-

dències del terreny, que han disminuït de 110 esdeveniments registrats al segle XX a 27 en el segle XXI.

Pel que fa a la procedència de les dades, gairebé el 73,3 % dels registres provenen de conjunts de dades prèviament inventariats, mentre que tan sols el 26,7 % restant es va obtenir d'altres fonts (Figura 4).

Les dades sobre terratrèmols, inundacions i subsidències del terreny provenien principalment de bases de dades inventariades, requerint només validació i una mínima suplementació d'altres fonts. En canvi, les dades inventariades sobre desprendiments de roques eren escasses i inexistents per a les esllavissades. Per tant, el conjunt de dades d'esllavissades presentat en aquest estudi es va haver de crear des de zero.



Figura 4. Percentatge d'esdeveniments de perills naturals registrats a la Garrotxa (1900–2023) segons la font de dades (prèviament inventariades i no inventariades)

Com que totes les dades estaven georeferenciades, va ser possible visualitzar els resultats en un mapa mitjançant el programari Quantum Geographic Information System (QGIS) (Figura 5 i Annex 2). Tot i que els esdeveniments estan distribuïts per tot el territori, certes zones presenten

una concentració més alta de perills, especialment a prop de nuclis de població. Això pot ser degut al fet que els perills en llocs fàcilment accessibles són més propensos a ser registrats, mentre que aquells en àrees remotes poden quedar sense documentar.

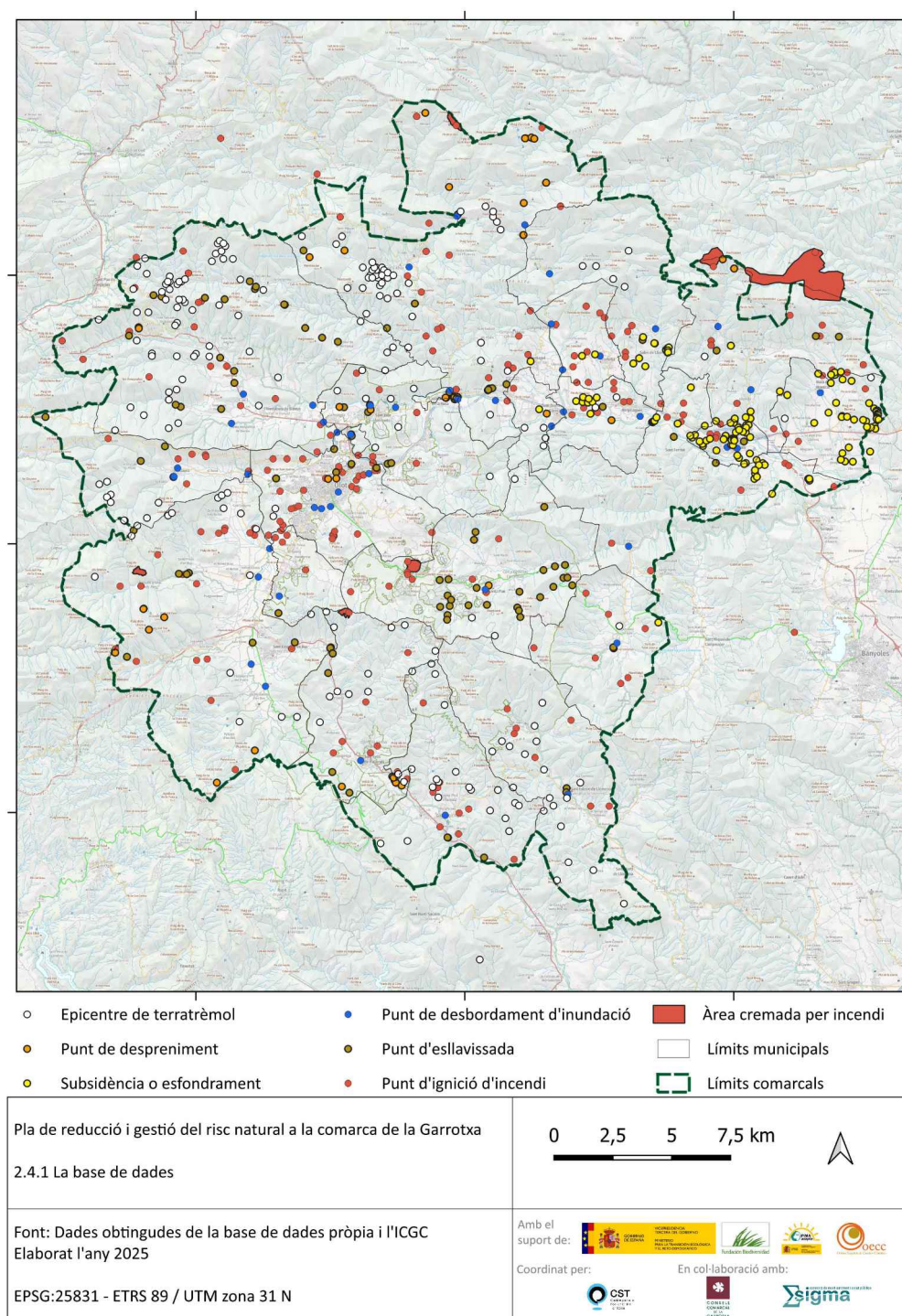


Figura 5. Distribució geogràfica del total d'esdeveniments de perills naturals registrats a la Garrotxa (1900–2023)

2.4.2 Inundacions

Les inundacions són l'acumulació anòmla i temporal d'aigua en zones normalment seques a causa d'un excés de precipitacions, el desbordament de rius, l'augment del nivell freàtic o el trencament d'infraestructures hidràuliques (com preses o canals).



Figura 6. Inundació a la Vall d'en Bas (Temporal Glòria, 23/01/2020)

Causes principals

Precipitacions intenses o prolongades.

Desgel accelerat o sobtat.

Alteracions en el drenatge natural per urbanització o desforestació.

Episodis de pluges torrencials.

Efectes

Danys en infraestructures, habitatges i conreus.

Risc per a la vida humana i desplaçament de persones i animals.

Erosió del sòl i contaminació d'aqüífers.

Relació amb altres perills

Les inundacions poden provocar esllavissades en zones de pendent per la saturació del terreny.

L'erosió derivada pot afavorir els despreniments de blocs rocosos.

A la comarca de la Garrotxa, les inundacions són causades principalment per fenòmens meteorològics com les **llevantades**, les pluges torrencials i les tempestes d'estiu, que presenten característiques diferenciades.

Les **llevantades** són episodis de forts vents humits de l'est procedents del Mediterrani, especialment freqüents a la tardor, que poden venir acompanyats de precipitacions intenses i sostingudes. Aquests fenòmens tenen capacitat per generar inundacions extenses en zones costaneres i prelitorals.

Les **pluges torrencials** es refereixen a precipitacions molt intenses en un període de temps curt, sovint associades a tempestes convectives. Aquestes pluges poden causar riuades sobtades, desbordaments puntuals i moviments de vessant per saturació del sòl.

Les **tempestes d'estiu** són fenòmens atmosfèrics locals i breus, caracteritzats per la formació ràpida de núvols cumulonimbus, que poden produir pluges intenses, calamarsa i vents forts. Tot i ser de curta durada, poden provocar danys greus en infraestructures.

En total, s'han registrat 242 episodis d'inundació a la comarca de la Garrotxa des de principis del segle XX. Atès que en la majoria de casos no ha estat possible georeferenciar amb precisió el lloc exacte de cada episodi, els punts representats al mapa (Figura 7 i Annex 2) corresponen als trams dels rius que habitualment presenten desbordaments. A aquests punts se'ls han associat les inundacions registrades a cada municipi.

La recurrència de les inundacions és sostinguda en el temps, si bé no se'n produeixen regularment cada any, cada dècada hi són presents, ja sigui amb

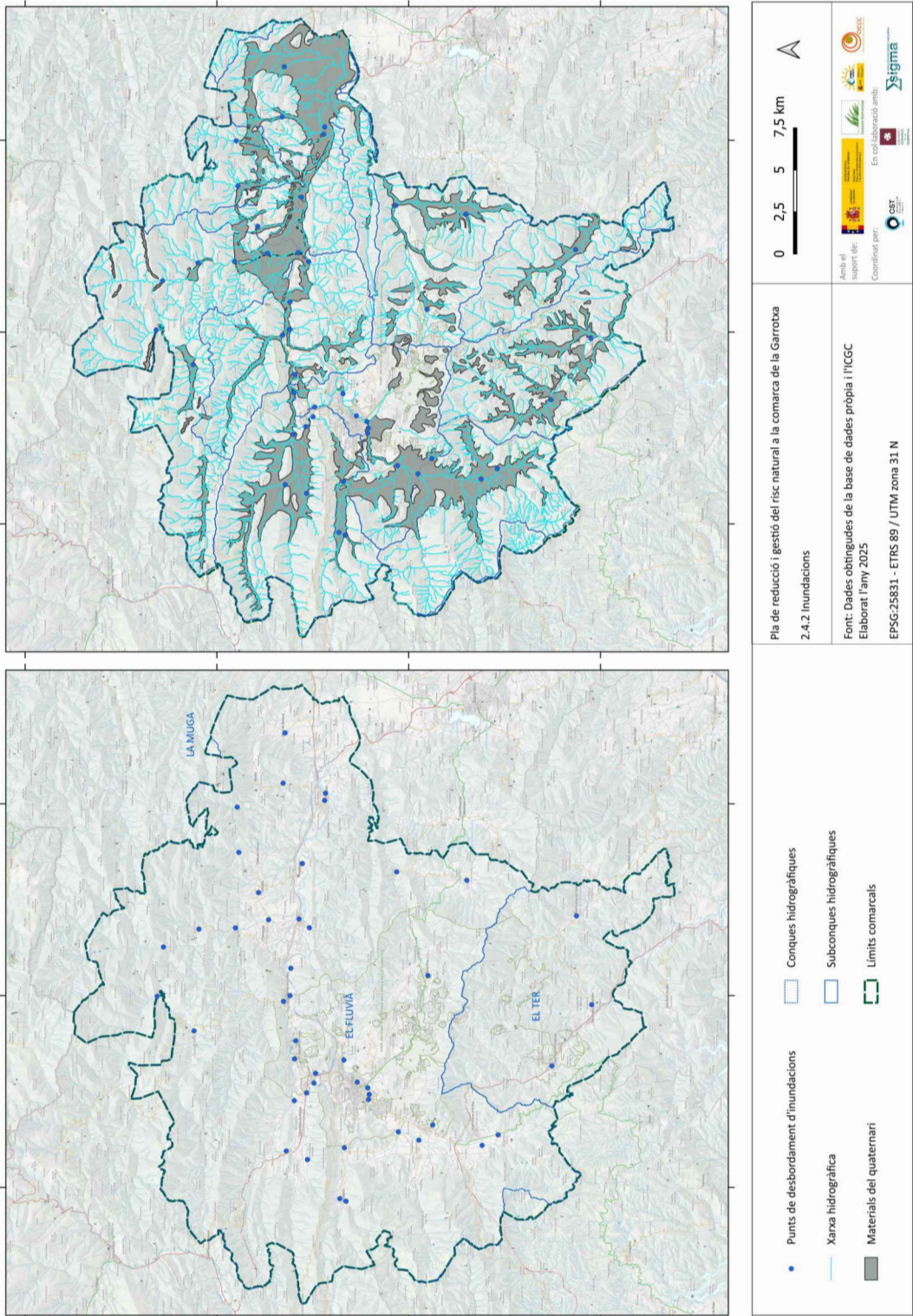
menor o major magnitud. La durada mitjana de les inundacions són d'entre dos i tres dies, i rarament una inundació ha tingut lloc durant més de quatre dies. El Glòria, per exemple, seria un d'aquests casos excepcionals.

Els municipis més afectats per les inundacions són els que es troben al curs del riu Fluvià, especialment els del curs més alt com la Vall d'en Bas. Olot, al ser el municipi més gran i amb més infraestructura, i considerant que el riu l'atravessa, és el municipi més afectat per inundacions. La resta de municipis que ressegueixen el Fluvià són els que més inundacions registrades tenen: Les Preses, Sant Joan les Fonts, Sant Jaume de Llierca, Sant Ferriol, Besalú, i Argelaguer.

Municipis com La Vall de Bianya i Montagut i Oix són els pobles on no hi passa el Fluvià i que més inundacions registrades tenen. La resta de municipis tenen menys de 10 inundacions registrades en tot el període estudiat. No obstant, hem registrat un total de 14 inundacions que són generalitzades i que van afectar a tota la comarca.

Per al càlcul del mapa de susceptibilitat d'inundacions (Figura 8 i Annex 3), s'han utilitzat els factors ambientals que més influencien l'ocurrència d'aquest perill natural segons la informació recollida en el mapa de zones inundables de l'ACA en un període de retorn de 10 anys i que són: precipitació màxima en 24 hores, l'índex d'humitat topogràfica (TWI, per les sigles en anglès *Topographic Wetness Index*), l'índex de potència de corrent (SPI, per les sigles en anglès *Stream Power Index*), la distància als rius, la curvatura de la pendent, el model digital d'elevacions i els usos del sòl.

Figura 7. Mapa dels punts de desbordament per a les inundacions registrades a la Garrotxa (1900-2023) on es representen les conques i subconques hidrogràfiques (esquerra) i la xarxa hidrogràfica i els materials del Quaternari (dreta)



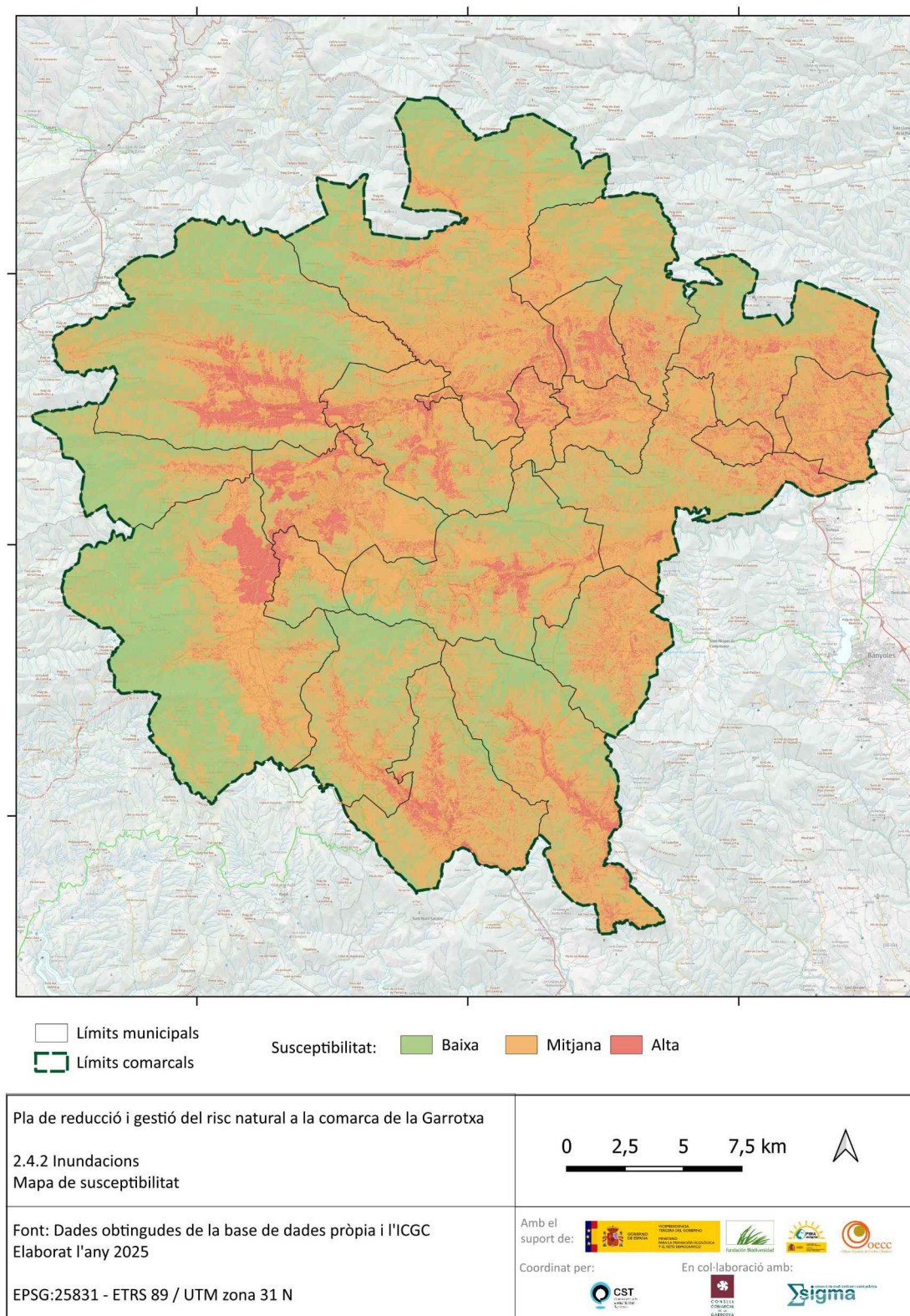


Figura 8. Mapa de susceptibilitat de les inundacions a la Garrotxa

2.4.3 Esllavissades

Les esllavissades són desplaçaments sobtats de masses de terra, roques o sediments pendent avall a causa de la inestabilitat del terreny.



Figura 9. Esllavissada a Santa Pau, 20/05/2020)

Causes principals

Precipitacions prolongades o sobtades que saturen el terreny.

Activitat sísmica (pot estar desencadenada per petits terratrèmols).

Canvis en l'ús del sòl (desforestació, excavacions o obres).

Efectes

Destrucció de carreteres, habitatges i altres infraestructures.

Interrupció de serveis bàsics (aigua, electricitat, comunicacions).

Augment de la vulnerabilitat a futures inundacions per obstrucció de cursos d'aigua.

Relació amb altres perills

Poden desencadenar despreniments si hi ha blocs inestables.

L'obstrucció de rius pot fer aparèixer embassaments temporals que, en trencar-se, provoquen inundacions.

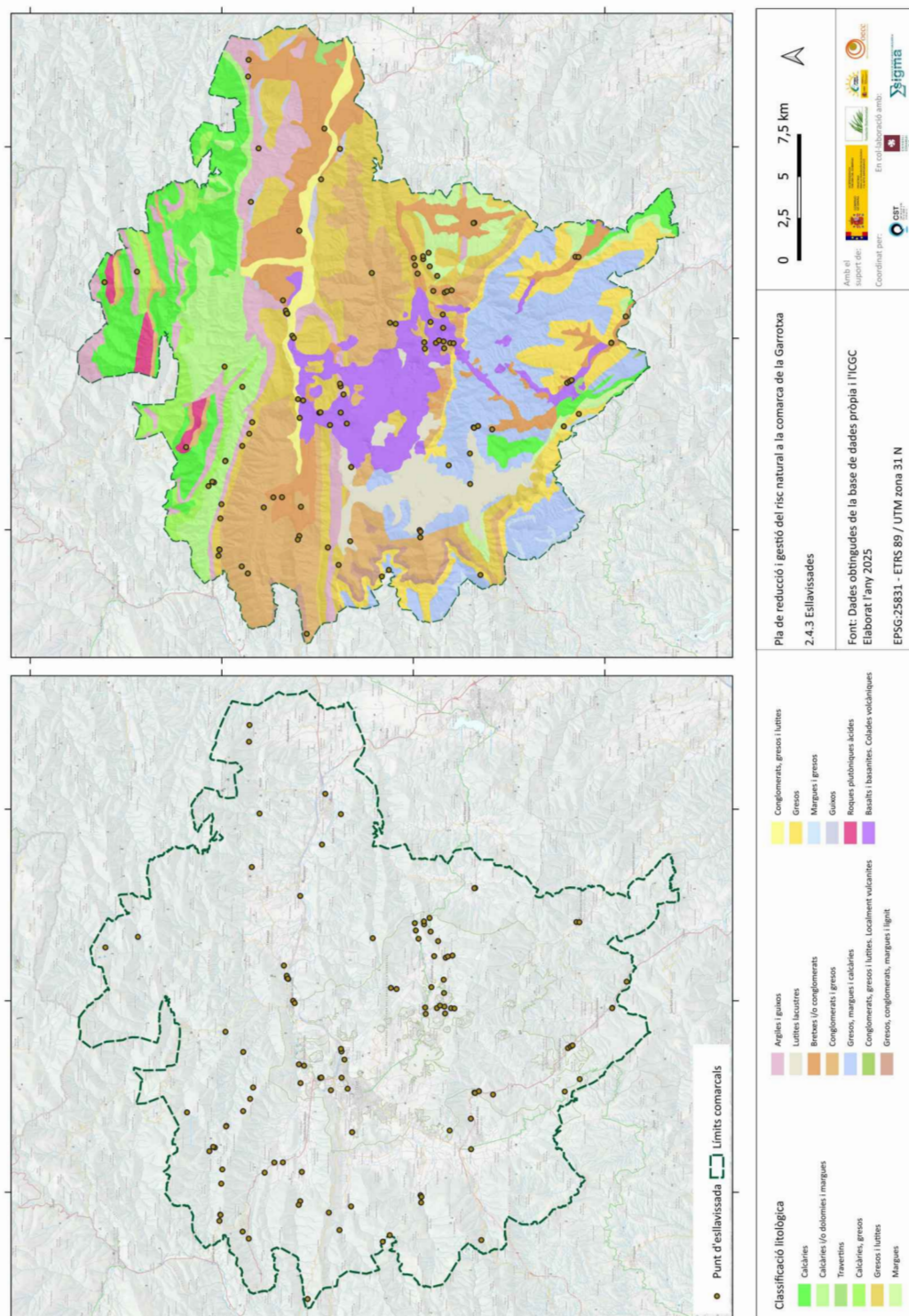
A la comarca de la Garrotxa, les esllavissades estan vinculades, en la majoria dels casos, a la construcció de carreteres i la inestabilitat del terreny que això hi provoca. La majoria dels registres que s'han trobat estan situats a la vora de carreteres o camins. El desencadenant d'aquest perill però, sol ser un episodi de pluges.

En total s'han registrat 114 esllavissades a la Garrotxa durant el període estudiat. Una gran part dels registres, més de cinquanta, són extrets durant el temporal Glòria, a finals de gener del 2020 i d'on s'han pogut obtenir moltes dades, especialment dels informes municipals dels desperfectes que van ocórrer. La resta, estan repartides temporalment al llarg del període estudiat, concentrant-se més durant els últims anys. A principis de segle no hi ha tanta disponibilitat de dades.

En la representació sobre mapa d'aquest perill (Figura 10 i Annex 2) s'observen certes zones de concentració: la Vall del Bac i les rodalies del municipi de Santa Pau. Aquestes esllavissades es donen principalment en materials al·luvials relacionats amb les terrasses fluvials on s'han construït carreteres i altres infraestructures, seguit de conglomerats, gresos i argiles vermelles.

Per l'elaboració del mapa de susceptibilitat d'esllavissades (Figura 11 i Annex 3) s'han tingut en compte les següents variables ambientals: orientació del vessant, model digital d'elevacions, distància a les carreteres, litologies, usos del sòl, l'índex de vegetació de diferència normalitzada (NDVI, per les sigles en anglès *Normalized Difference Vegetation Index*), el pendent i el TWI.

Figura 10. Mapa dels punts d'esllavissades registrades a la Garrotxa (1900-2023) (esquerra) juntament amb la classificació de les roques principals (dreta)



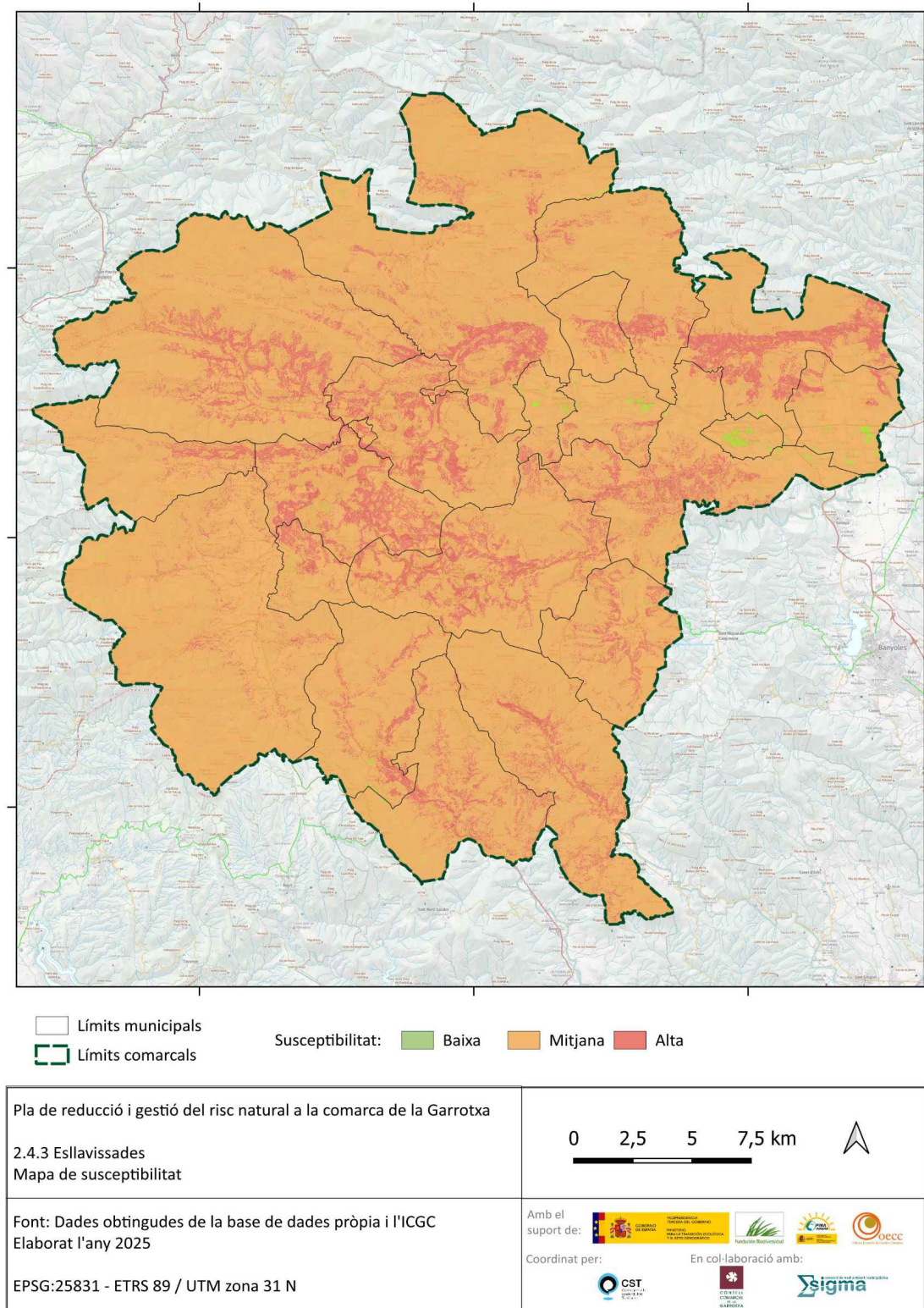


Figura 11. Mapa de susceptibilitat d'esllavissades a la Garrotxa

2.4.4 Despreniments

Els despreniments són la caiguda de fragments rocosos des de pendents pronunciats o talussos a causa de la pèrdua d'estabilitat.



Figura 12. Despreniment a Santa Pau el 2023

Causes principals

Alteracions geològiques naturals (erosió, fracturació de roques).

Vibracions per terratrèmols o activitats humanes (explosions, obres).

Saturació del terreny per pluges.

Efectes

Risc per a persones i vehicles en àrees de pas (carreteres i vies fèrries).

Destrucció d'edificacions a peu de vessant.

Alteracions en l'orografia que poden modificar la dinàmica hídrica.

Relació amb altres perills

Poden ser desencadenats per esllavissades o moviments sísmics.

La caiguda massiva de materials pot obstruir cursos d'aigua, provocant inundacions.

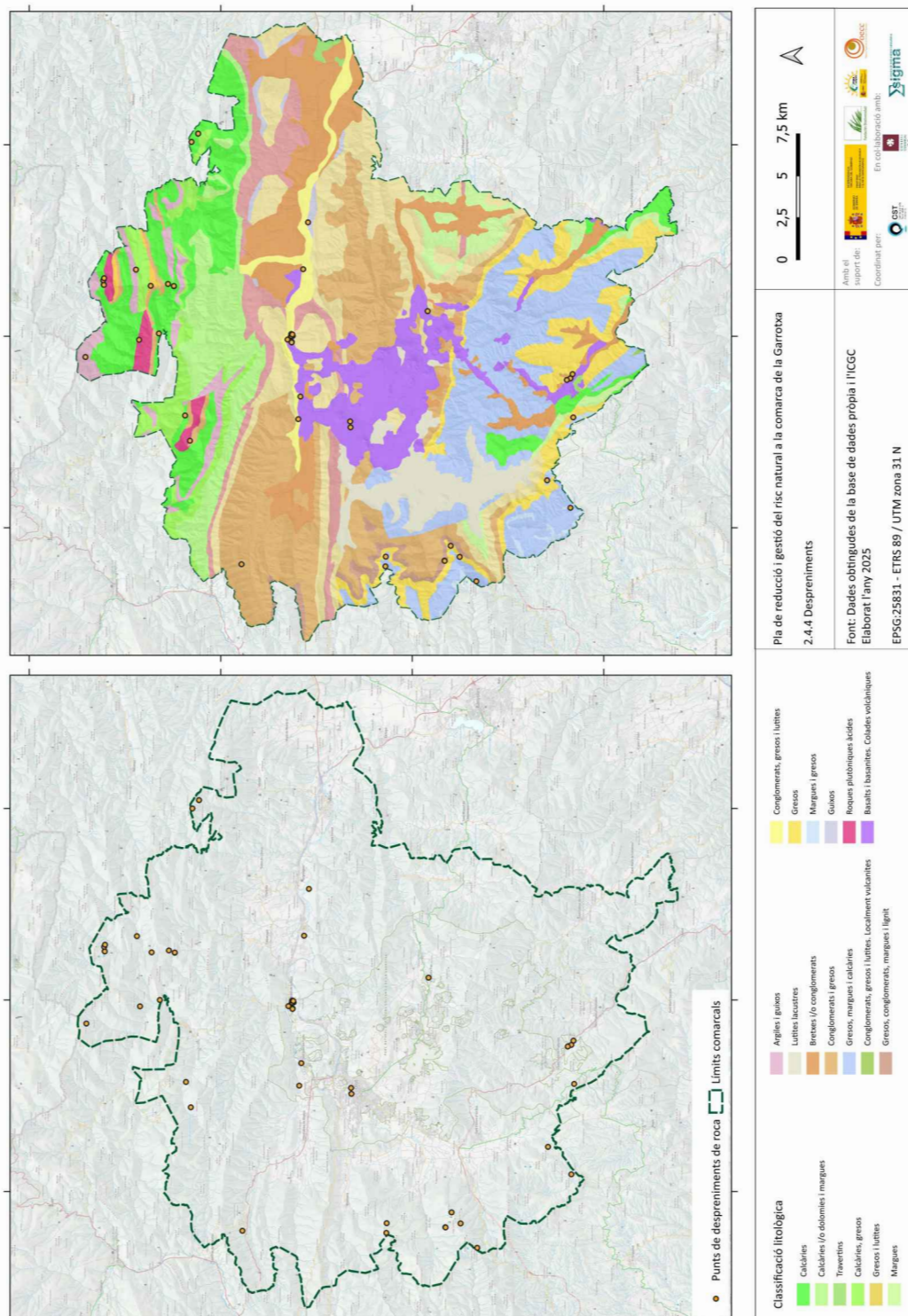
Els desprendiments de roca són el perill dels quals menys registre s'ha trobat en el període estudiat, amb un total de 46 registres. Segons el mapa generat (Figura 13 i Annex 2), es troben concentrats en zones de rocams, com per exemple en la cinglera de Castellfollit de la Roca, així com també a la zona de Bracons i a la Vall de Sant Aniol. En general, l'Alta Garrotxa és una regió propensa a patir desprendiments de roca, a causa de la seva geomorfologia.

La majoria dels registres de desprendiment recollits són del segle XXI, i la majoria s'han extret de la premsa històrica. Al segle passat, tan sols s'ha trobat algun episodi de desprendiment, extret del llibre *Històries de l'Alta Garrotxa*, de Josep Vilar.

Aquestes esllavissades es donen principalment a materials al·luvials relacionats amb les terrasses fluvials on s'han construït carreteres i altres infraestructures, seguit de conglomerats, gresos i argiles vermelles.

Pel que fa al mapa de susceptibilitat de desprendiments de roca (Figura 14 i Annex 3), les variables ambientals que s'han tingut en compte són: l'orientació dels vessants, el model digital d'elevacions, la distància a les carreteres, les litologies, els usos del sòl i el pendent.

Figura 13. Mapa de punts de despeniments de roca registrats a la Garrotxa (1900-2023) (esquerra) juntament amb la classificació de les roques principals (dreta)



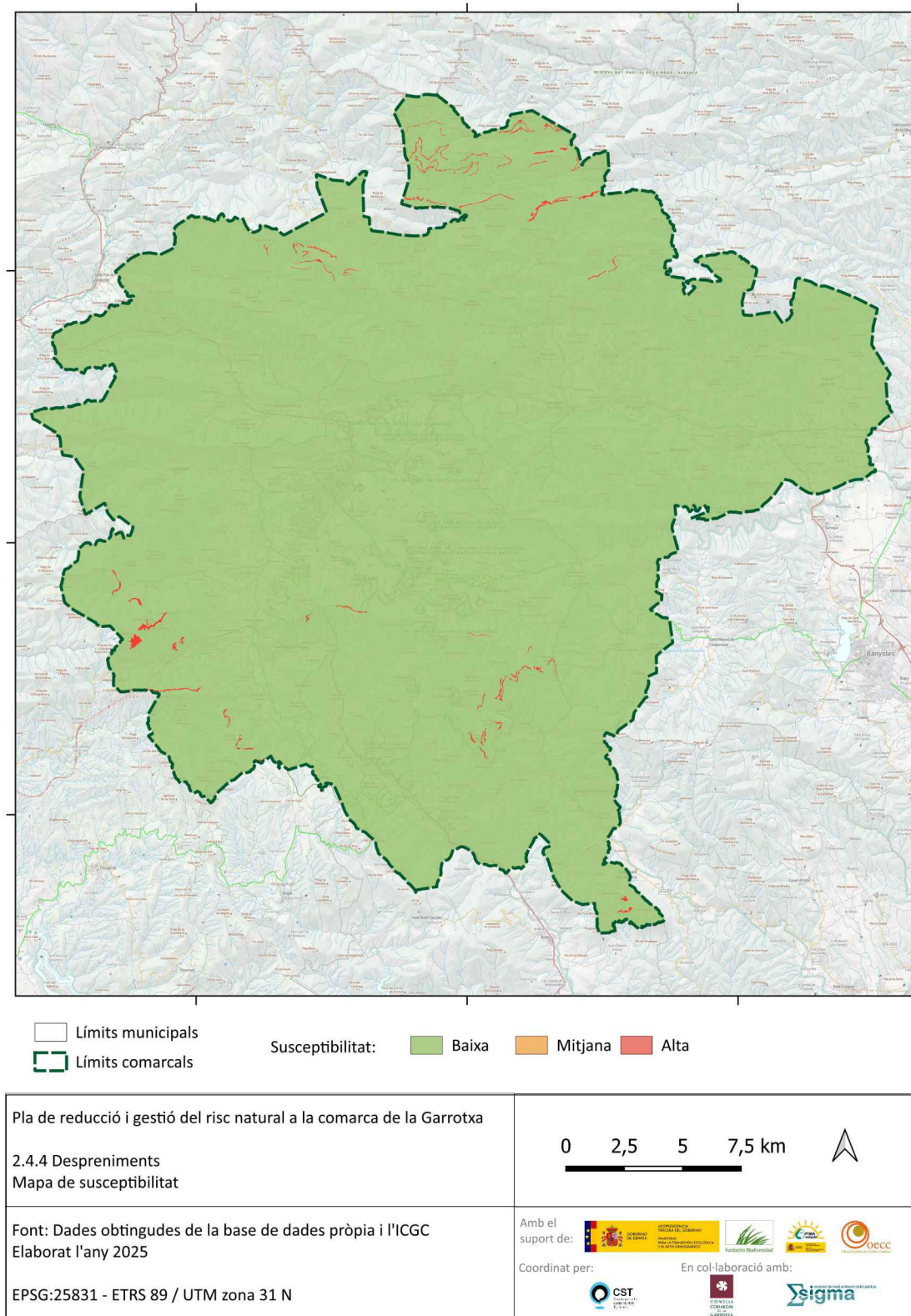


Figura 14. Mapa de susceptibilitat dels desprendiments de roca a la Garrotxa

2.4.5 Incendis forestals

Els incendis forestals són focs no controlats que es propaguen per zones de vegetació, afectant boscos, matollars i àrees rurals.



Figura 15. Incendi a Sant Jaume de Llierca, juny 2025

Causes principals

Activitats humanes majoritàriament (negligències, activitats agrícoles, línies elèctriques).

Causes naturals, rament (llamps en èpoques seques, erupcions volcàniques).

Condicions climàtiques extremes (onades de calor, vents forts).

Efectes

Destrucció d'ecosistemes i biodiversitat.

Danys en propietats i infraestructures.

Empitjorament de la qualitat de l'aire i problemes de salut pública.

Desforestació i erosió del sòl.

Relació amb altres perills

L'eliminació de la coberta vegetal augmenta el risc d'esllavissades i inundacions.

Pot afectar la resistència del terreny, afavorint subsidències en zones fràgils.

Tot i tenir la percepció que la comarca de la Garrotxa és un territori molt poc afectat pels incendis forestals, s'han registrat un total de 264 incendis en el període estudiat. La majoria d'ells però, de dimensions molt petites, ja que han sigut de menys d'una hectàrea. Tanmateix, durant els 123 anys, sí que hi ha hagut alguns incendis de dimensions més grans, encara que en són pocs i repartits en el temps. L'incendi registrat més gran ha estat d'unes 500 hectàrees a la zona de la Mare de Déu del Mont.

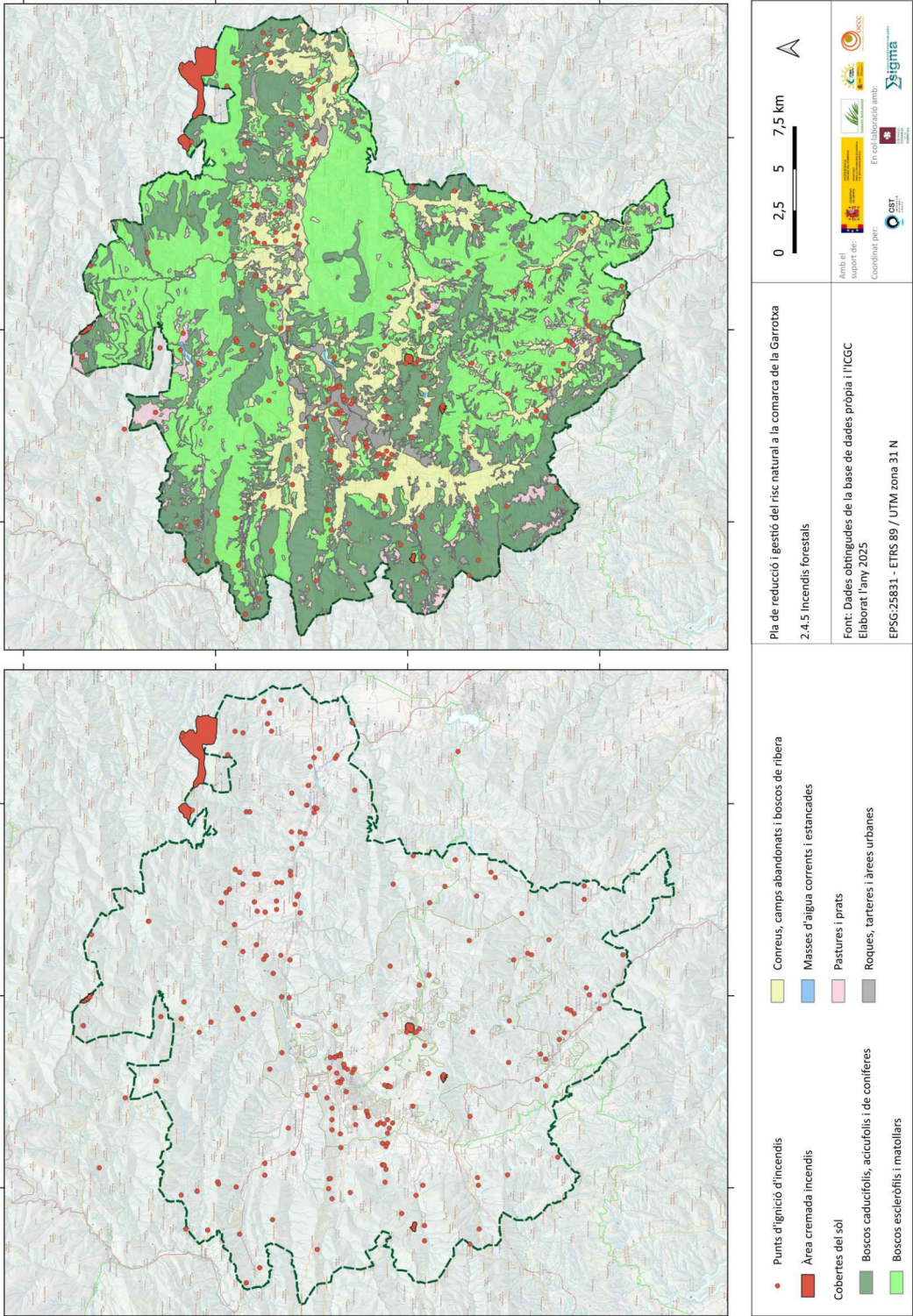
Si s'analitzen els municipis més afectats per incendis, s'observa en el mapa (Figura 16 i Annex 2) com estan repartits heterogèniament per tot el territori. No obstant, Olot i Montagut i Oix són els municipis amb més incendis registrats. L'Alta Garrotxa té una concentració de punts d'ignició important, i per sota la A-26 no hi ha pràcticament registres fins al municipi de Santa Pau. A les rodalies d'Olot també s'han pogut registrar una gran quantitat d'incendis. La zona sud de la comarca conté menys registres d'incendis i repartits arreu de la zona. En canvi, al nord, es concentren en zones més concretes.

La gran majoria d'aquests incendis tenen l'origen en zones antropitzades o agrícoles, o bé en zones forestals properes, el que es coneix com la interfície urbano-forestal, ja

que aquest perill està causat principalment per l'acció humana. Tot i el gran nombre de punts d'ignició, aquests incendis no cremen superfícies molt extenses.

En aquest cas, el mapa de susceptibilitat d'incendis (Figura 17 i Annex 3) s'ha generat tenint en compte les variables ambientals següents: TWI, distància a carreteres i àrees urbanes, mapa de vents, altitud, pendent, orientació, distància a les masses d'aigua i rius, temperatura de la superfície terrestre (LST, per les sigles en anglès *Land Surface Temperature*), mapa de dies de temperatura de més de 20 graus, inflamabilitat, usos del sòl i NDVI.

Figura 16. Mapa dedels punts d'ignició o àrees d'incendix registrats a la Garrotxa (1900-2023) (esquerra) juntament amb la classificació de cobertes d'usos del sòl (dreta)



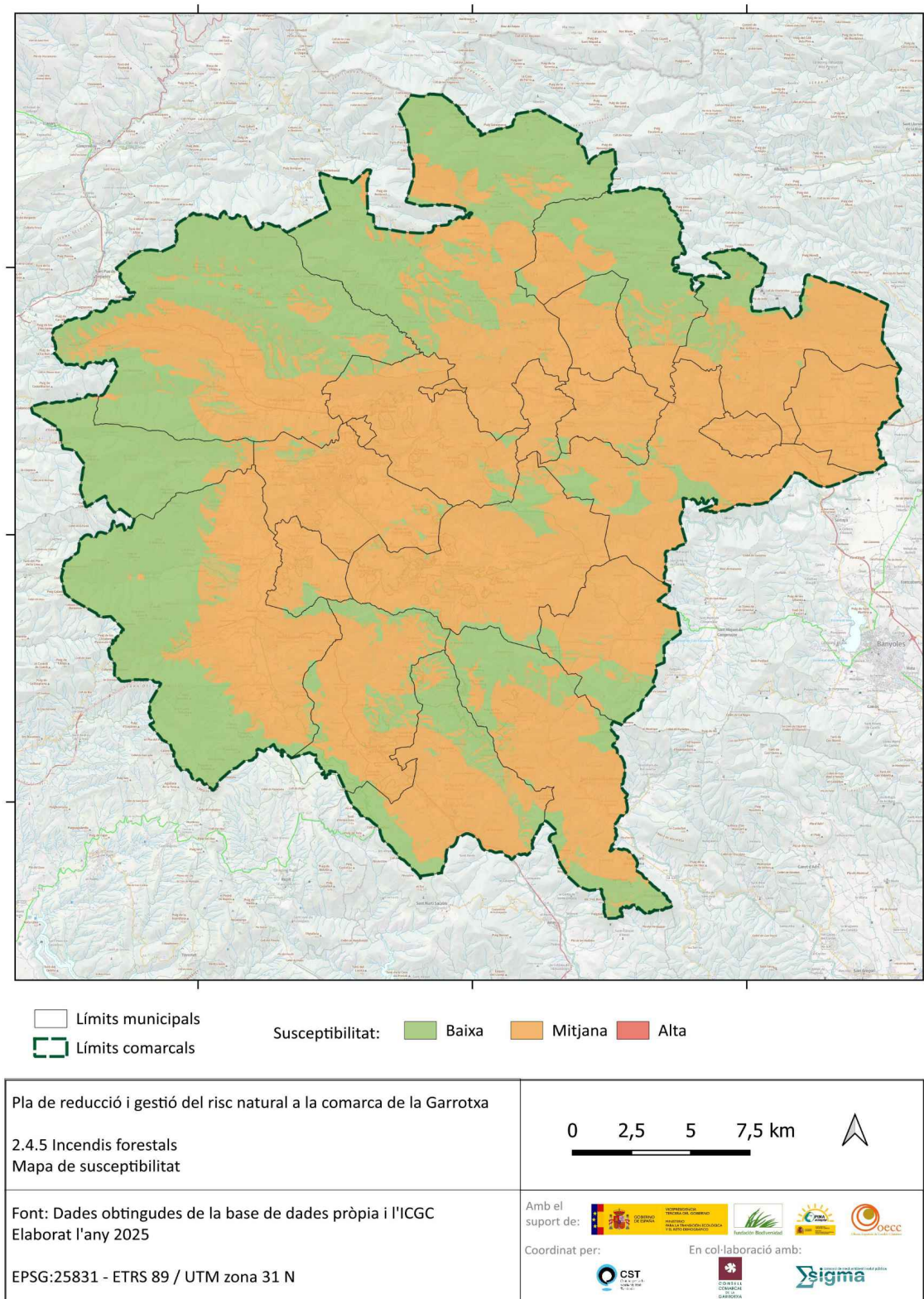


Figura 17. Mapa de susceptibilitat dels incendis forestals a la Garrotxa

2.4.6 Terratrèmols

Els terratrèmols són vibracions brusques de la superfície terrestre causades per l'alliberament sobtat de l'energia acumulada a l'escorça terrestre en forma d'ones que es propaguen en totes direccions. Els terratrèmols es generen sobretot per fracturació de roques degut a l'acumulació d'esforços tectònics o a la sobrepressió de fluids, raó per la qual es poden donar en diferents indrets, escales temporals i magnituds.

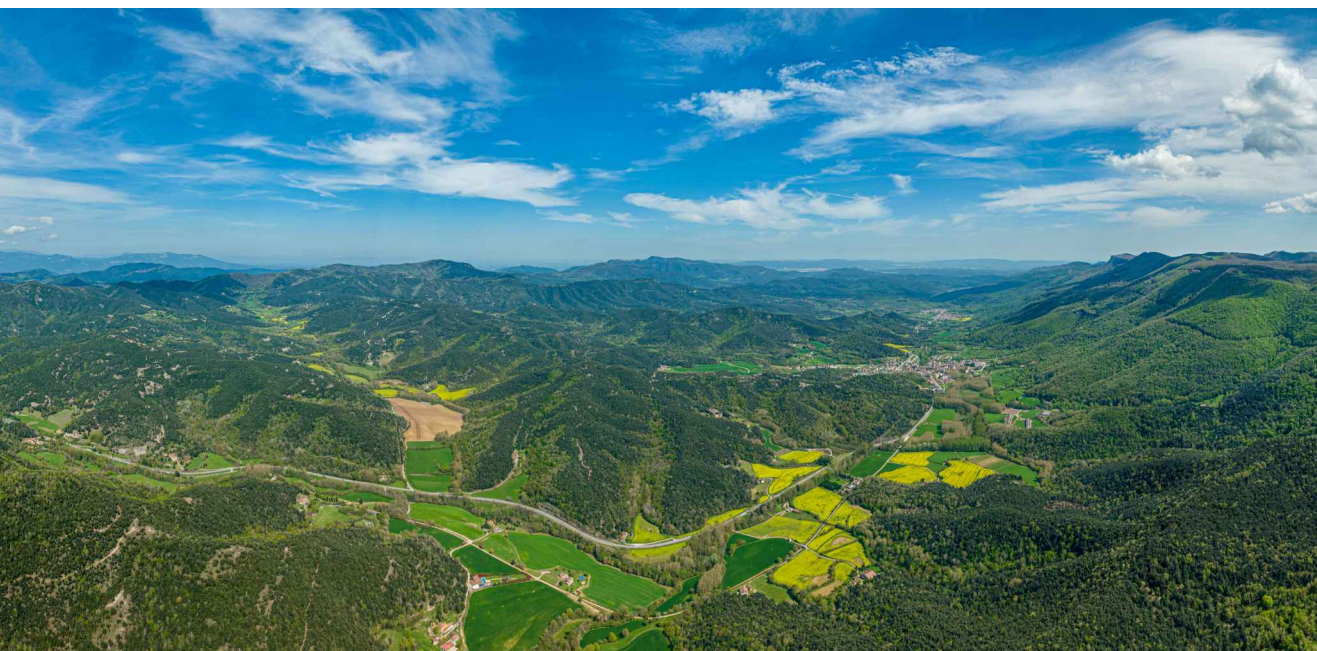


Figura 18. Falla d'Amer al seu pas per la Vall del Brugent

Causes principals

Moviments de plaques tectòniques i/o trencament de la superfície terrestre.

Activitat volcànica o processos d'extracció minera.

Efectes

Danys greus en edificacions i infraestructures.

Desplaçaments de població i pèrdues humanes.

Pànic entre la població.

Relació amb altres perills

Pot desencadenar esllavissades en zones inestables.

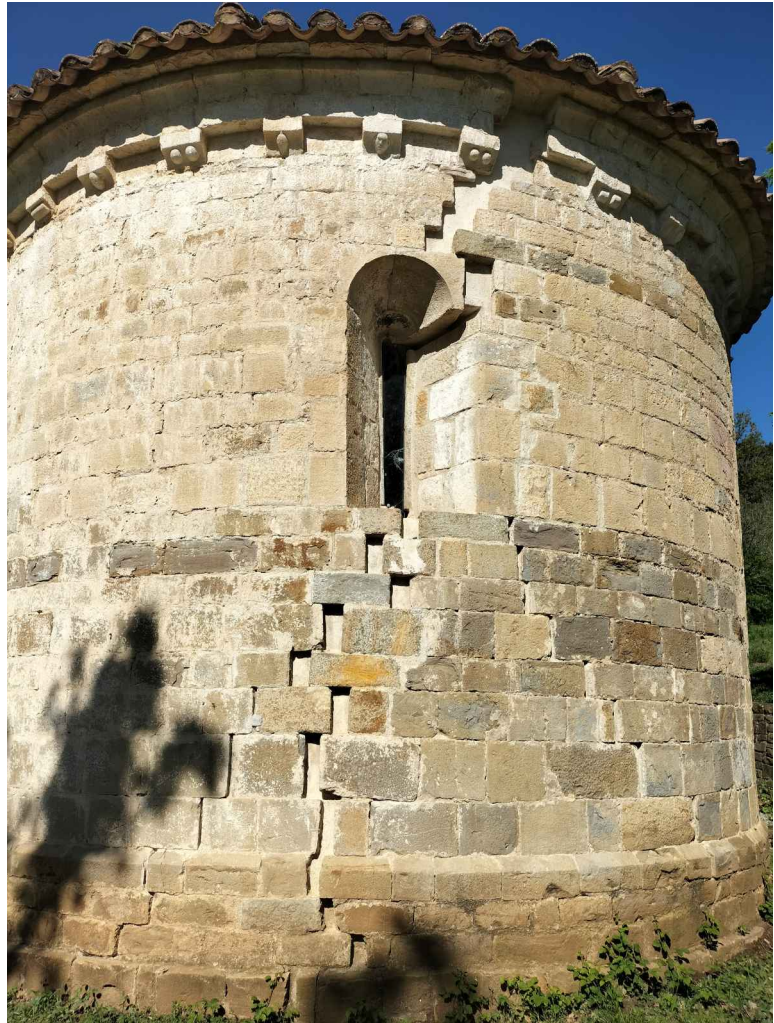
Pot desencadenar erupcions.

Alguns terratrèmols submarins provoquen tsunamis.

Provoca subsidències, normalment per líquüefacció, o col·lapse d'infraestructures subterrànies.

Incrementa el risc d'accidents industrials, i en conseqüència el risc d'incendis, i danys ambientals.

Figura 19. Efectes del terratrèmol del s. XV a l'ermita de Sant Andreu del Coll



Els **terratrèmols tectònics** són causats pel trencament de l'escorça terrestre, relacionat amb el moviment de les plaques tectòniques, quan l'energia acumulada per la fricció entre elles s'allibera sobtadament. Són els més comuns a nivell mundial, i els únics registrats en el període de 1900 a 2023 d'aquesta anàlisi.

Els **terratrèmols volcànics** estan relacionats amb l'activitat magmàtica dins d'un volcà. Es produeixen quan el magma es desplaça, generant fractures a les roques del voltant. Aquests sismes solen ser més locals i de menor magnitud que els tectònics. No s'ha enregistrat cap en aquest estudi (1900-2023).

Un total de 246 terratrèmols han estat registrats en la nostra base de dades. Aquests són tant els registres de terratrèmols que han ocorregut dins dels límits de la comarca de la Garrotxa, com els que han tingut l'epicentre fora però que s'han sentit a la mateixa comarca. Per aquests segons (Figura 20 i Annex 2), hi ha registres d'epicentre des del sud de França, com d'altres parts de Catalunya, fins al Golf de Lleó i a la costa Mediterrània.

Pel que fa als terratrèmols de dintre de la Garrotxa (Figura 21 i Annex 2), hi ha una concentració a la zona nord, la dels Pre-Pirineus, on també hi ha la majoria de falles. Aquesta influència s'estén per l'oest

comarcal i pel sud, on també hi ha una concentració elevada de terratrèmols, encara que les falles no hi són tant presents com al nord. El sud d'Olot i l'est de la comarca no té presència d'aquests registres d'epicentres de terratrèmols.

Si s'analitzen les característiques d'aquests terratrèmols, es pot observar com la profunditat de la majoria d'ells és de menys de 10 km. Alguns superen aquests 10 km i una minoria s'apropen als 20 km. Només un de tota la base de dades supera la profunditat de 26 km.

Pel que fa a la magnitud, els que tenen una magnitud d'intensitat de més de 2, estan situats, en gran mesura, fora de la comarca. Només 11 estan situats a dintre, i 6 d'ells a la zona d'Oix coincidint 5 el mateix dia, en una zona de concentració de falles tectòniques. Amb una magnitud d'entre 1 i 2 ja n'hi ha més presència: uns 36 terratrèmols repartits homogèniament en les zones on es concentren els epicentres a la Garrotxa, amb major presència a la zona nord. En última instància, la resta, que en són més de 150 i que tenen una magnitud per sota de l'1, representen el gruix de registres i també es reparteixen homogèniament segons les zones d'influència de terratrèmols.

Per al mapa de susceptibilitat de terratrèmols (Figura 22 i Annex 3) s'ha utilitzat el mapa d'amplificació sísmica, que dona informació sobre quin terreny és més propens a patir els efectes produïts per un terratrèmol.

Figura 20. Mapa dels epicentres dels terratrèmols percebuts i ocorreguts fora de la comarca de la Garrotxa (1900-2023)

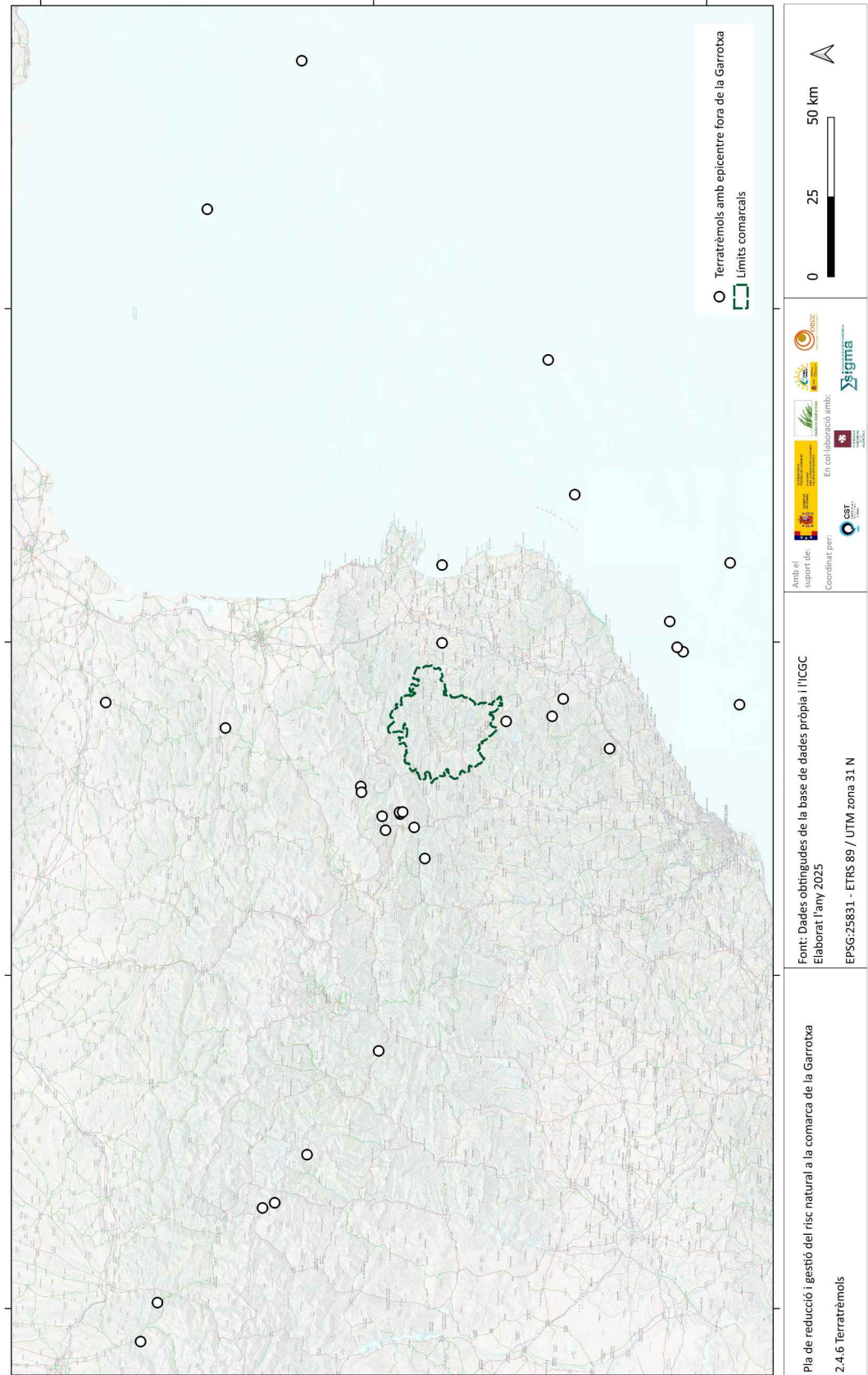
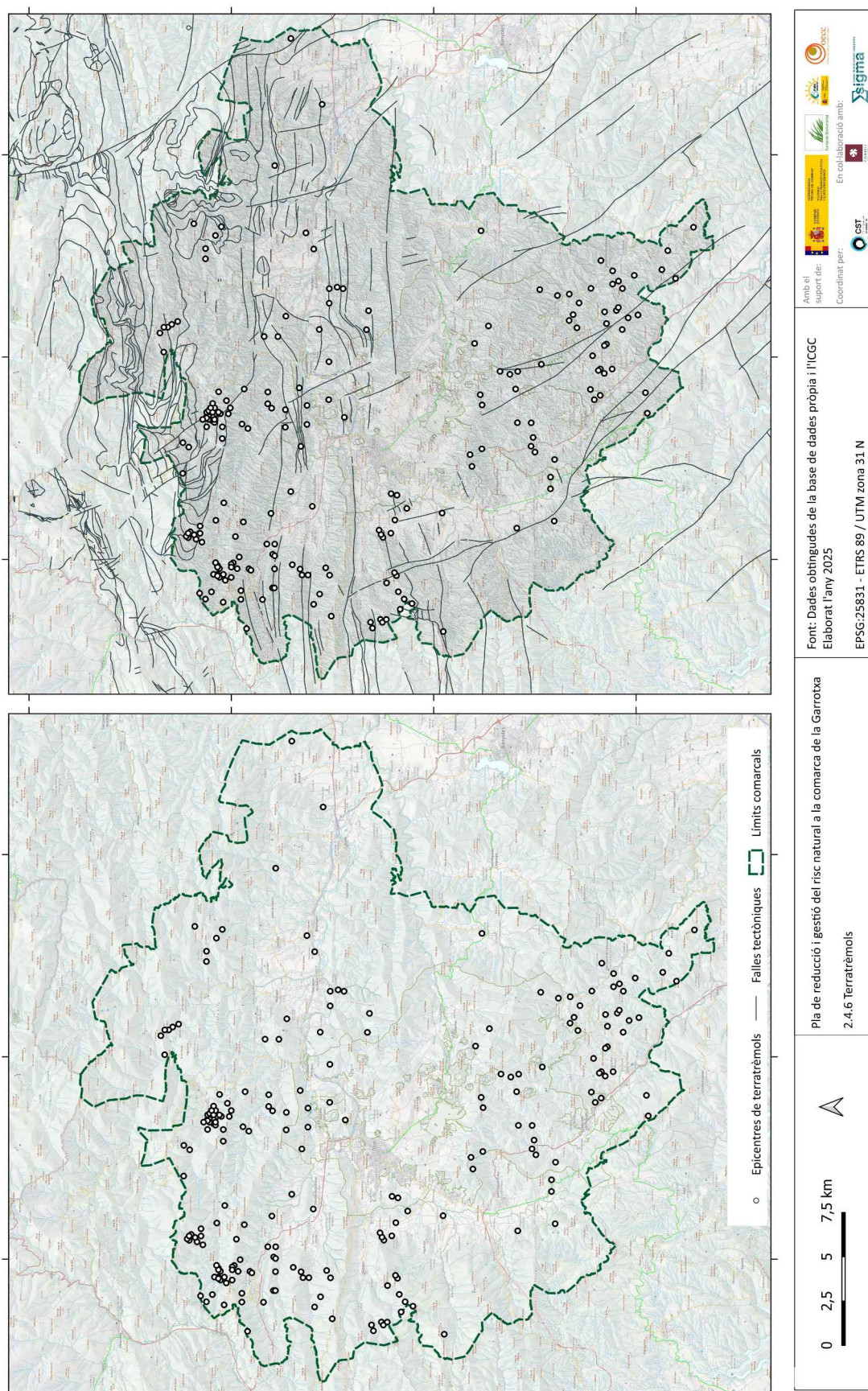


Figura 21. Mapa dels epicentres dels terratrèmols percebuts i ocorreguts dins de la comarca de la Garrotxa (1900-2023) (esquerra) juntament amb la representació de les falles (dreta)



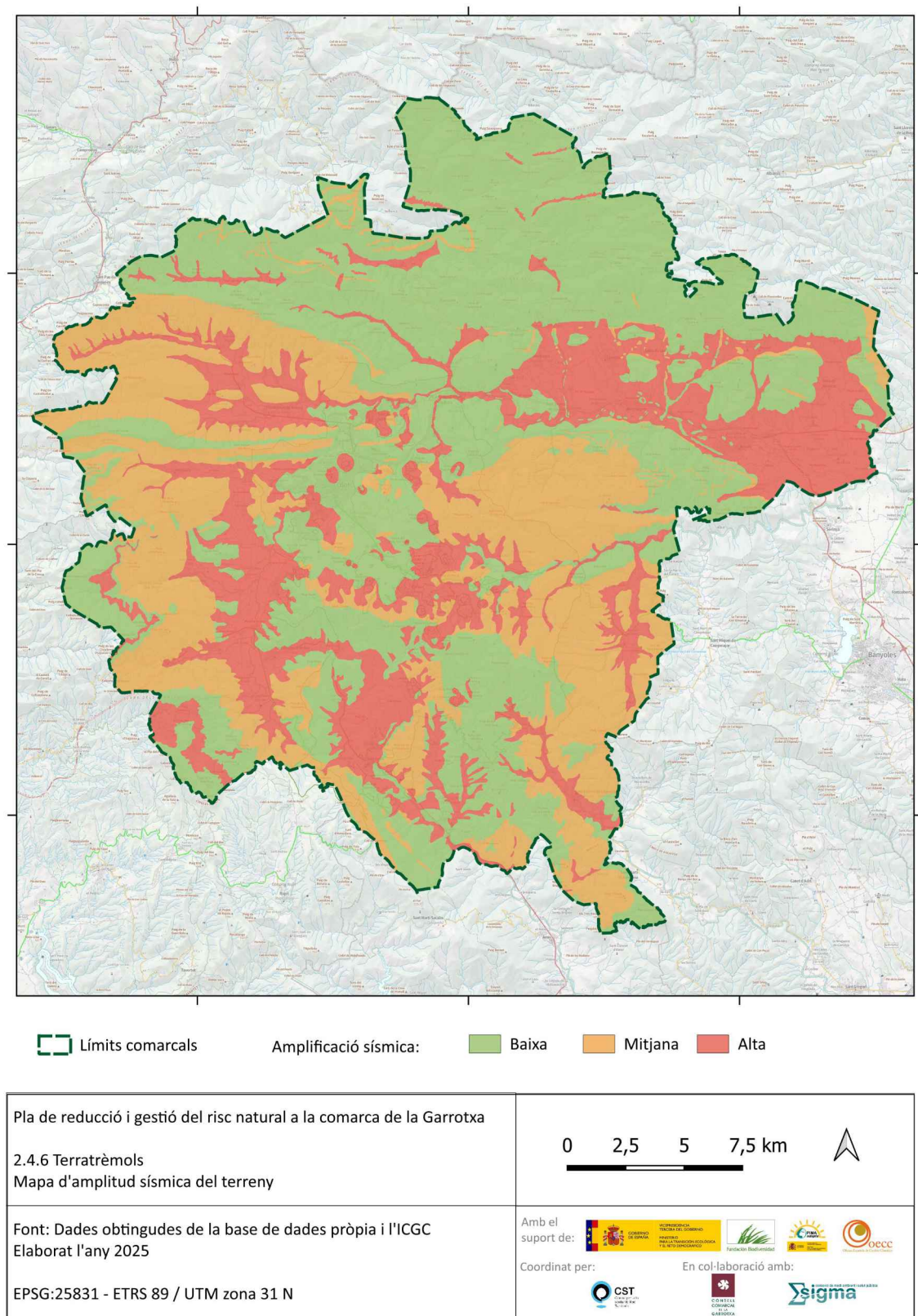


Figura 22. Mapa d'amplificació sísmica de la Garrotxa

2.4.7 Subsidències

Les subsidències són enfonsaments lents o sobtats de la superfície terrestre a causa de la compactació del sòl o la pèrdua de materials subterranis.

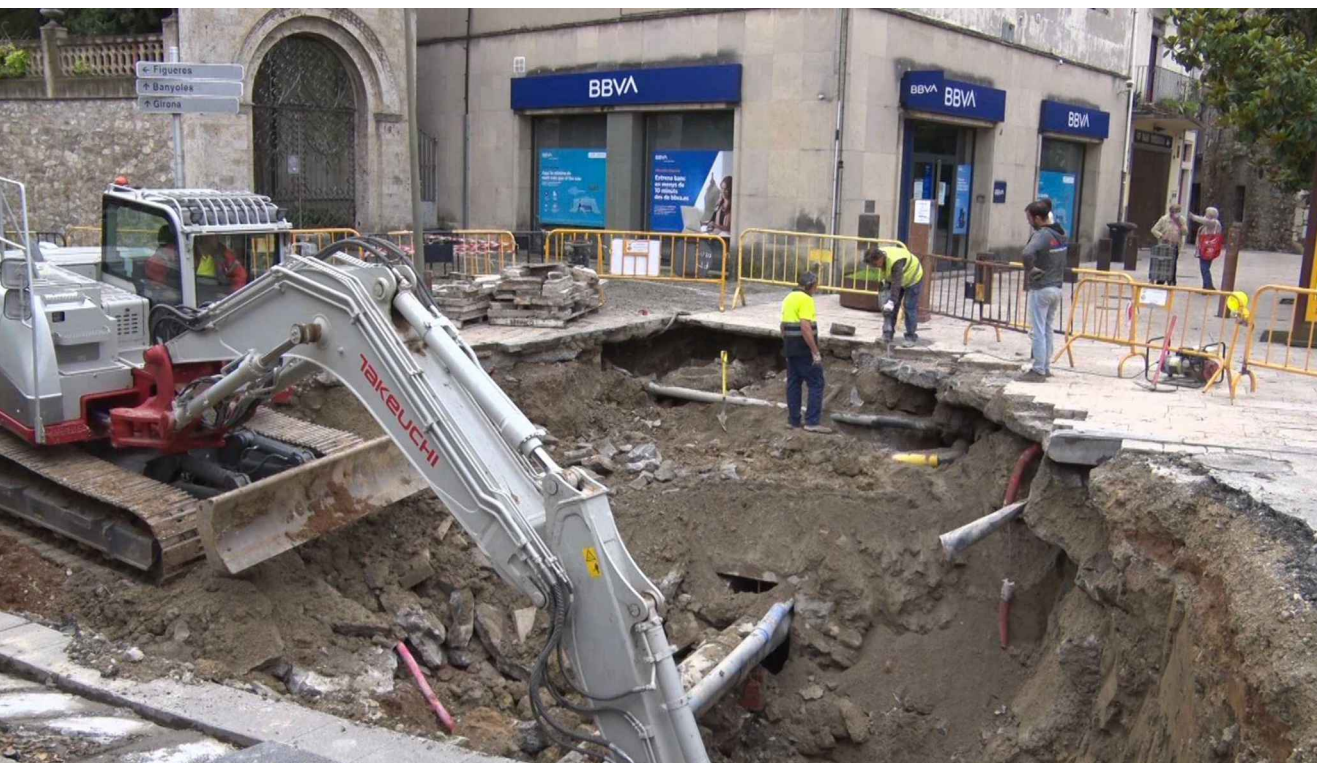


Figura 23. Subsidiència ocasionada per les pluges a Besalú, juny 2020 (FONT: Garrotxadigital.cat)

Causes principals

Extracció d'aigua subterrània o hidrocarburs.

Dissolució de materials calcaris (cavitats càrstiques).

Vibracions per terratrèmols o obres civils.

Efectes

Danys en infraestructures (edificis, carreteres, canonades).

Desplaçament de comunitats en zones d'alt risc.

La compactació del sòl pot provocar col·lapse d'infraestructures crítiques.

Relació amb altres perills

Alteracions en el drenatge natural, augmentant el risc d'inundacions.

Pot augmentar la vulnerabilitat a inundacions en zones deprimides.

Pot provocar esllavissades o despreniments, especialment dins de coves.

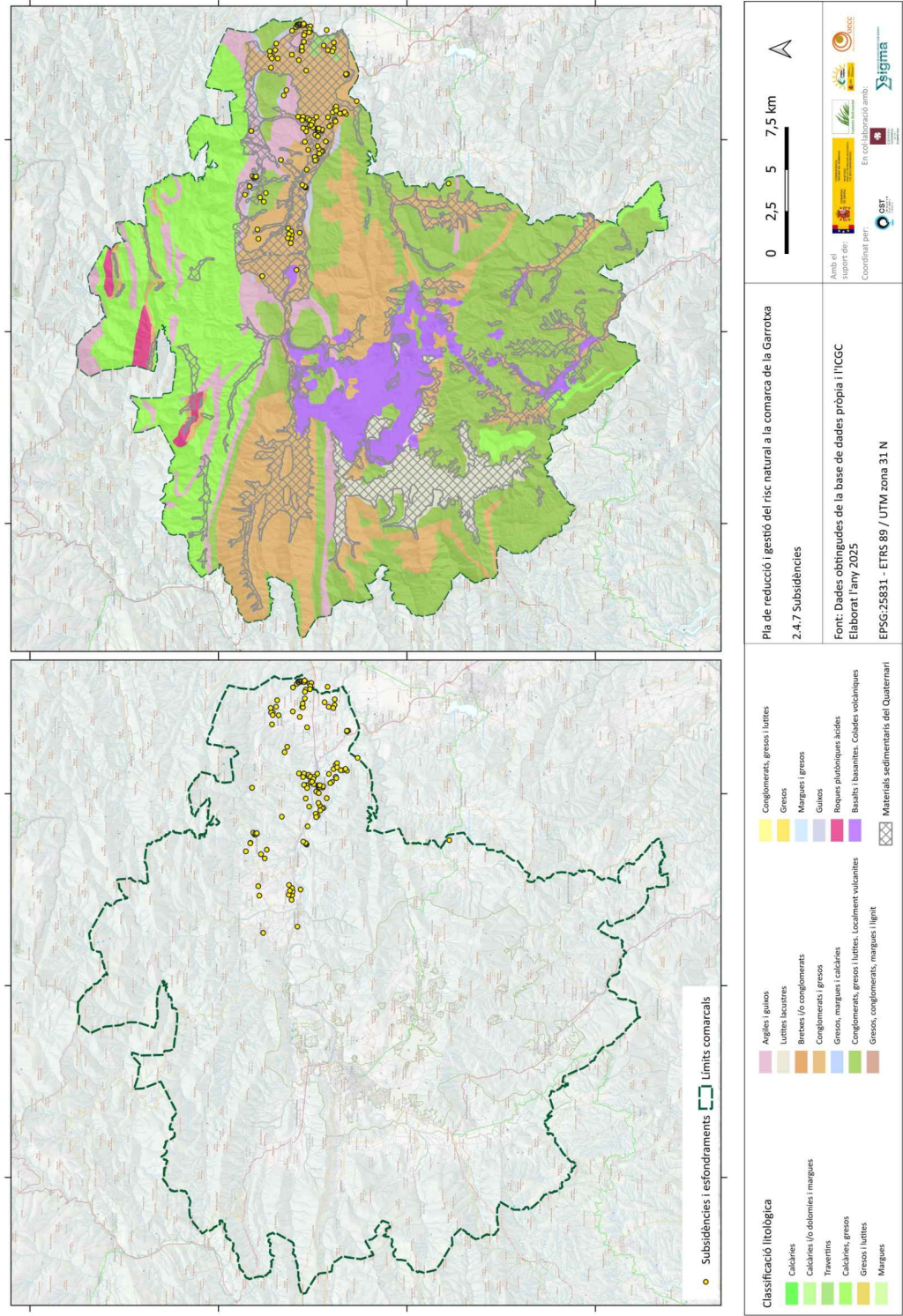
A través de l'accés a l'inventari de la tesi doctoral feta per l'Ivan Fabregat, s'ha realitzat la base de dades de les subsidències.

Aquestes, com es pot observar en el mapa (Figura 24 i Annex 2), es troben concentrades a l'est de la comarca, generalment a sobre dels materials del quaternari (un 77%), els quals són camps de conreu. En aquesta zona hi domina la presència de guixos que, juntament amb el procés càrstic que afecta les calcàries en profunditat, faciliten aquestes formacions. Els esfondraments, que n'hi ha un total de 137, poden tenir una creació anterior al segle XX, però aquesta és incerta ja que no hi ha dades suficients per a poder-ho valorar. En tot cas, segueixen presents, i se'n han format més durant les darreres dècades.

Aquests esfondraments van estrictament lligats al procés de carstificació, que ha format galeries en aquesta zona de la comarca. Així, en períodes de sequera es veuen intensificades la formació d'aquestes subsidències, les quals es preveu que augmentin en el futur degut a l'impacte del canvi climàtic.

Per a la realització del mapa de susceptibilitat de subsidències (Figura 25 i Annex 3) la variable ambiental principal considerada ha sigut la presència de materials quaternaris i guixos a la zona.

Figura 24. Mapa dels punts de subsidències i esfondraments ocorreguts a la Garrotxa (1900-2023) (esquerra) juntament amb la classificació de les roques principals (dreta)



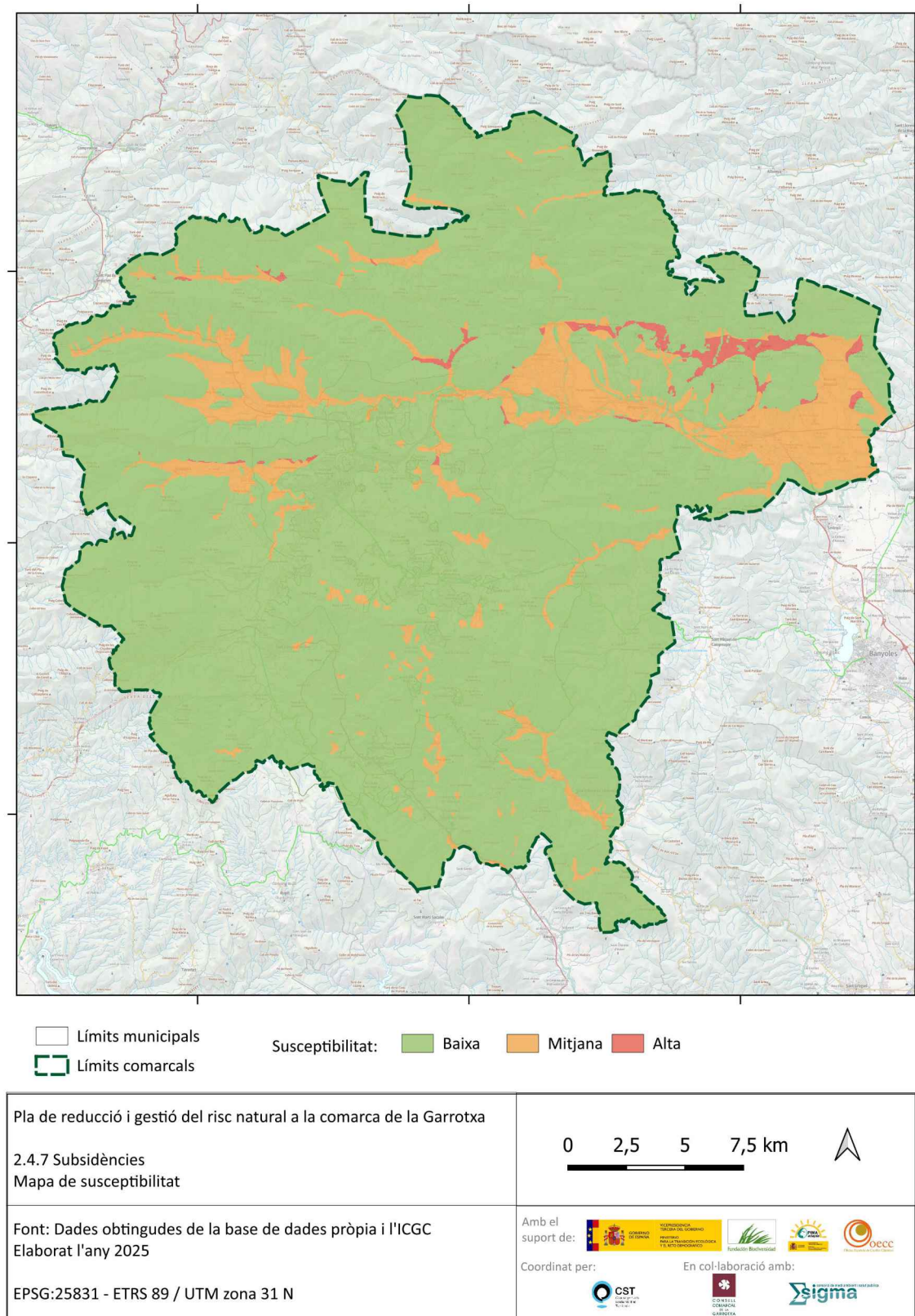


Figura 25. Mapa de susceptibilitat de subsidències i enfondraments a la Garrotxa

2.4.8 Erupcions volcàniques

La zona d'estudi també és susceptible de ser afectada per perills volcànics però al presentar una freqüència de milers a desenes de milers d'anys, no s'han considerat en aquest estudi. Tot i així, cal tenir en compte que la zona és activa i que, per tant, la perillositat volcànica no pot considerar-se nul·la. A continuació es fa una descripció més detallada d'aquest perill a la Garrotxa.

El Camp Volcànic de la Garrotxa (CVG), al nord-est de la península Ibèrica, forma part d'un conjunt de volcans que es van originar pel trencament de l'escorça terrestre a Europa (anomenat Rift Cenozoic Europeu), actiu des de fa uns 25 milions d'anys. A la Garrotxa, l'activitat volcànica va

començar fa més de 250.000 anys i encara avui es considera una zona potencialment activa. L'última erupció registrada a la zona va ser a l'inici de l'Holocè (fa uns milers d'anys).

Els volcans d'aquesta regió han tingut erupcions de tipologia variada, des de tranquil·les i fluïdes, com les hawaianes, fins a més explosives i violentes, com les estrombolianes, passant també per erupcions en què l'aigua subterrània va interactuar amb el magma i va generar explosions de vapor i núvols de cendra (activitat freatomagmàtica). Tot aquest comportament està condicionat per les grans esquerdes i falles del terreny, formades durant el Neogen.



Figura 26. Volcà de Montsacopa

Tot i el risc potencial d'una futura erupció i el fet que la zona és molt habitada i industrialitzada, sovint no es té gaire en compte aquest perill. La primera avaluació completa del risc volcànic a la Garrotxa es va fer el 2015, i inclou:

1. Un estudi de les zones més propenses a noves erupcions.
2. Una estimació de la freqüència amb què poden ocórrer.
3. Simulacions de possibles escenaris: colades de lava, núvols piroclàstics i caiguda de cendra.
4. Un mapa qualitatiu que divideix la zona en cinc nivells de perillositat diferents, que caldria integrar al mapa general de riscos de la comarca.

El CVG compta amb més de 50 volcans ben conservats, formats per una sola erupció cadascun (monogenètics), alineats segons les fractures principals del terreny amb orientació nord-nord-oest a sud-sud-est. Cada erupció va emetre una quantitat relativament petita de magma, típic d'aquest tipus de vulcanisme (entre 0,01 i 0,2 km³).

Molts d'aquests volcans mostren que durant la mateixa erupció hi van haver diverses fases:

- Fases inicials amb explosions de vapor d'aigua que aixecaven fragments del sòl.
- Fases mixtes (freatomagmàtiques) amb núvols densos de cendra i corrents piroclàstics.
- Fases típicament estrombolianes, amb explosions i columnes de cendra, seguides de colades de lava que fluïen pels vessants.

El mapa de perillositat volcànica del CVG (Figura 27), realitzat el 2015, dona una primera distribució de probabilitat d'afectació per un o més perills volcànics en la zona d'estudi, essent la classificació assignada la ponderació total del nombre de perills que poden afectar un mateix punt de la zona, sense tenir en compte les característiques de cada perill. Aquest resultat, encara que molt simplificat, permet tenir una idea de les zones amb més perillositat volcànica i que s'haurien de tenir en compte durant la planificació territorial.

Tot i així, cal tenir present les diferents escales temporals dels fenòmens que s'han considerat en aquest estudi, la majoria relacionats amb el canvi climàtic, les quals van de mesos a desenes d'anys, respecte la recurrència de les erupcions volcàniques que seria de milers a poques desenes de milers d'anys.

Per aquesta raó, el perill i risc volcànics cal considerar-los a nivell general dins de l'àrea com una amenaça latent però no immediata. Per tant, només cal tenir-lo en compte en el cas del desenvolupament de grans infraestructures i en l'elaboració de possibles plans d'emergència.

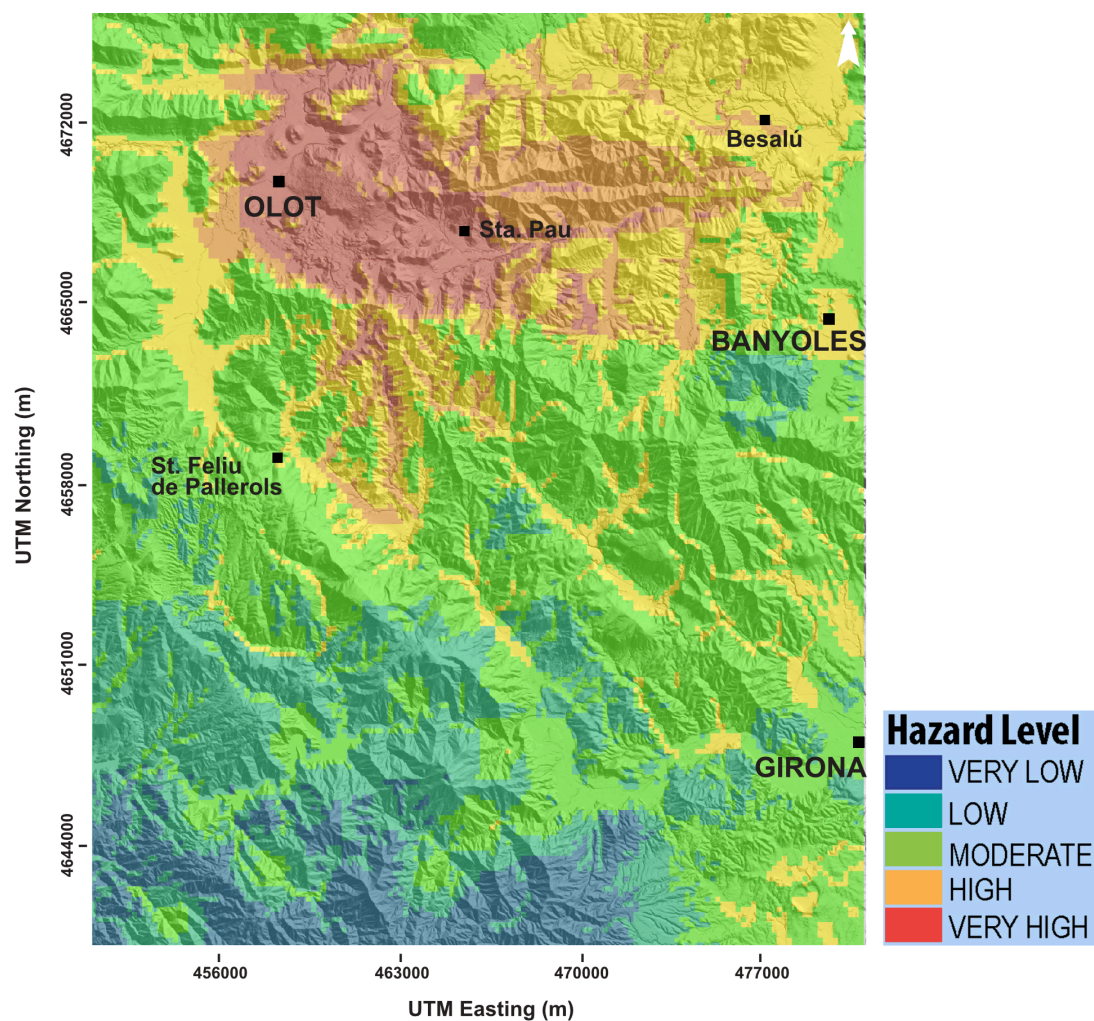


Figura 27. Mapa de perillositat volcànica al CVG¹

2.4.9 Perillositat total

Pel que fa a l'anàlisi de les interrelacions entre perills naturals (multiperill) a partir de la base de dades, s'observa que la interacció potencial entre processos naturals que comporten risc per a la població és habitual i, en alguns casos, força complexa. Moltes de les esllavissades i desprendiments catalogats durant el període d'estudi estan

directament relacionats amb episodis de pluges intenses i inundacions, la qual cosa suggereix que, en el futur, aquests fenòmens podrien produir-se amb més freqüència i intensitat si es compleixen les prediccions sobre el canvi global. Així mateix, també s'intueix una relació entre l'activitat sísmica i els desprendiments, tot i

¹ Mapa extret del treball científic realitzat per Stefania Bartolini, Xavier de Bolós, Joan Martí, Elisabeth Riera i Llorenç Planagumà, publicat l'any 2015 i disponible a: <https://www.researchgate.net/publication/276157681>
Hazard assessment at the Quaternary La Garrotxa Volcanic Field NE Iberia

que amb un cert decalatge temporal, fet que indica que els sismes actuen com a factor desestabilitzador del terreny més que no pas com a mecanisme disparador.

Les relacions causa/efecte es podran observar i quantificar millor un cop s'hagi completat tota l'anàlisi estadística de la base de dades, la qual cosa queda fora de la temporalitat d'aquest projecte. En conseqüència, els resultats s'entregaran més endavant a les autoritats competents.

A continuació, es descriuen qualitativament tres exemples d'interacció de perills naturals que s'han identificat durant el període estudiat a la Garrotxa:

1. **El temporal Glòria i les esllavissades**

Durant els dies 20, 21 i 22 de gener de 2020, una forta llevantada va afectar gran part del territori de Catalunya, especialment les zones costaneres. A la Garrotxa també es va notar el seu impacte, amb una precipitació màxima de 2.066 litres recollida a l'estació meteorològica de la Vall de Bianya durant el dia de pluja més intensa. La crescuda del riu Fluvià i de totes les rieres de la comarca va provocar inundacions generalitzades i va desencadenar altres perills, com ara esllavissades, a causa de l'acumulació d'aigua i de restes vegetals a carreteres, ponts i passarel·les, fet que va generar desestabilitzacions del terreny. Durant els dies que va durar l'episodi Glòria, es van registrar un total de 51 esllavissades.

2. **Inundació a causa d'una esllavissada a la riera d'Oix**

Durant els tallers de recopilació de fonts orals es va recollir un esdeveniment ocorregut a la riera d'Oix als anys setanta: durant unes pluges, un

talús del marge de la riera es va esllavissar, taponant el curs del riu per la seva llera habitual, el que va acabar provocant una inundació dels camps adjacents. Quan el curs natural del riu no va poder seguir el seu curs, l'aigua s'acumulà i va inundar l'entrada del poble d'Oix.

3. **Terratrèmols i esllavissades**

Un cop s'ha tingut la base de dades completada, s'ha pogut comprovar que la relació entre els terratrèmols i els moviments gravitacionals existeix. Si es compara l'ocurrència temporal entre terratrèmols i les esllavissades i els desprendiments, es pot comprovar que hi ha una relació entre ells. 6 desprendiments ocorreguts es donen en els propers dies d'haver-se produït un terratrèmol. En menor mesura, també passa amb les esllavissades, amb un total de 3, encara que la coincidència de les esllavissades amb les inundacions és molt major.

Cal tenir en compte que la sismologia té la capacitat de preparar el terreny perquè es doni un procés gravitacional, que no sempre ha d'ocórrer en les següents hores, sinó que pot desencadenar-se al cap d'un temps a causa d'una altra variable, com per exemple, les pluges.

3. Coneixement i percepció del risc natural

La percepció del risc natural fa referència a la manera com les persones entenen, valoren o interpreten la possibilitat de que es pugui donar un fenomen natural advers i les conseqüències que se'n puguin derivar.

Aquesta percepció està influenciada per factors socials, culturals, econòmics i emocionals, i pot condicionar directament el nivell de preparació, la resposta individual i col·lectiva, i l'acceptació de mesures de

prevenció i gestió del risc. Una comprensió adequada de la percepció del risc és essencial per dissenyar polítiques i accions efectives de reducció del risc i per fomentar una cultura de resiliència.

3.1 Percepció del risc a la comarca de la Garrotxa

Entendre quin és el grau de percepció del risc natural de la població de la Garrotxa aporta informació valuosa per tal de reconèixer en quines àrees de la gestió del risc cal posar-hi més atenció per tal de tenir a una població adequadament informada i que estigui preparada per actuar en cas d'una emergència per perill natural.

Per aquest fi, en el marc d'aquest Pla de Gestió, es va distribuir una enquesta anònima (veure el formulari sencer a l'Annex 4) d'un total de 16 preguntes, 9 de situació personal i 7 relacionades amb la percepció del risc, per tal de capturar quin és el grau de percepció del risc de la població de la comarca.

Les preguntes sobre situació personal van estar dirigides a recollir dades bàsiques de la persona, com ara l'edat, el gènere, el nivell de formació, la situació laboral

vigent, en quin sector treballen o han treballat, el temps de residència a la Garrotxa, el municipi de residència i si té accés a un dispositiu propi d'Internet.

D'altra banda, les preguntes més específiques sobre la percepció de gestió del risc estan dirigides a: capturar el grau de preocupació i coneixement de les persones sobre els perills naturals que poden ocórrer a la Garrotxa; el grau de confiança que tenen envers a les persones encarregades de gestionar el risc natural; i evaluar la seva pròpia capacitat de reacció i preparació en cas d'un fenomen natural advers.

Cal tenir en compte que totes les preguntes estan dirigides al context específic de la comarca de la Garrotxa per tal d'acotar aquesta percepció del risc natural al cas concret d'aquest Pla de Gestió.

Les enquestes es van distribuir tenint en compte els diferents sectors clau identificats de la comarca i que s'indiquen en la Taula 1.

Finalment, es van obtenir un total de 91 respostes, de les quals es destaquen els següents resultats (Figures 28 - 32). Per veure tots els gràfics, consultar l'Annex 5.

Taula 1 Relació de sectors representatius i exemples per a la distribució d'enquestes a la Garrotxa

Sector representatiu		Exemples per a la distribució d'enquestes
Gent gran		Entitats i casals de la gent gran de la Garrotxa
Joves		Estudiants d'instituts de la Garrotxa de classes de secundària, batxillerat, formació professional o grups de joves com ara del Centre Excursionista d'Olot
Adults en formació o cercant feina		Escola d'Adults; Oficina de Treball; Creu Roja Garrotxa; DinàmiG
Treballadors/es en actiu	Sector Salut	Hospital d'Olot
	Sector Educació i Formació	Professorat instituts Garrotxa
	Sector Indústria	Sindicats actius a la Garrotxa
	Sector Agrícola/Ramader	Pastors/es, ramaders/eres de la Garrotxa o altres professionals relacionats amb l'enginyeria forestal
	Sector Turisme/Hosteleria	Restaurants i hotels de la Garrotxa
	Sector Administració Pública	SIGMA; Consell Comarcal; Grup d'alcaldes
	Sector Gestió Emergències	Creu Roja Garrotxa; Bombers Olot; Mossos d'Esquadra; Policia Local; Agrupacions de Defensa Forestal Garrotxa
	Sector Recerca	Centre per a la Sostenibilitat Territorial (CST); Resilience Earth; Patronat d'Estudis Històrics d'Olot i Comarca (PEHOC)
	Sector Artístic	Teatre Municipal d'Olot; Escola d'Art; Escola Municipal d'Expressió
	Sector Comunicació	El Punt; TVOlot; RàdiOlot; Garrotxa Digital
Població migrant		Servei de Català d'Olot-la Garrotxa; Fundació Cepaim-Olot

Figura 28. Resultats de la pregunta “Quins dels següents perills naturals creu que podrien afectar a la comarca de la Garrotxa en els pròxims 10 anys?” de l'enquesta de percepció del risc natural.

91 respostes

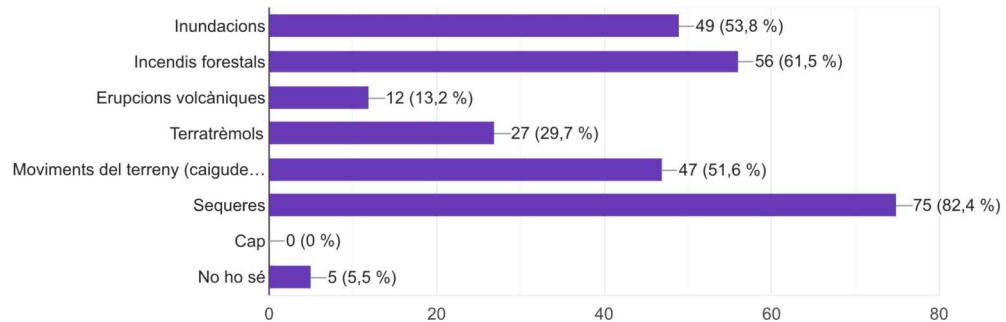


Figura 29. Resultats de la pregunta “Marqui les caselles corresponents si ha escoltat, vist o patit impactes derivats d'alguns dels següents perills naturals dins de la comarca de la Garrotxa” de l'enquesta de percepció del risc natural.

91 respostes

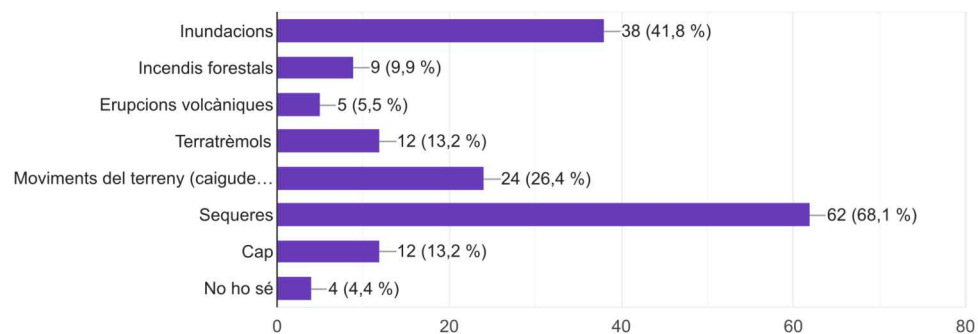


Figura 30. Resultats de la pregunta “Quin és el perill natural que més li preocupa en el context de la comarca de la Garrotxa?” de l'enquesta de percepció del risc natural.

91 respostes

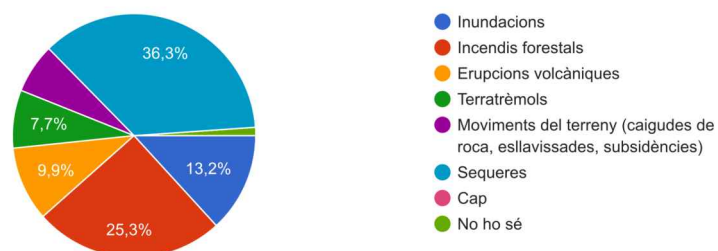


Figura 31. Resultats de la pregunta “De l'1 al 5, quin creu que és el seu grau de preparació i/o capacitat de reacció en cas que hi hagués una crisi derivada de l'impacte d'algun perill natural a la Garrotxa” de l'enquesta de percepció del risc natural.

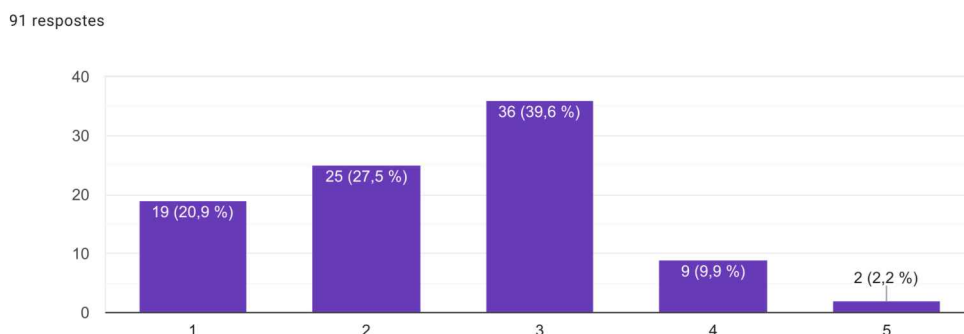


Figura 32. Resultats de la pregunta “De l'1 al 5, quin és el seu grau de confiança en les autoritats competents de la gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa” de l'enquesta de percepció del risc natural.



Les principals conclusions que se'n poden extreure són:

- El perill natural que més preocupa a la població d'estudi són les sequeres, que coincideix amb el perill natural que més han experimentat de manera directa i que creuen que més podria afectar a la comarca en els pròxims 10 anys.
- Els perills naturals relacionats amb fenòmens meteorològics (sequeres, incendis forestals i inundacions) i que, per tant, poden estar influenciats pel canvi climàtic, són els que més preocupen.
- La sensació que té la població de manca de capacitats individuals pel que fa a la preparació i/o reacció a l'hora d'actuar davant d'un perill natural a la comarca. Aquest fet dona marge a poder implementar accions destinades a ampliar el coneixement de la societat garrotxina.
- El baix grau de confiança cap a les persones que s'encarreguen de gestionar el risc. Aquests resultats confirmen que s'haurien de buscar estratègies per fer que aquesta confiança fos major, ja que en moments d'emergència és crucial que la població actuï tal i com indiquin les autoritats competents.

Pel que fa a les limitacions que té l'enquesta i que es podrien millorar si es vol fer una investigació futura, es destaquen:

- Es podria haver aconseguit un número de respostes més gran.
- En la pregunta sobre quins són els perills naturals que la població d'estudi més ha escoltat, vist o patit els seus impactes, hi ha hagut 5 persones que han marcat "Erupcions volcàniques" però es pot deure a un error en la lectura de la frase, ja que la pregunta fa referència únicament a perills naturals que hagin afectat la Garrotxa i l'última erupció a la comarca va ser fa uns 8.000 anys.
- Haver suprimit les posicions intermèdies (grau 3 en l'escala de 5) en aquelles preguntes on s'ha utilitzat una escala de valoració, ja que les persones tenen tendència a donar respostes neutres i a vegades és convenient que puntuïn més a l'alça o a la baixa per capturar millor la seva percepció.
- La pregunta sobre el grau de confiança envers els gestors del risc seria interessant haver-la separat en dues qüestions diferents: una que preguntés només sobre la capacitat de reacció dels cossos d'emergència i l'altra sobre la capacitat de presa de decisions de representants polítics. Així es podria identificar millor si hi ha algun actor concret de qui la gent desconfia més.

3.2 Necessitats en la gestió del risc

A banda de recollir informació general sobre la percepció del risc natural a la població de la Garrotxa, també es van realitzar uns tallers de formació dirigits a personal tècnic, serveis d'emergències i representants polítics. L'objectiu dels tallers va ser identificar els principals reptes i necessitats que tenen els actors més rellevants de la gestió del risc natural a la comarca i com la recerca científica pot facilitar solucions. La informació bàsica d'aquests tallers, pel que fa al dia, lloc, públic objectiu i quins actors van assistir-hi, es mostra a la Taula 2.

Taula 2 Informació bàsica del dia, lloc, públic objectiu i actors assistents en els tallers de formació del projecte

Dia	Lloc	Dirigit a	Amb l'assistència de
8 d'abril de 2024	Can Trona, La Vall d'en Bas	Personal tècnic i Serveis d'Emergències	Cos de Bombers d'Olot; Grup d'Actuacions Forestals (GRAF); Agents Rurals; Creu Roja; Policia Municipal d'Olot; Direcció General de Boscos i Medi Ambient (Generalitat de Catalunya); Protecció Civil Olot; Associació de Voluntaris de Protecció Civil Olot (AVPC); tècnica de medi ambient de l'Ajuntament de Les Preses.
9 d'abril de 2024	Can Trona, La Vall d'en Bas	Representants polítics	Alcaldies i/o regidories dels municipis: Argelaguer, Beuda, Maià de Montcal, Mieres, Olot, Les Preses, Sant Jaume de Llierca, Sant Joan les Fonts, La Vall d'en Bas, La Vall de Bianya.

Ambdós dies es va seguir la mateixa dinàmica:

1. Introducció teòrica sobre els perills naturals i contextualització dins de la comarca de la Garrotxa.
2. Grups de discussió: es van presentar tres possibles productes útils per a la gestió del risc natural: mapes, visors i informes. Mitjançant el repartiment de cartolines i notes adhesives, les persones participants van donar la seva opinió sobre els productes segons quatre criteris diferents: Ús; Format; Comprensió; Suggestències (Figures 33 i 34).

Els resultats extrets de les jornades van ser posteriorment processats en forma de taules (veure Annex 6) on s'identifiquen les necessitats concretes, es detalla si la recerca científica encarregada del projecte GarMultiRisk pot cobrir-les i s'afegeixen alguns comentaris relacionats. Aquesta metodologia s'anomena *customer map* o mapa de client i s'utilitza per tal de veure quina és la relació entre el potencial client (en aquest cas, personal tècnic, d'emergències i representants polítics) i el servei

ofert (en aquest cas, els productes en forma de mapes, visors i informes).

Algunes de les necessitats més rellevants que s'han recollit són:

- Interès per l'escala municipal més que no pas l'escala regional (Garrotxa), per tal de tenir informació més detallada i poder planificar en base a aquesta.
- Interès per aquells perills naturals relacionats amb els fenòmens meteorològics, com poden ser les ventades i les pedregades.
- Interès per disposar de mapes d'escenaris futurs i mapes de susceptibilitat.
- Importància de disposar dels productes impresos, com per exemple, els mapes, per tal de poder-los distribuir per la població i que els puguin consultar en cas que perdin l'accés a Internet o altres mitjans de comunicació davant d'un esdeveniment natural advers. En aquest sentit, cal tenir en compte que la comarca de la Garrotxa té molts nuclis disseminats.



Figura 33. Cartolina utilitzada durant els tallers de formació a personal tècnic, d'emergències i representants polítics per tal que avaluessin els tres productes (mapes, informes i visors) segons quatre criteris diferents (Utilitat; Format; Comprensió; Suggestències)



Figura 34. Participants del taller de formació completant el quadre

- Que els visors siguin interactius. En aquest sentit, cal tenir en compte el nivell d'expertesa de l'usuari.
- Tenir disponibles totes les capes possibles per tal de poder categoritzar zones de risc i tenir els punts crítics localitzats. Són exemples: la xarxa viària, els usos del sòl, les infraestructures crítiques...
- Rebre formació per l'ús i la comprensió dels productes resultants.
- Importància que els productes resultants adaptin el llenguatge segons el tipus de públic al qual van dirigits i que la informació estigui sintetitzada.
- Importància d'estandarditzar i unificar les dades rellevants, i de disposar d'eines de monitorització.
- Obtenir recomanacions per part de la comunitat científica sobre com actuar en cas d'una crisi per perill natural.
- Preferències per visors estil Google Earth, malgrat que hi ha interès per l'ús del QGIS.

En resum, i segons el processament que s'ha fet en els *customer maps*, es poden fer tres grans grups de les necessitats identificades:

1. **Necessitats que es poden oferir des del grup de recerca científica encara que no puguin ser implementades del tot dins del projecte GarMultiRisk.** Per aquesta raó, queda palès que l'abast del present projecte no és suficient per desenvolupar algunes de les peticions que, alhora, es consideren importants. En aquest sentit, es creu convenient seguir treballant pel desplegament d'una eina informàtica que permeti fer una gestió del multiperill natural de manera integrada.
2. **Necessitats que ja tenen.** Això demostra que hi ha un desconeixement d'algunes eines o recursos dels quals ja disposen. Un exemple seria: es demanava un centre coordinador comarcal ambiental, que en el cas de la Garrotxa ja queda representat en el Consorci de Medi Ambient i Salut Pública (SIGMA).
3. **Necessitats que queden fora de l'abast del grup de recerca del projecte.** Per exemple, estandaritzar les dades, unificar i monitoritzar la regió per tenir una recopil·lació constant de dades.

En termes generals, es fa una avaluació positiva de l'execució d'aquests tallers i la recollida d'aquesta informació perquè ha servit per saber quines són les necessitats dels principals actors de la gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa. Malgrat que no totes han pogut desenvolupar-se en el marc del projecte GarMultiRisk, sí que s'han fet servir com a punt de partida per redactar els diferents plans (Recerca; monitoratge; Formació; Gestió) que s'especifiquen en els següents apartats.

4. Gestió del risc natural

La gestió del risc natural hauria de ser una prioritat per a les autoritats locals, ja que té com a finalitat disminuir la vulnerabilitat de la població i les infraestructures davant fenòmens naturals com inundacions, incendis forestals, esllavissades o sequeres.

Aquesta tasca implica una gestió territorial responsable, una planificació urbanística adequada, la promoció d'accions preventives i l'educació de la ciutadania. Implementar estratègies de reducció del risc no només protegeix vides i béns, sinó que també afavoreix un desenvolupament local

més segur, sostenible i resilient davant l'emergència climàtica i els perills naturals cada cop més freqüents. En aquesta secció es presenten quatre plans diferenciats (Recerca; Monitoratge; Formació; Gestió) que indiquen el full de ruta a seguir segons l'anàlisi realitzada fins ara en el present estudi.

4.1 Pla de recerca

El Pla de Recerca que es presenta a continuació té com a finalitat establir les bases metodològiques i estratègiques per a la continuïtat de l'estudi científic realitzat en el marc del projecte GarMultiRisk, així com per a la seva eventual replicació en altres territoris de característiques similars. El seu objectiu

principal és identificar les principals llacunes de coneixement detectades durant la fase d'anàlisi multiperill i proposar línies d'investigació prioritàries que permetin aprofundir en la comprensió dels riscos naturals i millorar les eines disponibles per a la seva gestió integral i adaptativa.

4.1.1 Llacunes de coneixement detectades

Durant la realització de l'anàlisi multiperill s'han identificat diverses limitacions que condicionen tant la precisió de l'avaluació com l'eficàcia de les mesures de gestió proposades:

- **Dades històriques limitades:** Les sèries temporals d'esdeveniments naturals (inundacions, incendis, esllavissades...) sovint presenten discontinuïtats, absència de registres sistemàtics a escala local i regional o manca d'homogeneïtat.

- **Caracterització insuficient de les interaccions:** Les possibles interaccions i efectes en cascada entre diferents perills (per exemple, incendis que incrementen el risc d'esllavissades) encara no es troben completament modelitzades ni quantificades degut a la limitació anterior referent a les dades.
- **Anàlisi de recurrència i magnitud:** Existeixen incerteses importants associades a l'estimació de les freqüències de retorn, especialment per a esdeveniments extrems que, per definició, no són usals. A més, la manca de dades històriques també impossibilita fer una anàlisi completa.
- **Vulnerabilitat territorial dinàmica:** La informació disponible sobre vulnerabilitat física, social i econòmica no

sempre recull la seva evolució temporal, especialment davant els canvis ràpids derivats del canvi climàtic, del desenvolupament urbà o de la despoblació rural.

- **Limitacions en la representació espacial:** Encara que s'han generat mapes de susceptibilitat a escala comarcal, existeix la necessitat d'incrementar la resolució espacial i de refinar l'anàlisi a escala de microzones d'interès especial, com per exemple a nivell municipal.
- **Modelització dels escenaris futurs:** La integració de projeccions climàtiques regionalitzades necessita ser millorada per capturar la complexitat i la incertesa associada al futur climàtic. Aquesta limitació torna a estar estretament relacionada amb la disponibilitat de dades.

4.1.2 Necessitats de recerca futures

Per tal de superar aquestes limitacions i avançar cap a una gestió del risc natural més robusta, es proposa impulsar les següents línies de recerca:

1. **Consolidació i expansió de bases de dades locals,** mitjançant la recopilació sistemàtica i digitalització de dades històriques, observacions de camp i testimonis locals.
2. **Investigació sobre fenòmens multiperill:** Desenvolupament de models numèrics i conceptuals capaços de simular escenaris d'interacció i de seqüències de perills en cadena.
3. **Aplicació de tècniques avançades de teledetecció i SIG** per a l'actualització contínua dels mapes de

susceptibilitat i vulnerabilitat amb major resolució i precisió.

4. **Estudis de dinàmica socioeconòmica:** Anàlisi de factors com la despoblació, el turisme o l'expansió industrial i sobre com afecten l'exposició i la vulnerabilitat als perills naturals.
5. **Integració de models climàtics d'alta resolució** a l'anàlisi de tendències futures, particularment per a fenòmens de precipitació extrema i incendis forestals.
6. **Avaluació i incorporació de Solucions Basades en la Natura (SbN)** com a estratègies que complementin la infraestructura convencional de reducció de riscos.

4.1.3 Possibles col·laboracions

Per abordar aquests reptes, es recomana establir col·laboracions estables amb:

Instituts i centres d'investigació meteorològics i geològics (ex: Consell Superior d'Investigacions Científiques [CSIC], el Servei d'Avaluació i Gestió de Riscos Naturals [NRAMS-CSIC], Servei Meteorològic de Catalunya [Meteocat], Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya [ICGC], entre d'altres).

Centres d'investigació universitaris especialitzats en riscos naturals, geomorfologia i canvi climàtic (ex: Universitat de Barcelona [UB], Universitat Autònoma de Barcelona [UAB], Universitat de Girona [UdG], entre d'altres).

Xarxes internacionals d'investigació en reducció de riscos de desastres (ex: Oficina de les Nacions Unides per a la Reducció del Risc de Desastres [UNDRR], European Geosciences Union [EGU], entre d'altres).

Centres d'estudis aplicats en adaptació climàtica i desenvolupament territorial sostenible (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals [CREAF], Centre per a la Sostenibilitat Territorial [CST], Universitat Politècnica de Catalunya [UPC]).

4.1.4 Necessitat d'una segona fase i escalabilitat del projecte

Per tal de garantir l'efectivitat a llarg termini del treball iniciat, es planteja la necessitat d'una **Segona Fase** del projecte que permeti:

- Ampliar la profunditat de l'anàlisi realitzat, especialment en aspectes com la modelització de riscos compostos i l'actualització contínua de dades.
- Desenvolupar un **Sistema de Monitoratge Continu** que permeti detectar i avaluar en temps real les condicions de risc natural.
- Pilotar l'aplicació de les estratègies d'adaptació proposades en municipis concrets de la Garrotxa, com a experiència demostrativa.
- **Extrapolar la metodologia** a altres territoris de muntanya, rurals o amb alta biodiversitat, contribuint a construir un model de referència en l'àmbit català, estatal i europeu.

Aquest Pla de Recerca constitueix, per tant, una eina essencial per avançar cap a una gestió proactiva, basada en l'evidència científica i capaç d'adaptar-se a les necessitats futures en un context de canvi global.

4.2 Pla de monitoratge

El monitoratge de dades es refereix a la recopilació sistemàtica d'informació sobre diversos processos naturals, com ara dades ambientals com la temperatura, la humitat, el vent o la quantitat d'aigua, fins a dades sísmiques o associades a perills en particular.

Aquestes dades continues es poden obtenir mitjançant sensors, observacions *in situ* o tècniques remotes. Tenir dades sobre aquests factors permet entendre molt millor com funciona un determinat territori i els seus processos. La seva importància en la prevenció i gestió del risc és fonamental, ja que permet identificar canvis o anomalies en l'entorn abans que es converteixin en problemes greus, així com prendre decisions en base a la informació disponible més actualitzada. Al poder associar episodis de perill amb els seus condicionants ambientals, permet deduir quines condicions es compleixen cada cop que hi ha un registre de perill.

És així com el monitoratge ambiental és essencial per a la gestió de desastres naturals, com inundacions o incendis, ja que proporciona informació en temps real per a la presa de decisions, ajudant així a mitigar els danys i protegir les comunitats. Així mateix, sensors de monitoratge associats a cada risc en particular, com per exemple els que recullen dades sobre la cinglera de Castellfolit de la Roca, també són claus per preveure el perill i poder-se anticipar.

Actualment, la comarca disposa de diversos sensors i estacions de monitoratge instal·lats per diferents agències i entitats. En primer lloc, a la Garrotxa es compten amb quatre estacions meteorològiques en funcionament que donen informació actualitzada a diari. Dues d'elles són propietat de l'AEMET, i les

altres del METEOCAT. Les estacions de l'AEMET estan situades a La Vall de Bianya i a Les Planes d'Hostoles, i les del METEOCAT a Olot i a La Vall d'en Bas. Si bé amb anterioritat s'havien disposat de més estacions meteorològiques repartides pel territori, actualment només n'hi ha quatre que tinguin dades a temps real. Tot i així, d'aquestes estacions antigues, es poden obtenir dades dels períodes que van estar en funcionament. Aquestes estacions aporten dades de temperatura, precipitació i vent diàries, així com, temperatures màximes i mínimes, la precipitació acumulada i la velocitat i la direcció del vent en la seva mitjana i els seus valors màxims.

A banda de les estacions oficials del METEOCAT i l'AEMET, hi ha un gran nombre d'observadors meteorològics aficionats arreu de la comarca que aporten dades a les agències oficials i que recullen una gran quantitat de dades meteorològiques de la comarca.

L'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) controla certes estacions de monitoratge associades a la quantitat i a la qualitat de l'aigua, tant superficial com subterrània. Les estacions d'aforament de Les Tries (Olot) i del Pont del Llierca (Montagut i Oix), així com d'altres que queden fora comarca però que donen informació sobre els cabals circulants dels rius que travessen la comarca garrotxina, són alguns exemples.

Pel que fa als piezòmetres, que aporten dades sobre els aqüífers, hi ha una xarxa repartida per tota la comarca. Aquests tenen varis propietaris (SIGMA, Parc Natural de la Zona Volcànica, ACA). Tot i l'àmplia distribució de la xarxa de piezòmetres, no hi ha cap d'ells amb

connexió i enviament en continu de les dades.

A banda d'aquestes estacions que prenen dades ambientals, també n'hi ha d'altres. Les estacions sísmiques, propietat tant de l'IGN com de l'ICGC, estan situades a Santa Pau (Can Jordà) i Beuda. Aquestes estacions serveixen per detectar l'activitat sísmica. També es disposa d'un acceleròmetre a l'Hospici d'Olot.

També hi ha instal·lades estacions per al control del risc de despreniment a la cinglera de Castellfollit de la Roca, on hi ha varis sensors per monitoritzar com evoluciona el cingle i així preveure possibles desprendiments de roca.

Per últim, el servei de mesures de moviment del terreny, de l'ICGC, proveeix dades de moviment del terreny cada 6 o 12 dies obtingudes de les imatges radar dels satèl·lits Sentinel-1A/B de l'Agència Espacial Europea. Aquest servei permet fer monitoratge de moviments de la superfície amb precisions mil·limètriques, i així controlar alguns perills com les esllavissades o les subsidències.

En la Figura 35 (Annex 7), es mostra un mapa de totes les estacions de monitoratge identificades a la comarca de la Garrotxa.

Una de les dificultats principals a l'hora d'analitzar les dades de monitoratge de la comarca és que aquestes estan generades per diferents institucions, i cada una d'elles utilitza un format diferent. Un exemple són les dades meteorològiques, les quals provenen del METEOCAT i l'AEMET i que no fan servir el mateix format d'estructuració de les dades.

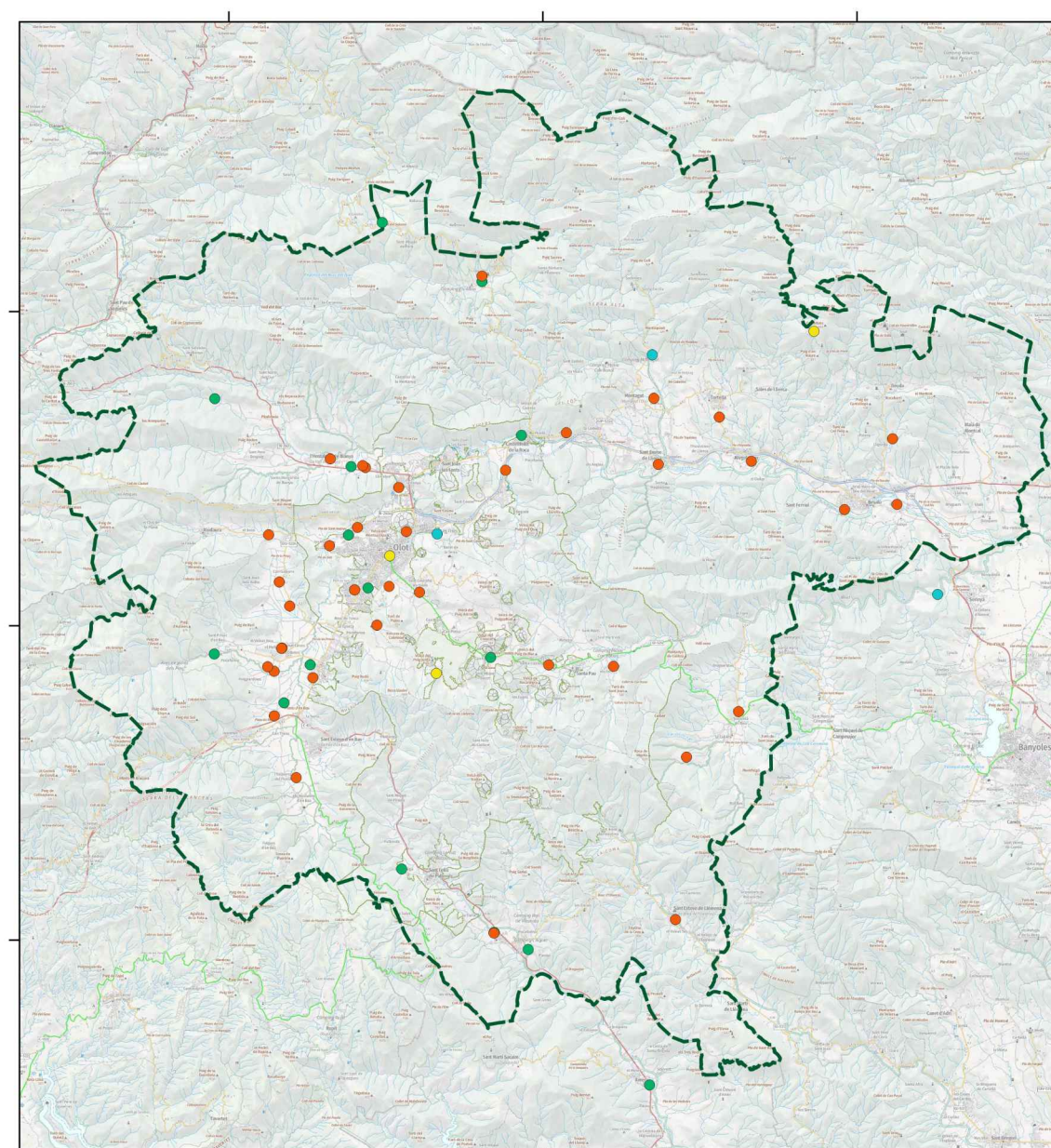
A partir d'aquesta diagnosi, es considera imprescindible avançar cap a la centralització i estandardització de la recollida de dades ambientals i de risc natural a nivell

comarcal. Aquesta centralització hauria de permetre que totes les dades provinents de sensors (pluviometria, cabals fluvials, moviments del terreny, imatges satel·litàries, etc.) estiguessin disponibles en un únic sistema o plataforma, seguint un format homogeni i compatible que faciliti el seu ús en temps real i l'anàlisi comparativa a llarg termini. Aquesta estandardització hauria de seguir l'estructura i criteris utilitzats en el present projecte, per tal de garantir la continuïtat de la sèrie històrica i afavorir la revisió i actualització periòdica de les dades en futures fases d'estudi.

Fora bo, també, que es disposessin totes les dades històriques de la comarca, el qual facilitaria l'anàlisi dels riscos ocorreguts durant el passat per tal d'entendre quines condicions són necessàries perquè es tornin a repetir.

Malgrat la xarxa existent, s'ha detectat una manca de coordinació entre diferents entitats gestores i una distribució desigual del monitoratge segons el tipus de perill, cosa que genera buits en la cobertura territorial i temporal.

A més a més, hi ha estacions que es troben operatives però que no estan en funcionament per falta de finançament. Seria necessari aportar el finançament necessari per tal de posar en funcionament les estacions meteorològiques ja instal·lades, incorporant un sistema per a poder consultar les dades a diari i en línia. En aquest sentit, caldria que les estacions de l'AEMET posessin a l'abast les dades en línia i actualitzades diàriament i que no calgués una petició per tal d'accedir a les dades.



- Estacions meteorològiques
- Piezòmetre
- ▬ Límits comarcals
- Estacions sísmiques o acceleròmetre
- Aforament del cabal del riu

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 4.2 Pla de monitoratge	0 2,5 5 7,5 km 
Font: Dades obtingudes de l'ICGC, AEMET, ACA, METEOCAT, i SIGMA Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	Amb el suport de:      En col·laboració amb:   

Figura 35. Mapa de les estacions de monitoratge a la Garrotxa: meteorològiques, sísmiques o acceleròmetres, piezòmetres i aforaments de cabal del riu

Per això, es recomana elaborar un **mapa específic** que reculli:

- La localització precisa dels sensors existents.
- Les àrees de la comarca que actualment no disposen d'una xarxa de sensors completa.
- La identificació de **necessitats addicionals de sensors**, entre les quals destaquen:

Connexió dels piezòmetres per tal de millorar l'eficiència en la recollida de dades: els diferents piezòmetres haurien de disposar d'un sistema de comunicació continu per registrar les dades.

Instal·lació de dues estacions sísmiques addicionals a la zona volcànica activa (per exemple, a Riudaura i a Sant Joan les Fonts) per a registre de terratrèmols volcànics i tectònics, per poder triangular i fer localitzacions més precises de sismes.

Instal·lació d'una xarxa de sensors de gasos o campanyes periòdiques per mesurar les emissions de radó, heli i diòxid de carboni.

Instal·lació i modernització de les estacions meteorològiques en zones on s'han detectat mancances, especialment a l'est i nord de la comarca. Incloure especialment, dades de vent, un perill natural que darrerament està representant problemes a la comarca.

Ampliació de sistemes de control de l'estabilitat de vessants mitjançant tècniques de LIDAR o monitoratge InSAR terrestre en zones de risc d'esllavissades.

Millora de l'accés d'imatges satel·litàries periòdiques i integració d'anàlisi anual de l'evolució del territori, en particular en zones de canvis d'usos del sòl, urbanització o desforestació.

Finalment, es proposa realitzar una revisió comparativa dels models de monitoratge implementats en altres regions amb característiques similars per extreure bones pràctiques aplicables a la Garrotxa.

Aquesta comparativa permetria adaptar tècniques de monitoratge avançades i estratègies de gestió de dades ja provades amb èxit en altres territoris de muntanya.

4.3 Pla d'educació

Aquest pla d'educació en riscos naturals proposa quatre línies formatives adaptades a diferents col·lectius: l'educació formal, la població en general, les autoritats locals i els personal tècnic i gestor del risc. L'objectiu és proporcionar els coneixements i les eines necessàries perquè cada grup pugui actuar de manera informada i eficaç davant possibles situacions de risc, contribuint així a una societat més segura i preparada.

4.3.1 Proposta formativa per a l'educació formal

L'educació formal o reglada inclou l'ensenyament oficialment reconegut que s'imparteix en els centres escolars i instituts. En el currículum que guia els diferents nivells d'aprenentatge a la Garrotxa es distingeix entre primària i secundària.

A primària, els alumnes podrien treballar el tema dels riscos naturals dins l'àrea de *Coneixement del Medi natural, social i cultural* i l'àrea de *Sabers*, concretament es podria incloure dins de *Cultura científica, tecnologia i digitalització* i *Societats i territoris*. En l'actualitat, no es tracten els riscos naturals de manera concreta però s'esmenta la relació entre la societat, els elements geològics de l'entorn i les dinàmiques terrestres.

A secundària, es dona matèria sobre riscos naturals en el bloc de geologia de 4t curs (optativa). En aquest cicle escolar es podria incloure treballar conceptes com ara la perillositat, la vulnerabilitat, l'exposició, els riscos volcànics i per inundacions, la gestió de plans d'ordenació i sistemes d'alerta existents.

Actualment, els centres educatius de la Garrotxa no tenen cap proposta formativa sobre riscos naturals adaptada al currículum, però s'han començat a proposar xerrades optatives extracurriculars a les

escoles d'Olot per part de persones voluntàries de protecció civil.

A partir de la informació recollida, es recomanen les següents accions:

- Incloure en el currículum escolar matèria de riscos naturals, tant a primària com secundària.
- Formar en matèria de perills geològics al personal docent a través d'un programa formatiu dels Serveis Educatius de la Garrotxa coorganitzat pel Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.
- Proposar una activitat de riscos naturals per a alumnes de 4t d'ESO.

4.3.2 Proposta formativa per a la població en general

Aquest apartat fa referència a les activitats formatives que no s'inclouen dins de l'educació reglada, fent especial èmfasi a la població adulta.

Es proposen les següents accions:

- Oferta de sortides i xerrades organitzades per les entitats socioculturals que formin part de la xarxa *Visc entre Volcans*.
- Oferta de sortides i xerrades pels municipis de la comarca per tal d'explicar els perills geològics propers i amb l'objectiu que siguin el més territorialitzades possible per tal que les persones estiguin ben informades i sàpiguen com actuar.

4.3.3 Proposta formativa per a les autoritats locals

En aquest sentit es proposen un conjunt de xerrades per ampliar el coneixement sobre la identificació i gestió dels riscos naturals, centrant-se en les següents temàtiques:

- Riscos naturals: dinàmica i afectació sobre el territori.
- Prevenció i anticipació als riscos naturals.
- Resposta davant els impactes causats per riscos naturals.
- Legislació vigent en la gestió dels riscos naturals.

4.3.4 Proposta formativa per a personal tècnic i gestor del risc

Es proposa la realització d'un curs d'especialització sobre l'avaluació i gestió de riscos naturals que abordi la reducció del risc natural en un context marcat per la complexitat, la incertesa i la dinàmica del canvi global.

El curs hauria de posar especial atenció en la necessitat d'adoptar un enfocament multirisc per fer front a diferents

tipologies de perills naturals (inundacions, erupcions volcàniques, terratrèmols, tempestes, esllavissades, incendis, etc.), tenint en compte les interaccions entre aquests i els factors socioeconòmics i ambientals. En el marc de la situació actual de canvi global, cal reflexionar sobre com aquest fenomen intensifica la vulnerabilitat i l'exposició, alhora que ofereix l'oportunitat de repensar estratègies i

polítiques de mitigació. Caldria posar un èmfasi especial en l'aplicació d'estratègies integrals i col·laboratives, basades en la resiliència, la planificació territorial, la previsió i la sensibilització ciutadana.

D'altra banda, cal tenir en compte les solucions viables per millorar la capacitat d'adaptació i reduir el risc a llarg termini. L'objectiu és demostrar que, tot i que la reducció del risc natural representa un repte complex, és una tasca possible si s'aborden de manera coordinada els aspectes ambientals, socials, polítics i econòmics.

4.4 Pla de gestió

La gestió del risc natural és un procés integral que té com a finalitat reduir les vulnerabilitats del territori, minimitzar els impactes dels perills naturals i protegir les persones, els ecosistemes i els béns materials. Aquest pla descriu el cicle complet de la gestió del risc, entenent-lo com un procés dinàmic i cíclic que integra quatre fases fonamentals: la prevenció, la preparació, la resposta o actuació en cas d'emergència i la recuperació post-emergència.

L'objectiu és dissenyar estratègies de resiliència adaptades a les característiques específiques del territori analitzat, que permetin anticipar-se als riscos, actuar de manera eficaç durant els episodis crítics i accelerar la recuperació posterior de manera sostenible.

En el cicle de la gestió del risc, Protecció Civil és l'òrgan principal que s'encarrega de protegir les persones, els béns i el medi ambient davant de situacions de greu risc col·lectiu derivades de catàstrofes i calamitats públiques, tal i com s'indica a la llei

Els objectius específics del curs serien:

- Conèixer les característiques principals dels processos que generen els perills naturals (controls físics, recurrència, etc.).
- Conèixer els mètodes d'estudi per a fer una avaluació completa del multiperill natural.
- Bones pràctiques per aplicar l'avaluació de la perillositat a llarg termini en la planificació territorial, el disseny de plans d'emergència, les accions preventives i la presa de decisions.

4/1997, de 20 de maig. Per tal d'assolir aquest objectiu s'apliquen els següents principis:

1. Solidaritat en l'assumpció de riscos i danys.
2. Responsabilitat pública i autoprotecció.
3. Proximitat i immediatesa de l'acció pública.
4. Integració de plans i recursos.

L'acció pública en matèria de protecció civil té com a finalitats bàsiques:

1. La previsió de riscos greus, entesa com a anàlisi objectiva d'aquests i la seva localització en el territori.
2. La prevenció, entesa com el conjunt d'actuacions encaminades tant a la disminució dels riscos com a la seva detecció immediata, mitjançant vigilància.

3. La planificació de les respostes davant les situacions de greu risc col·lectiu i les emergències, i també l'estructura de coordinació, les comunicacions, el comandament i el control dels diferents organismes i entitats que actuen en aquestes respostes.
4. La intervenció per a anul·lar les causes i pal·liar, corregir i minimitzar els efectes de les catàstrofes i les calamitats públiques.
5. El restabliment dels serveis essencials i la confecció de plans de recuperació de la normalitat, en els termes establerts per la Llei.
6. La preparació adequada de les persones que pertanyen als grups d'intervenció.
7. La informació i la formació de les persones i els col·lectius que puguin ésser afectats per riscos, catàstrofes i calamitats públiques.

La llei 4/1997 també indica que les actuacions de Protecció Civil es poden dividir en tres fases:

1. Previ a l'emergència.
2. Durant l'emergència.
3. Posterior a l'emergència.

Aquesta Llei, fa especial incís en l'acció ja sigui prèvia o durant la pròpia emergència, però no té tant en consideració les actuacions de prevenció, essencials per pal·liar els efectes dels perills.

A nivell de planificació, els plans definits poden ésser territorials, especials i d'autoprotecció. Tots els plans de protecció civil han d'estar coordinats i integrats de manera eficaç per a donar resposta a les situacions de risc col·lectiu greu, a les

catàstrofes o a les calamitats que es produeixen.

Els **plans territorials** preveuen amb caràcter general les emergències que es poden produir en l'àmbit respectiu. Els nivells bàsics de planificació són el conjunt de Catalunya i els municipis. No obstant això, hi pot haver plans d'àmbit territorial supramunicipal si les característiques especials dels riscos o dels serveis disponibles ho aconsellen.

Els **plans especials** estableixen les emergències generades per riscos concrets, la naturalesa dels quals requereix uns mètodes tècnics i científics adequats per a avaluar-los i tractar-los. Són objecte de plans especials les emergències produïdes pels riscos d'inundacions, sísmics, químics, incendis forestals i volcànics i altres que determini el Govern.

Els **plans d'autoprotecció** preveuen, per determinats centres, empreses i instal·lacions, les emergències que es poden produir com a conseqüència de la seva pròpia activitat i les mesures de resposta davant situacions de risc, catàstrofes i de calamitats públiques que els poden afectar.

La gestió del risc no és un procés estàtic: ha d'estar subjecte a una revisió i actualització constants a partir de l'experiència acumulada, les noves dades disponibles i els canvis en el context ambiental, social o econòmic.

4.4.1 Prevenció

Objectiu: Minimitzar els riscos abans que succeeixin els perills.

La prevenció fa referència al conjunt de mesures adoptades o previstes en un territori amb la finalitat d'evitar o disminuir els riscos derivats d'un procés natural.

La integració de la fase preventiva dins la gestió de les emergències és una condició fonamental per garantir l'eficàcia de les actuacions orientades a reduir els riscos.

Per tal de fer-ho possible, cal elaborar, implantar i aplicar plans específics que defineixin l'estructura organitzativa, les responsabilitats, les funcions, les pràctiques, els procediments, els processos i els recursos necessaris per abordar aquesta tasca de manera efectiva.

A la Garrotxa hi ha diversos plans de prevenció a escala comarcal. Els més importants són:

- Pla de gestió del risc d'inundacions a la comarca de la Garrotxa
- Pla de prevenció d'incendis forestals de la comarca de la Garrotxa (PPIF)

A una escala territorial més petita, destaca el Pla d'Infraestructures Estratègiques d'Incendis Forestals (PIEIF) per a l'Espai Natural Protegit de l'Alta Garrotxa.

Les actuacions preventives recollides en aquests plans es plantegen a partir de diversos escenaris probabilístics, des dels quals s'estableixen mesures destinades a minimitzar els impactes dels riscos sobre la població, les infraestructures i el medi natural.

Cada vegada més, aquests plans de prevenció s'elaboren des d'una perspectiva

multisectorial, ja que les actuacions sobre el territori impliquen múltiples administracions i diversos agents, en funció de l'escala i del tipus de risc. Un clar exemple d'aquesta multidisciplinarietat és la redacció del PIEIF, en què han intervingut més de 15 administracions i organismes durant el procés d'elaboració.

El treball conjunt en la redacció de documentació estratègica com aquesta es basa en tres pilars fonamentals:

1. Consens sobre les actuacions a dur a terme.
2. Coneixement mutu entre els diferents agents implicats.
3. Coneixement dels processos d'execució de les infraestructures.

Recomanacions:

- **Identificació de riscos:** Realitzar estudis per identificar els perills naturals a la zona (inundacions, incendis, esllavissades, etc.).
- **Planificació territorial:** Evitar la construcció en zones d'alt risc i promoure solucions basades en la natura, com ara la restauració d'ecosistemes.
- **Cultura preventiva:** Fomentar la consciència pública i les mesures proactives a nivell comunitari.
- **Accions proactives:** Desenvolupar programes de reducció de riscos i millorar la infraestructura per minimitzar l'exposició als perills.

4.4.1.1 Mapes de perillositat individual i vulnerabilitat

L'elaboració de mapes de perillositat proporciona informació a llarg termini sobre l'ocurrència dels perills naturals i contribueix a una planificació territorial adequada al context, un element clau de la fase de prevenció.

En el cas de la Garrotxa, s'han elaborat els mapes de perillositat per a cada perill a partir del mapa de susceptibilitat corresponent i del registre de dades històriques del fenomen natural concret.

Seguidament, aquests mapes de perillositat s'han superposat a tres capes d'infraestructures diferents, que inclouen informació sobre alguns dels principals elements crítics de la regió, amb l'objectiu de representar-ne la vulnerabilitat del territori:

1. Vies de comunicació i centres industrials.
2. Xarxa de subministrament.
3. Centres públics.

En aquesta secció, només es mostra un mapa de perillositat superposat a un mapa d'infraestructures per a cada perill (Figures 36-41). La resta de mapes de perillositat i de vulnerabilitat es troben als Annexos 8 i 9 respectivament.

Cal destacar que aquests mapes només reflecteixen una vulnerabilitat de caràcter qualitatiu, centrada en l'exposició relativa d'aquests elements davant de zones amb diferents nivells de perillositat. És a dir, indiquen on coincideixen elements crítics amb àrees potencialment perilloses, però no quantifiquen el grau de mal que podrien patir. La quantificació de la vulnerabilitat —tant en termes econòmics (cost de reparació, interrupcions de servei) com

socials (afectació a la població, pèrdua de funcionalitat, impactes en cadena)— queda fora de l'abast d'aquest projecte, ja que requeriria anàlisis més complexes, com ara avaluacions específiques de danys, estudis de resiliència i models d'impacte sectorials.

En conseqüència, els mapes presentats aquí s'han d'interpretar com a eines preliminars de diagnòstic i priorització, útils per a la planificació, però no com a estimacions detallades de conseqüències davant l'ocurrència dels perills analitzats.

Figura 36. Mapa de perillositat d'inundacions de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta)

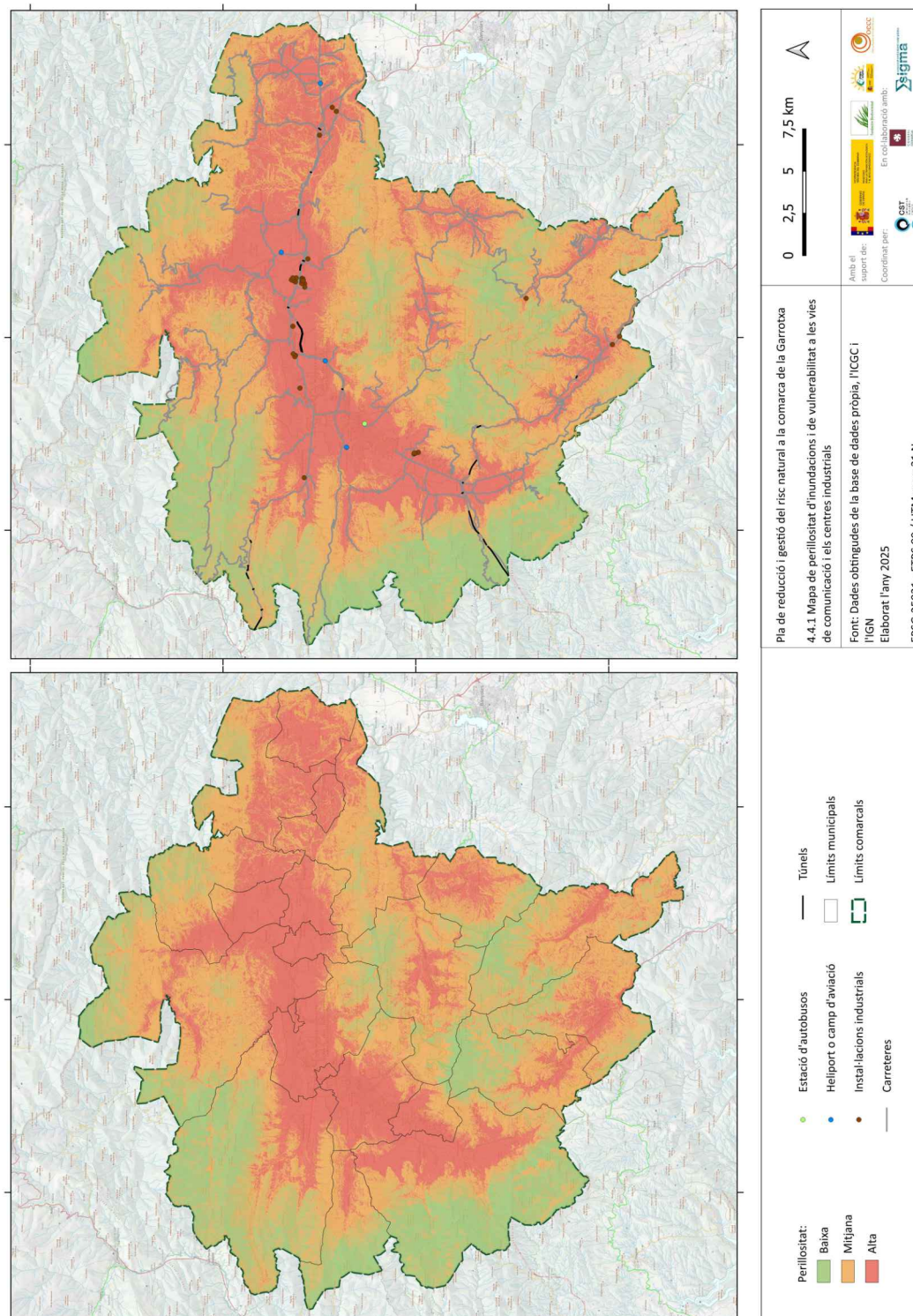


Figura 37. Mapa de perillositat d'esllavissades de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta)

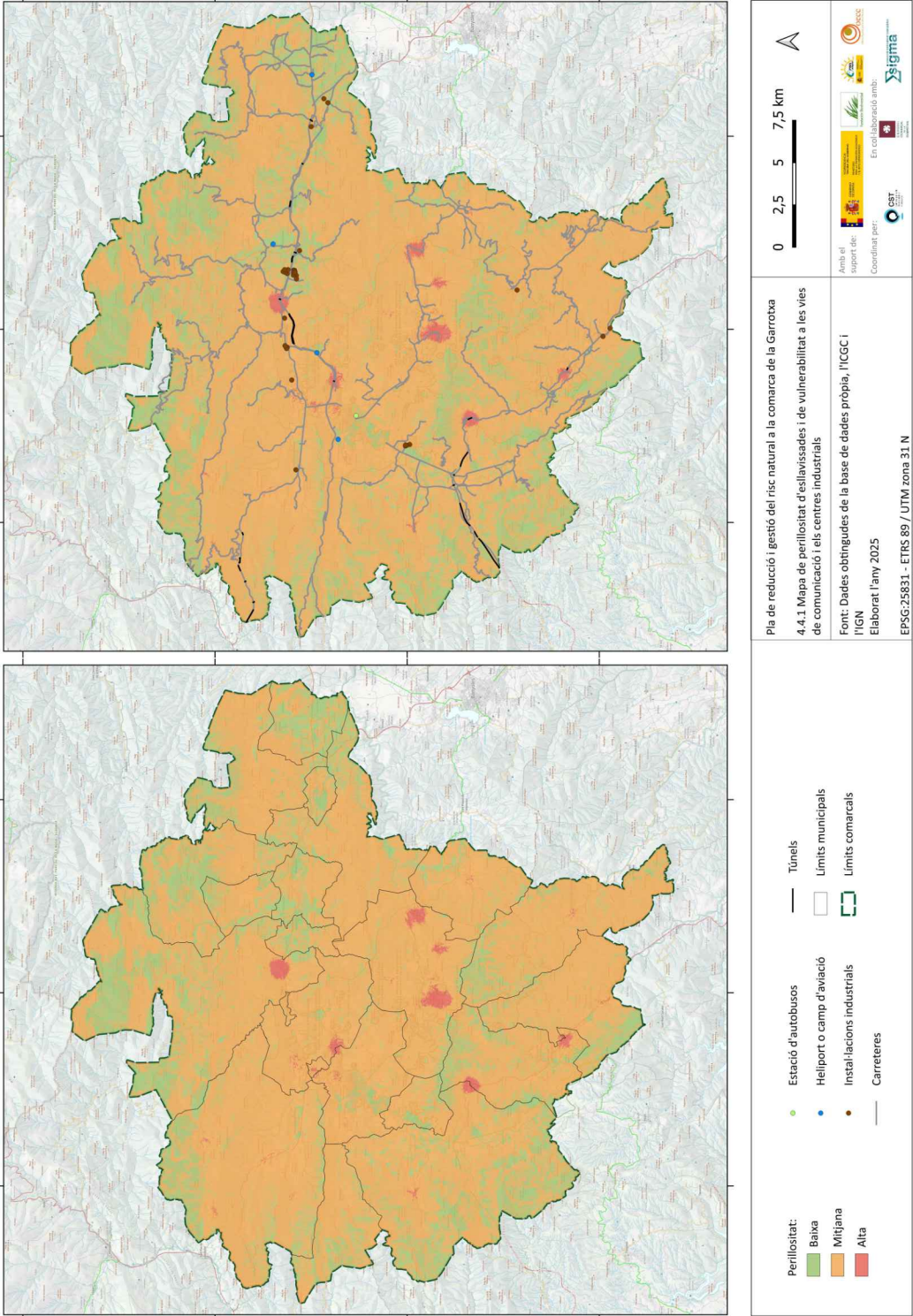


Figura 38. MMapa de perillositat de despreniments de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta)

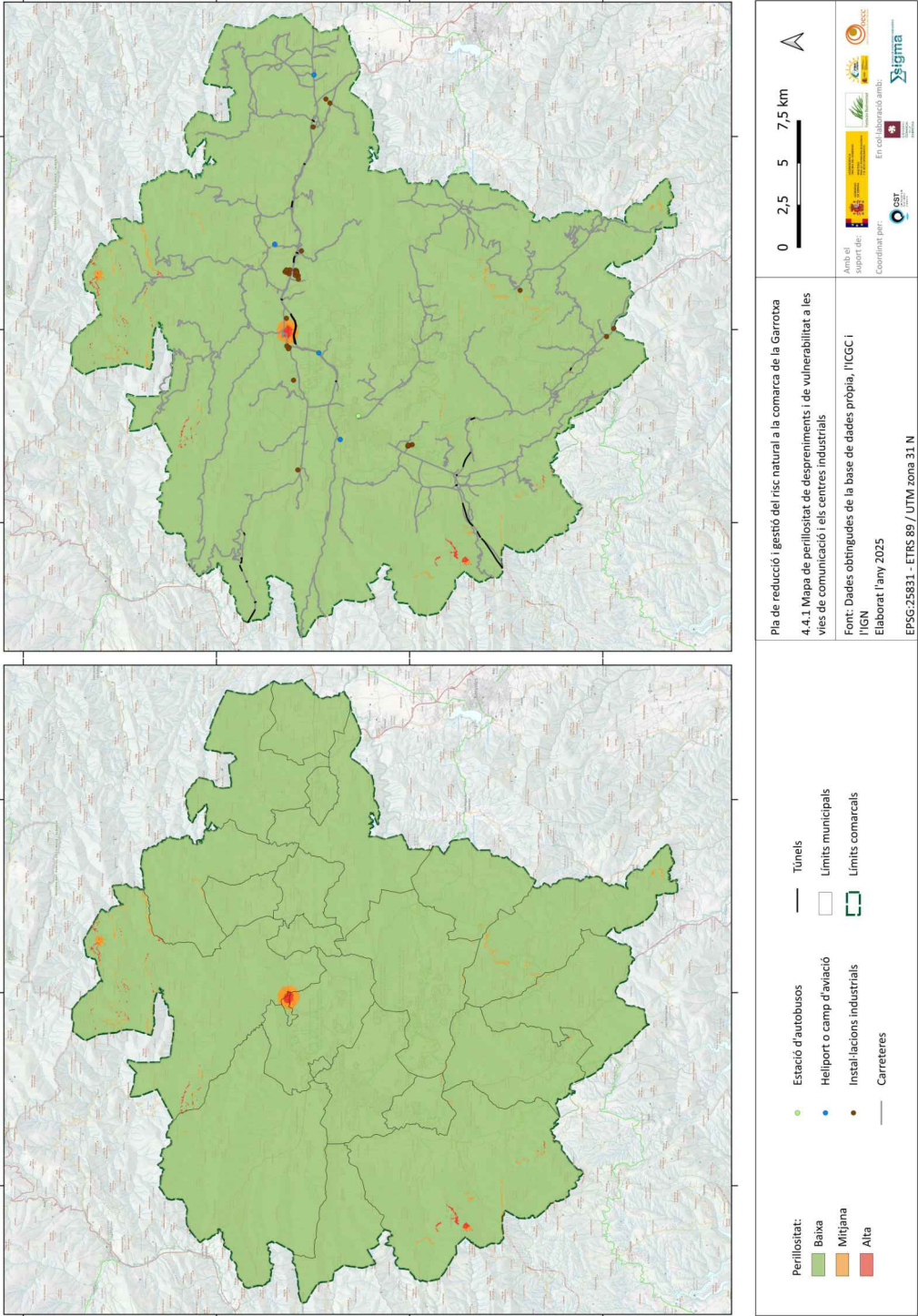


Figura 39. Mapa de perillositat d'incendis forestals de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta)

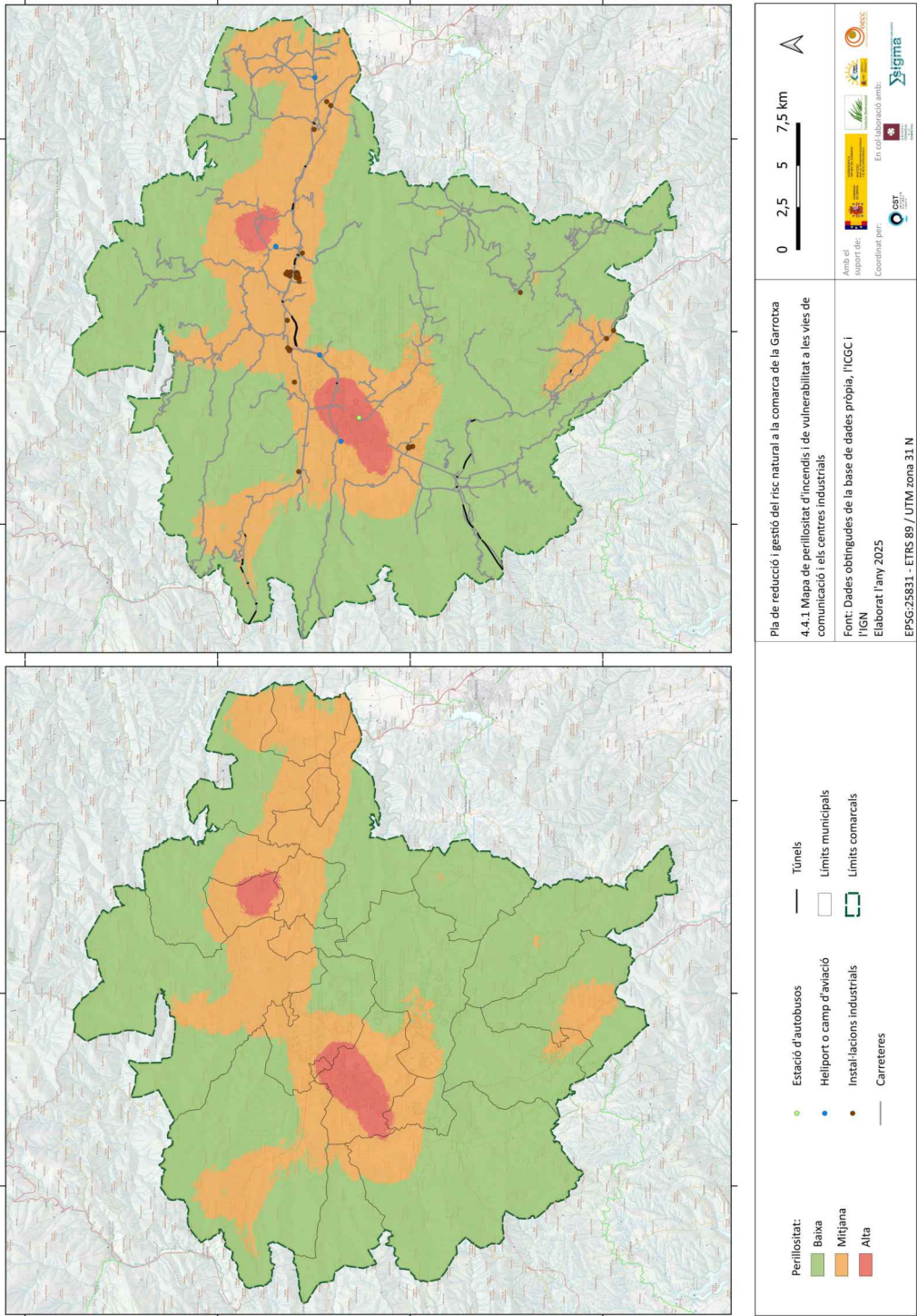


Figura 40. Mapa de perillositat de terratrèmols (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta)

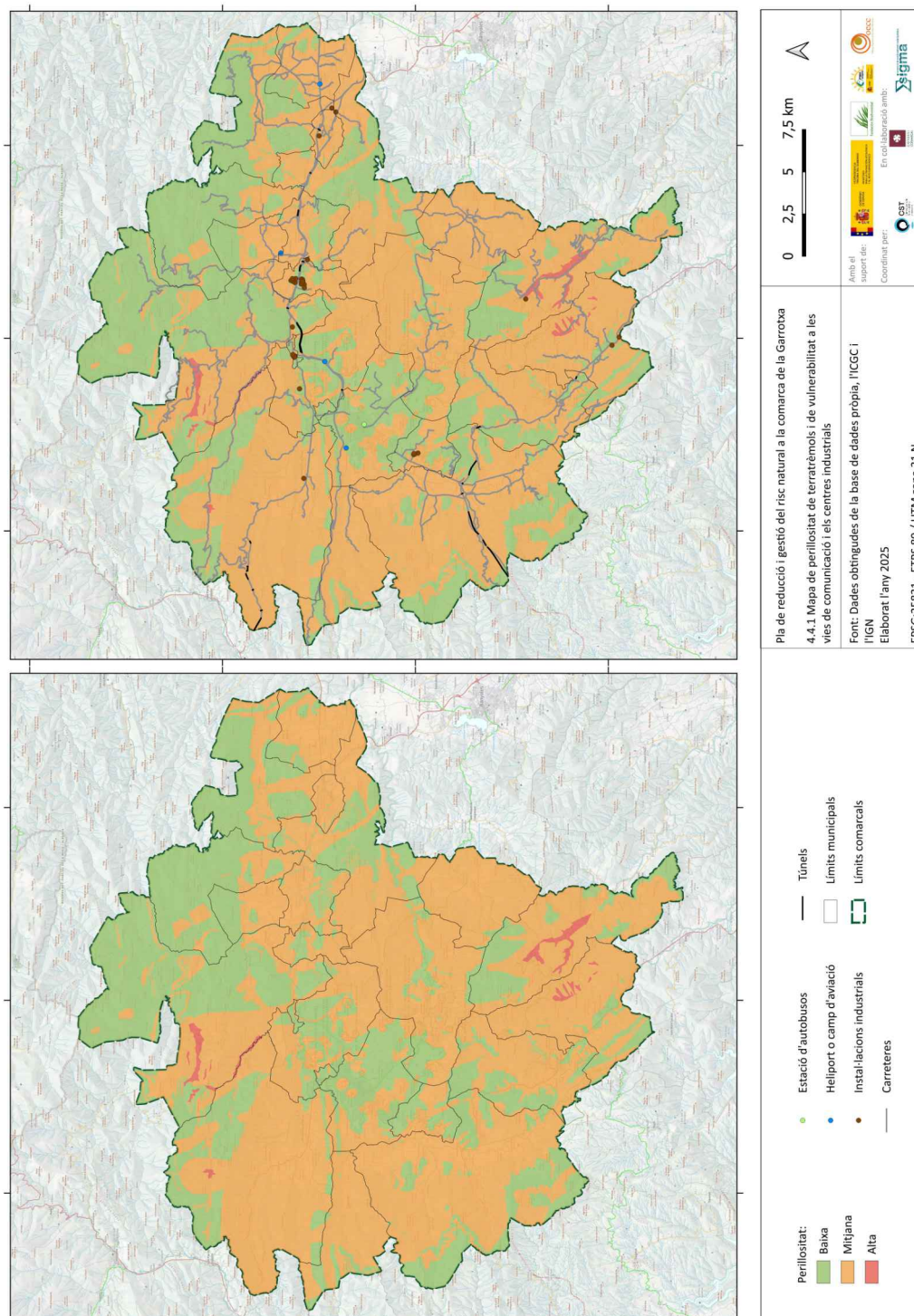
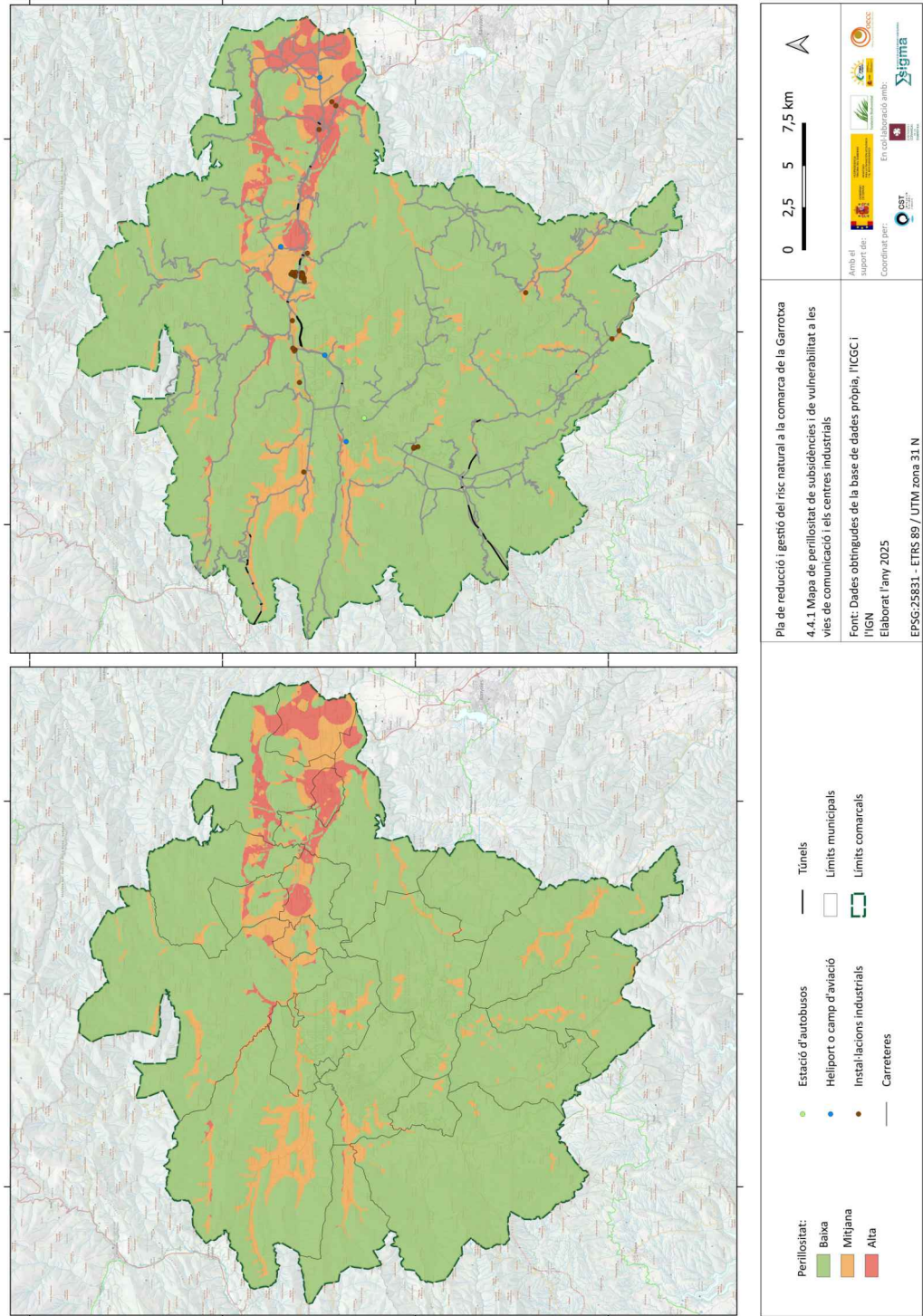


Figura 41. Mapa de perillositat de subsidències de la Garrotxa (esquerra) juntament amb el mapa de vulnerabilitat de les vies de comunicació i dels centres industrials (dreta)



4.4.1.2 Mapa de perillositat total

A continuació, es presenta el mapa de perillositat total de la zona d'estudi (Figura 42 i Annex 8).

S'han tingut en compte només els perills naturals dels quals s'han recollit dades (inundacions, terratrèmols, subsidències, esllavissades, incendis i desprendiments de

roca) i s'ha realitzat a partir de la superposició dels mapes de perills individuals. Per tant, en aquelles zones on es superposin més d'un perill són les zones que apareixen amb perillositat més alta. En aquest mapa no s'han tingut en compte les interrelacions entre perills naturals ni l'impacte potencial (mapa de risc).

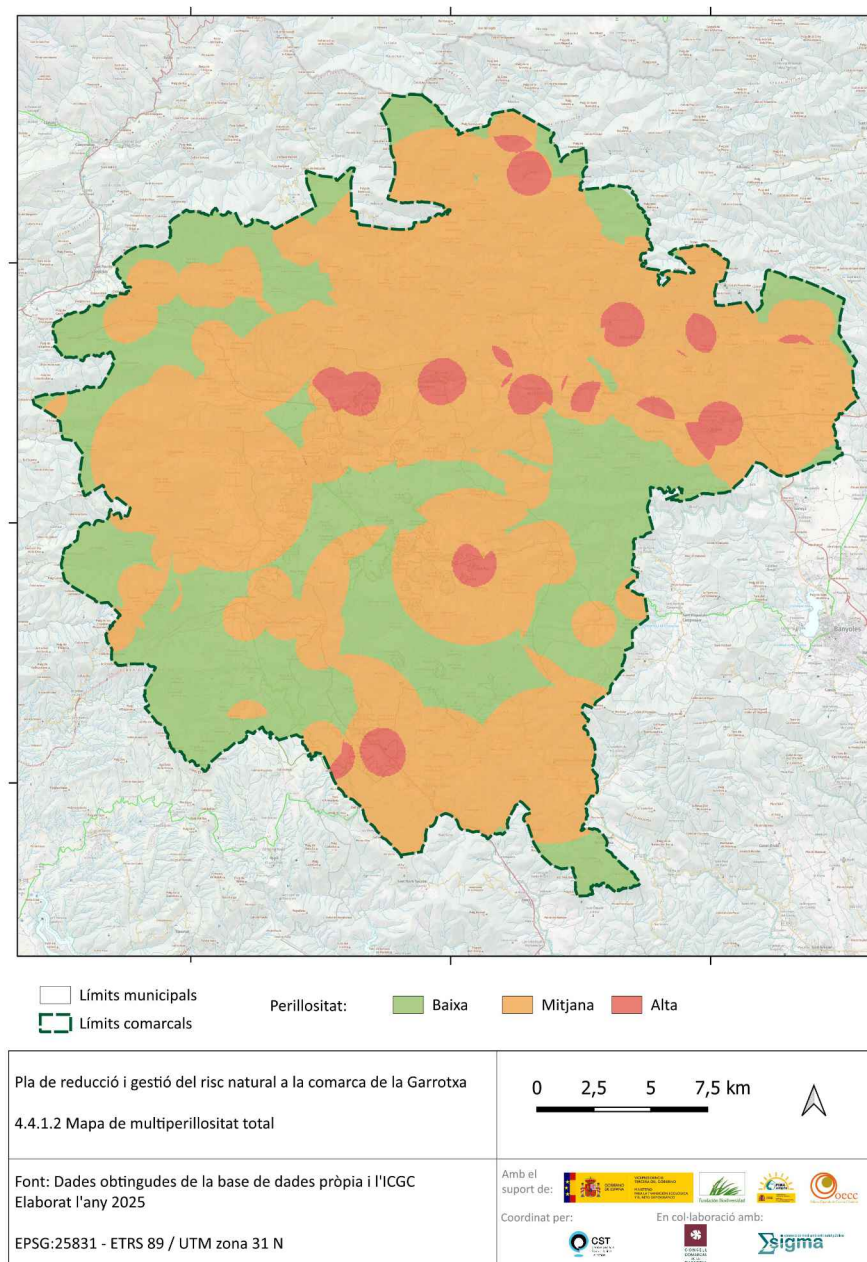


Figura 42. Mapa de perillositat total de la Garrotxa (inundacions, esllavissades, desprendiments, incendis forestals, terratrèmols i subsidències)

4.4.1.3 Mapes de susceptibilitat segons el canvi climàtic

Per als perills naturals que depenen de variables meteorològiques, és important tenir en compte l'evolució del canvi climàtic per poder ajustar adequadament les mesures de prevenció.

En aquest pla de gestió només s'han elaborat mapes de susceptibilitat incorporant el canvi climàtic per a dos dels perills naturals analitzats: els incendis i les inundacions. Això es deu al fet que les dades disponibles al visor AdapteCCa només inclouen informació sobre temperatura i precipitació. Com que aquestes variables no intervenen en el càlcul de la susceptibilitat de la resta de perills, aquests no s'han tingut en compte en aquesta part de l'estudi.

Per a cada perill natural (incendi i inundació) s'han generat 3 mapes de susceptibilitat segons l'evolució del canvi climàtic a curt, mitjà i llarg termini, a partir de les dades de precipitació i temperatura recollides al visor AdapteCCa.

Per als mapes d'incendis, ens vam descarregar les dades de nombre de dies de temperatura superior als 20 °C, els quals afavoreixen les condicions per a l'inici d'un incendi. L'evolució d'aquesta dada pels tres períodes de projecció ens marca com canviarà la susceptibilitat dels incendis, que en moltes àrees de la Garrotxa passarà a augmentar-se.

Per a inundacions, vam escollir el pronòstic de precipitació màxima en 24 hores, el que té relació amb les inundacions, ja que el volum de pluja que pot caure en poc temps ho condiciona. Contràriament al que passa amb els incendis, aquesta dada no ens ha modificat gaire la susceptibilitat futura, ja que les projeccions de precipitació màxima quasi no es veurien

alterades, segons la font de dades esmentada. Per una banda, les variacions entre el curt i el llarg termini són només de 3 litres, i si considerem que la precipitació no és un dels factors que més condiciona l'àrea inundada, ha resultat uns mapes de susceptibilitat d'inundacions futures molt similars.

A continuació, només es mostren els mapes de curt i llarg termini (Figures 43-44). Per veure'n la resta, consultar l'Annex 10.

Figura 43. Mapa de susceptibilitat d'incendis de la Garrotxa segons pronòstics futurs de canvi climàtic a curt termini (2011-2040) (esquerra) i llarg termini (2071-2100) (dreta)

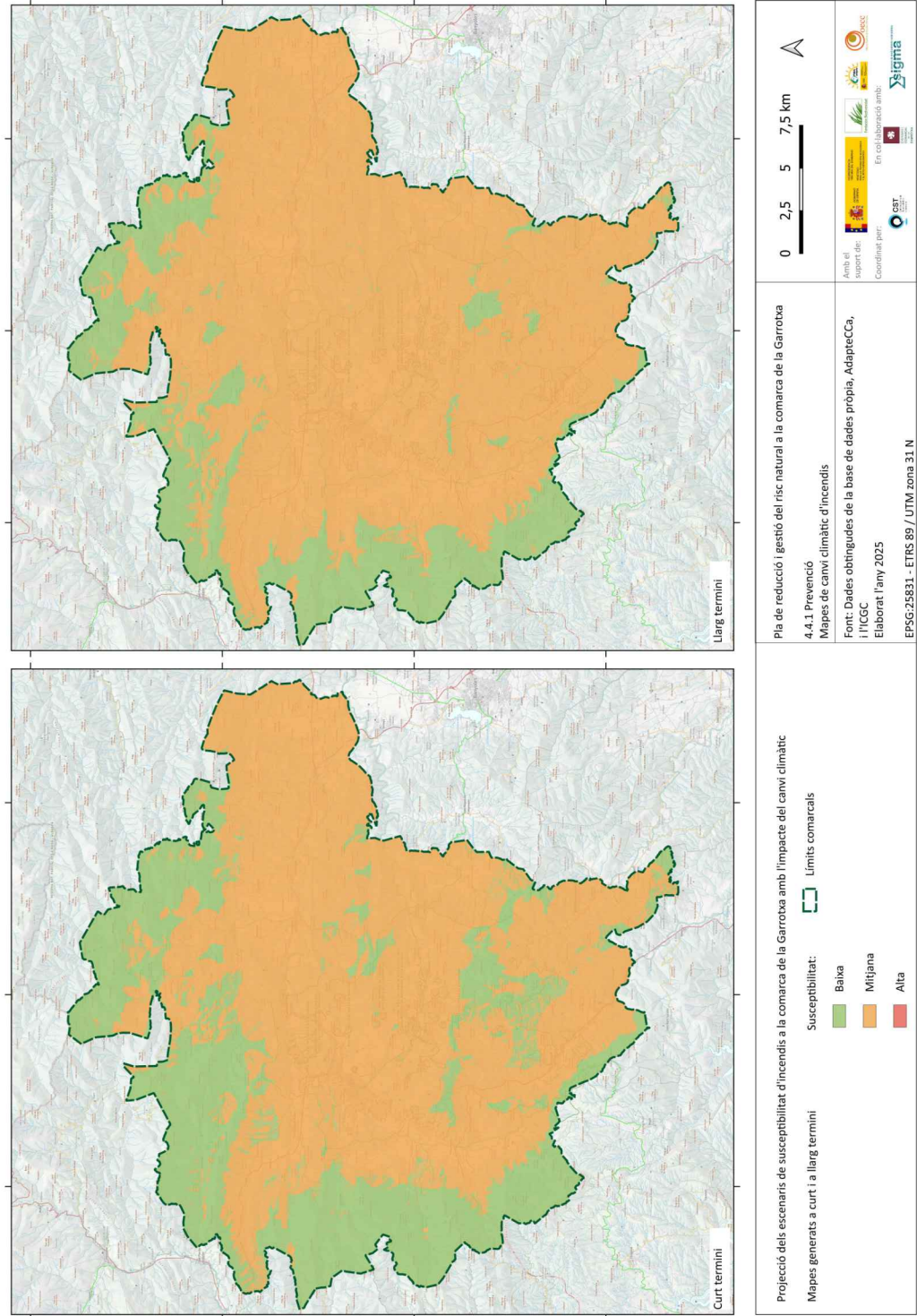
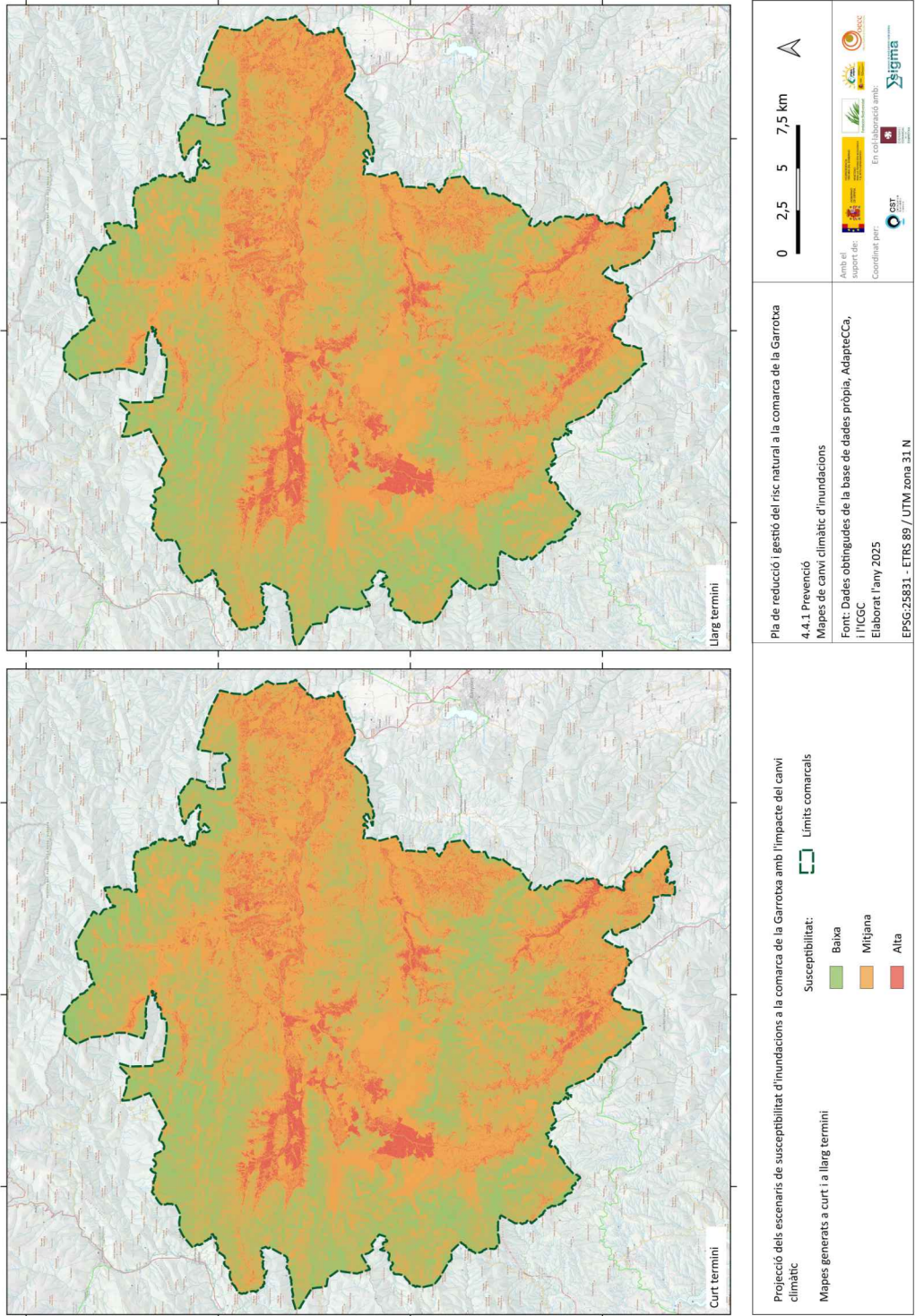


Figura 44. Mapa de susceptibilitat d'inundacions de la Garrotxa segons pronòstics futurs de canvi climàtic a curt termini (2011-2040) (esquerra) i llarg termini (2071-2100) (dreta)



4.4.2 Preparació

Objectiu: Establir bases sòlides per a una resposta eficient.

La preparació implica establir les bases per a una resposta eficaç davant dels perills naturals mitjançant l'elaboració de plans i la creació de mecanismes d'alerta. No es tracta només de respondre de manera immediata, sinó de planificar amb temps per garantir una reacció organitzada i eficient quan es presenti un perill. Per aquest motiu, pot entendre's com una part de la prevenció o com una fase que es solapa amb aquesta mateixa.

Hi ha dos tipus de plans de protecció civil municipals:

- Pla d'actuació municipal per cada risc concret (anomenats riscos especials). Cada pla especial d'emergències de la Generalitat estableix quins municipis tenen l'obligatorietat de disposar del pla d'actuació municipal.
- Pla bàsic d'emergència municipal que és de caràcter multirisc i serveix per als riscos que no disposen de cap pla d'actuació municipal.

Els municipis han de tramitar els seus plans mitjançant el document únic de protecció civil municipal (DUPROCIM) que ha d'incloure, com a mínim, tots els plans de protecció civil municipals pels quals el municipi té l'obligació d'acord amb els corresponents plans especials d'emergències de la Generalitat. També pot incloure altres plans especials si tenen la recomanació de fer-los.

El Decret 155/2014, de 25 de novembre, pel qual s'aprova el contingut mínim per a l'elaboració i l'homologació dels plans de protecció civil municipals i s'estableix el

procediment per a la seva tramitació conjunta, descriu quines característiques han de tenir els municipis perquè sigui obligatòria per a ells la redacció d'aquests documents. En el cas de la comarca de la Garrotxa, els 21 municipis entren en els diferents supòsits marcats pel Decret i, per tant, tots ells han de disposar del DUPROCIM.

L'estructura mínima del DUPROCIM és:

Document 1. Generalitats i organització municipal.

Document 2. Anàlisi de risc.

Document 3. Vulnerabilitat municipal.

Document 4. Procediments operatius de risc.

Document 5. Fitxes d'actuació

Document 6. Directori telefònic i catàleg de mitjans i recursos.

Document 7. Cartografia específica.

A més, molts dels ajuntaments de la comarca han incorporat diferents annexes amb protocols d'actuació específics per a diferents riscos, sobretot nevades i ventades, així com un annex amb la identificació de les masies i dels seus residents com a elements vulnerables del municipi en cas d'emergència. Aquests protocols d'actuació específics definits en cadascun dels municipis ajuden a actuar de manera ràpida i eficient en cas d'emergència.

La tipologia de municipis de la comarca, principalment municipis petits o molt petits, impliquen que hi ha un gran coneixement del funcionament municipal per part de les alcaldies. La definició d'aquests protocols d'actuació, a banda d'agilitzar la intervenció, també són essencials quan no hi ha la figura de l'alcalde present al municipi i algun dels càrrecs electes ha de prendre el seu rol.

Recomanacions:

- **Anàlisi de llarg termini:** Utilitzar la informació obtinguda durant la fase de prevenció per planificar la preparació amb temps.
- **Sistema de monitoratge:** Instal·lar i mantenir sensors de monitoratge per obtenir dades en temps real sobre clima, cabals, moviments de terreny, etc.
- **Sistema d'alertes:** Assegurar-se de que existeixi un sistema d'alerta primerenca actiu i accessible a la població. No només el sistema ES-Alert gestionat per Protecció Civil sinó també disposar d'un sistema de monitoratge propi que incorpori aquestes alarmes.
- **Protocols d'actuació:** Definir uns protocols clars i provats per a l'emergència. Assegurar-se que siguin coneguts per totes les parts implicades.
- **Simulacions d'emergència:** Fer exercicis regulars per posar a prova l'eficàcia dels protocols i sistemes.

4.4.2.1 Escenaris a curt termini

La preparació és també la fase del cicle de gestió del risc que correspon al període comprès entre l'emissió de l'alerta per l'ocurrència d'un perill natural i l'impacte pròpiament dit. En aquesta etapa, resulta útil executar escenaris de simulació in situ, que permeten obtenir informació rellevant sobre la possible ocurrència i evolució del perill en concret tot utilitzant dades actualitzades en temps real provinents de les xarxes de monitoratge.

En aquest apartat del pla de gestió es donen exemples de possibles escenaris de simulació per a quatre perills naturals diferents: els incendis, els terratrèmols, les inundacions i les erupcions volcàniques.

1) Incendis

Els càlculs dels escenaris de simulació d'incendis s'han realitzat amb el model Cell2Fire.

Pel que fa als punts d'ignició escollits, el procediment s'ha fet de la següent manera: prenent com a base el registre històric dels punts d'ignició de la comarca, s'ha generat un mapa de calor (*Kernel Variable Distribution*) que ha permès generar un punt central en aquelles zones amb més concentració d'incendis. En conseqüència, s'han identificat 3 punts geogràfics a partir dels quals s'han

generat els escenaris de simulació (Figures 45-46 i Annex 11): un a l'Alta Garrotxa, l'altre a les rodalies d'Olot, i un al sud de la comarca.

A partir de cada un dels punts s'ha simulat l'avenç del foc segons quatre escenaris possibles: vent mitjà i humitat moderada; vent alt i humitat moderada; vent mitjà i humitat baixa; i vent alt i humitat baixa.

Cal tenir en compte que en aquestes simulacions no s'ha inclòs la intervenció dels cossos d'emergència.

Figura 45. Mapa de situació dels escenaris de simulació d'incendis realitzats per la Garrotxa segons diferents nivells de vent i humitat (esquerra) i representació de l'escenari 1 (dreta)

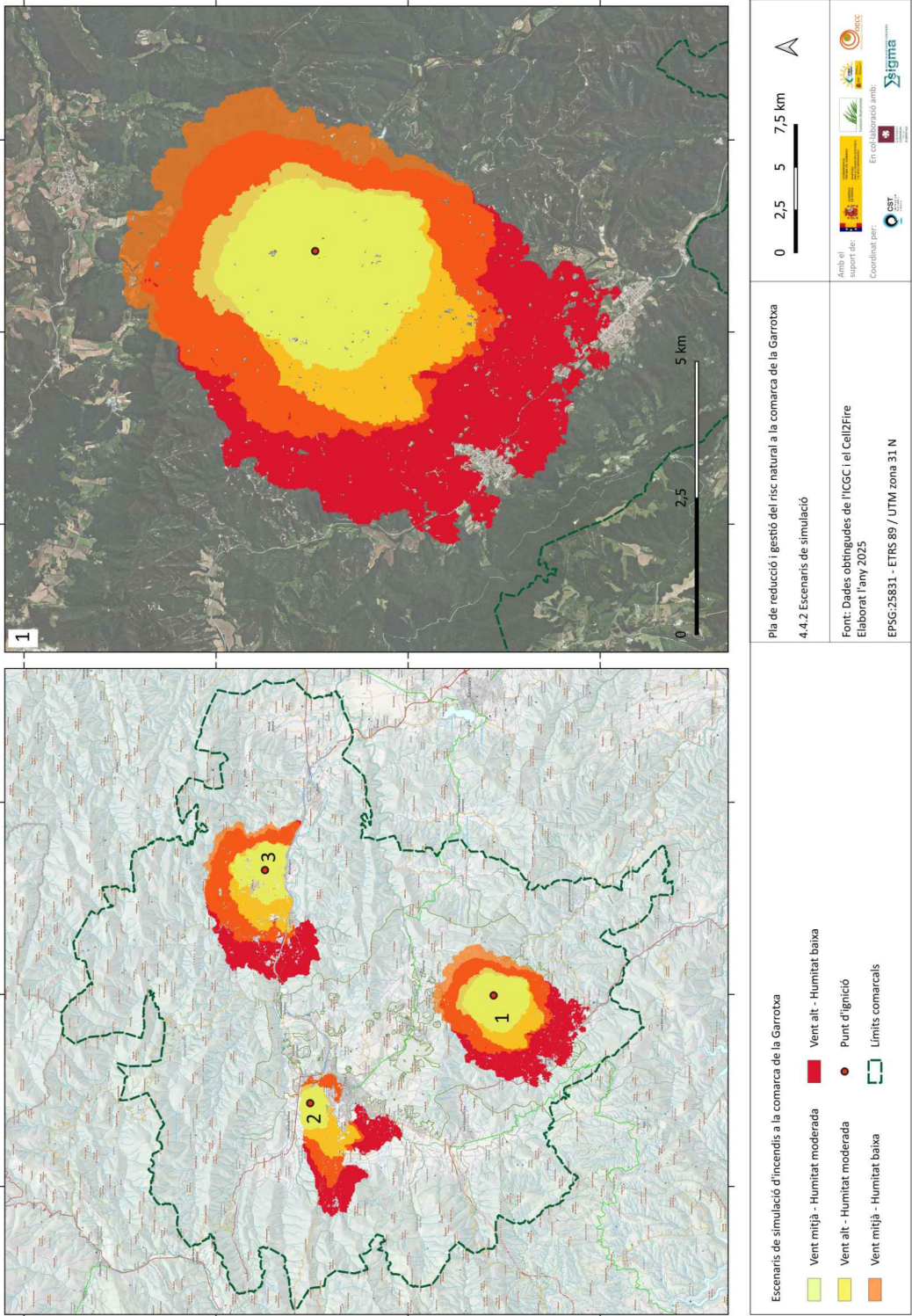
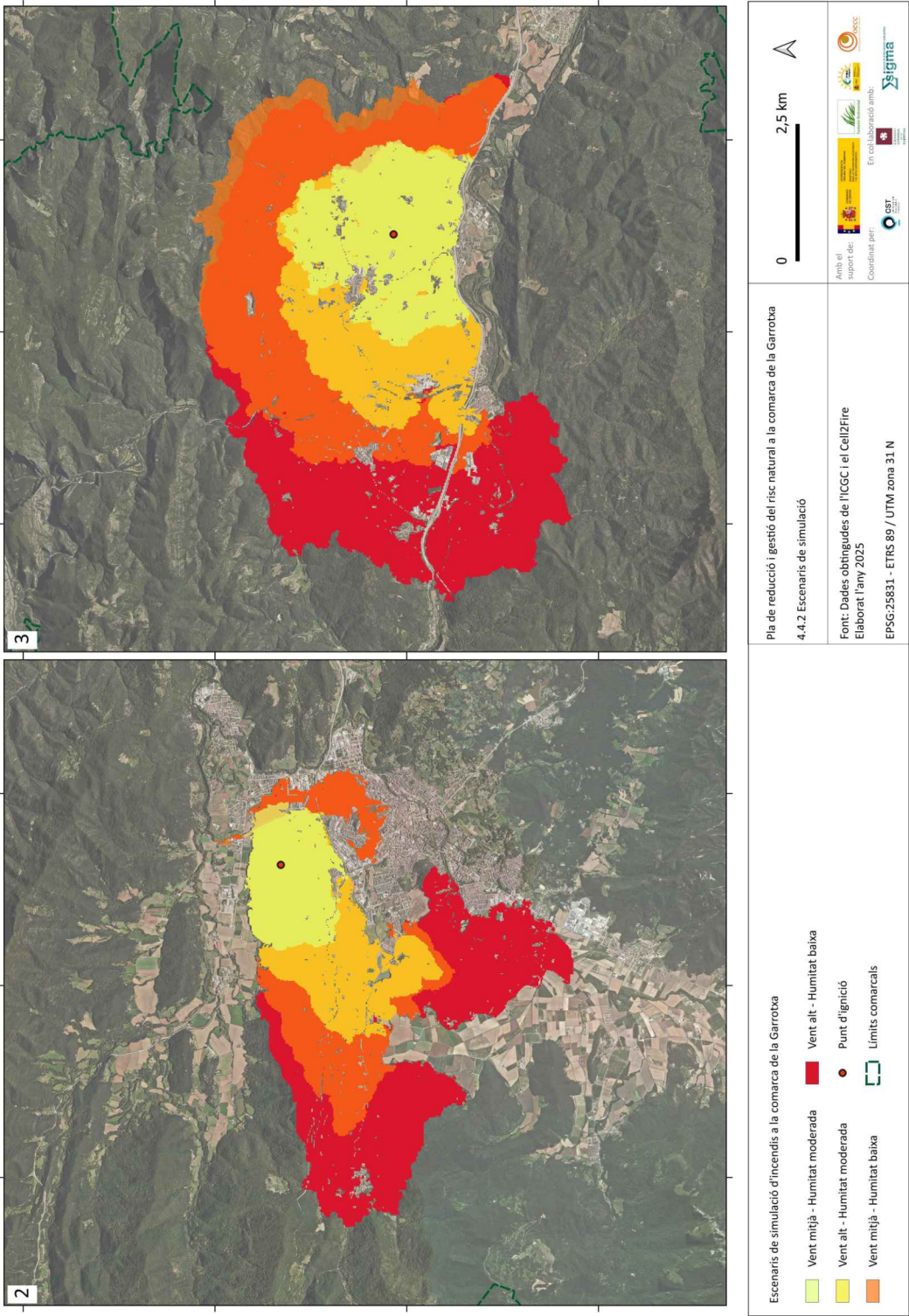


Figura 46. Representació de l'escenari 2 (esquerra) i 3 (dreta) de simulació d'incendis a la comarca de la Garrotxa segons diferents nivells de vent i humitat



2) Terratrèmols

S'han realitzat dos escenaris de simulació de terratrèmols, utilitzant el mateix epicentre (punt d'origen del terratrèmol):

1. **Sisme màxim:** s'ha pres com a referència el sisme de magnitud local major (3,4) ocorregut a la Garrotxa durant el període estudiat.
2. **Sisme promig:** s'ha calculat la moda (o escenari més recurrent) a partir dels valors de magnitud local de la base de dades de terratrèmols. El valor obtingut ha estat de 0.4.

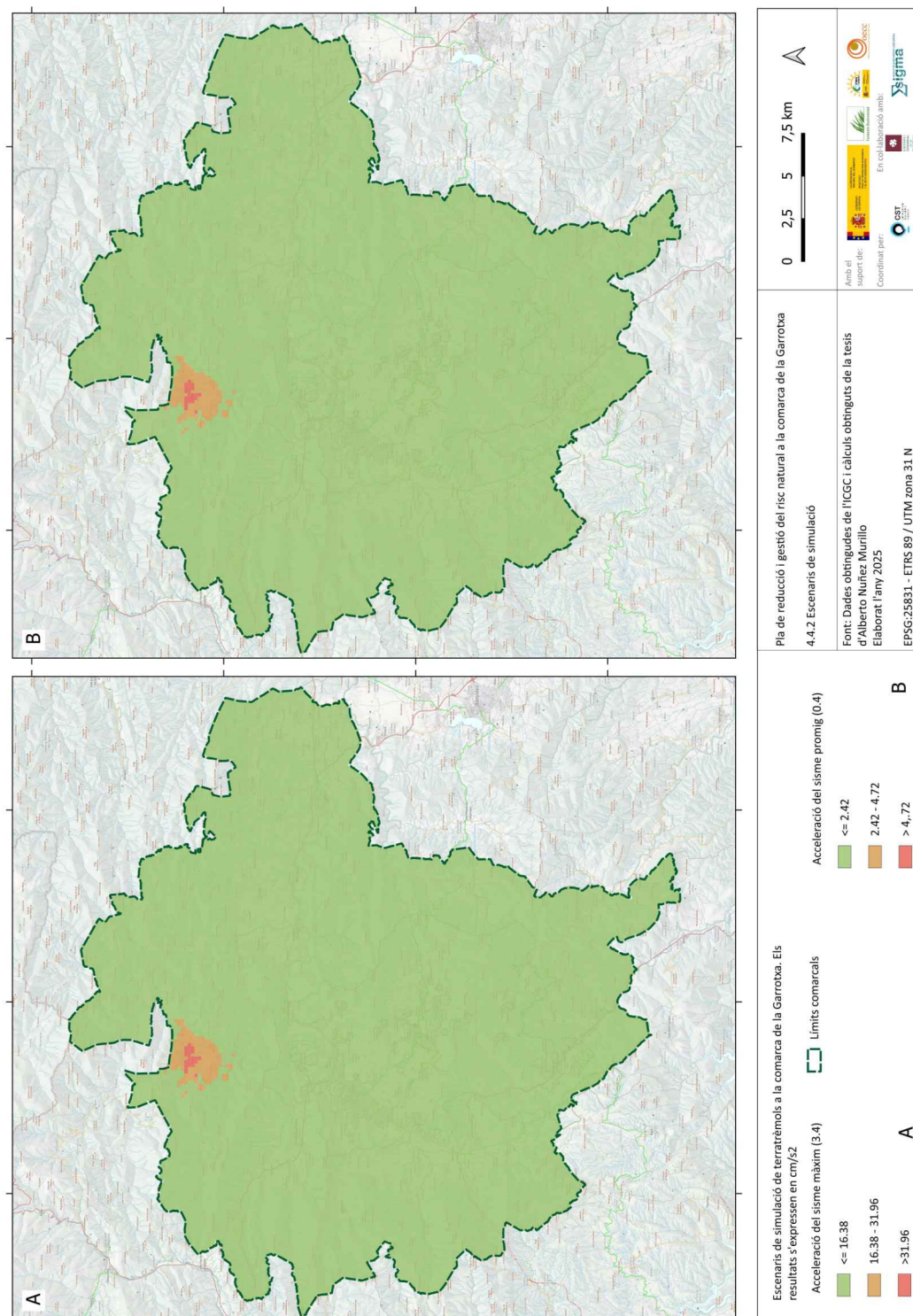
L'epicentre (o origen del terratrèmol) utilitzat per a fer córrer les simulacions s'ha calculat a través d'una estimació de densitat per nucli (*Kernel Density Estimation*), que ha permès identificar la zona de la comarca amb major concentració d'esdeveniments sísmics. A partir d'aquest punt geogràfic s'han generat els escenaris de simulació per a cada cas per tal de poder comparar entre els dos mapes resultants quina és l'acceleració sísmica màxima, expressada en cm/s², que pateix el terreny (Figura 47 i Annex 11).

Adicionalment, també s'ha generat el mapa de sacsejament del terreny (Figura 48 i Annex 11), o *shakemap* en anglès, considerant una magnitud del moment (Mw) de 3.21, que correspon al terratrèmol històric de major intensitat registrat a la zona.

Per tal de generar aquest mapa, s'ha assumit una distància zero a l'epicentre en cada punt del territori. Això ha permès representar el màxim valor d'acceleració sísmica esperable en cada punt del mapa, sense definir un epicentre concret ni calcular les distàncies epicentrals reals. En conseqüència, cal tenir en compte que els valors d'acceleració del terreny (*Peak Ground Acceleration* - PGA, en anglès) ob-

tinguts són aproximats, i que l'objectiu principal és analitzar les diferències relatives entre zones, més que no pas el valor absolut en si. Això permet identificar quines àrees són més susceptibles davant l'impacte d'un terratrèmol.

Figura 47. Escenaris de simulació de terratrèmols a la comarca de la Garrotxa prenent com a referència el sisme màxim registrat en el període estudiat (1900-2023) i de magnitud local 3,4 (esquerra) i el sisme promig de magnitud local 0,4 (dreta)



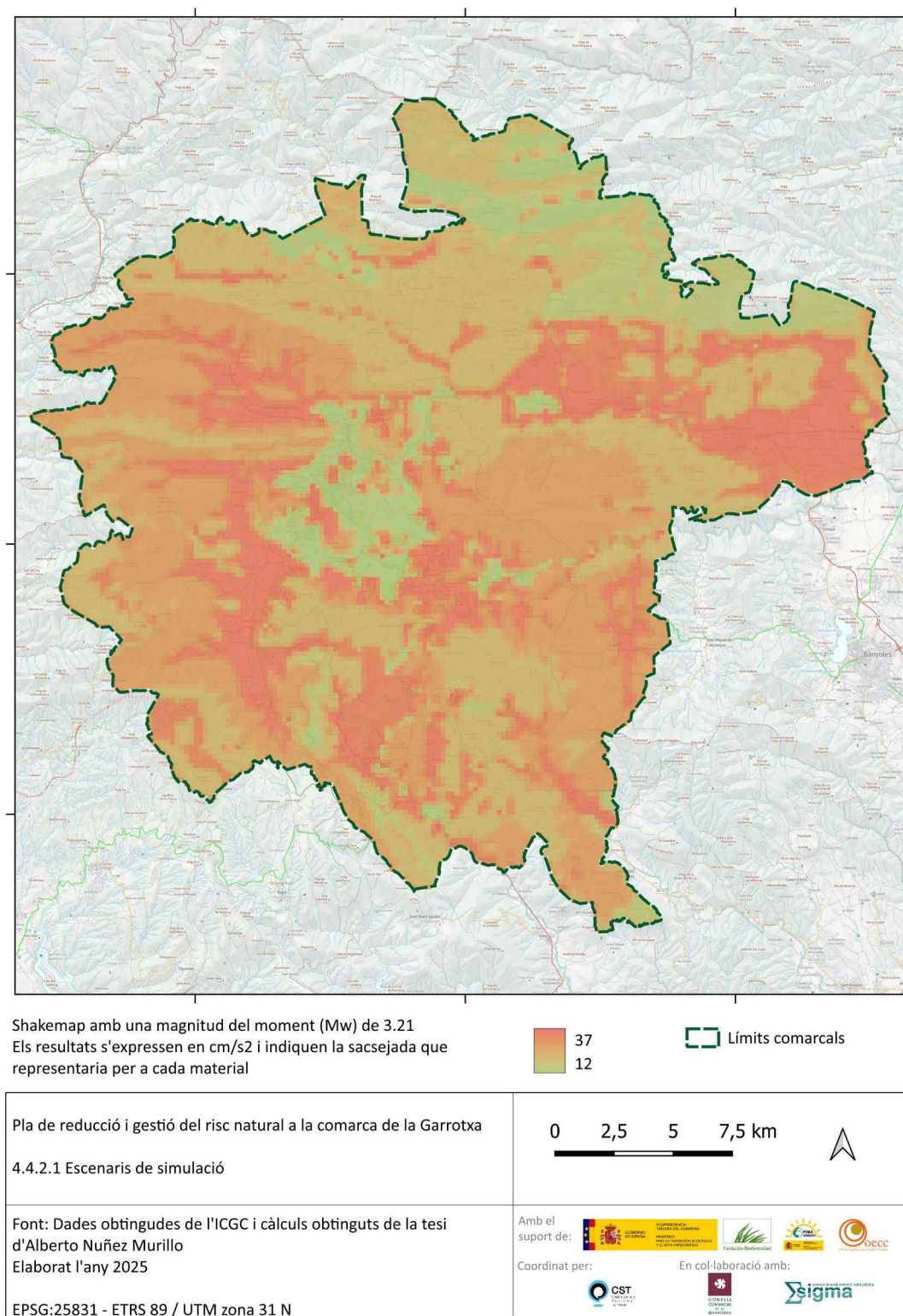


Figura 48. Mapa de sacsejament del terreny (o *shakemap*) de la Garrotxa, que mostra l'acceleració que pateix el terreny davant d'un sisme de magnitud del moment (Mw) de 3,21. Els resultats són en cm/s²

3) Inundacions

Els escenaris de simulació d'inundacions s'han dut a terme amb el programari d'IBER. Per tal de definir aquests escenaris, s'ha seleccionat la zona de pas del riu Fluvià entre les Tries (Olot) i Sant Joan les Fonts perquè es disposa d'un registre d'inundacions complet i d'una estació d'aforament propera que dona dades del cabal del riu.

S'han simulat dos escenaris diferents:

1. **Escenari promig:** s'han pres els valors de la mitjana del cabal constant (0,579 m³/s) dels últims 16 anys, obtinguts de l'estació d'aforament de l'ACA situada a les Tries.
2. **Escenari del temporal Glòria:** s'han pres les dades de cabal registrades durant els dies que va ocórrer.

Els resultats obtinguts han estat els que es mostren en les Figures 49 i 50 (Annex 11) i s'expressen en termes de calat (metres - m).

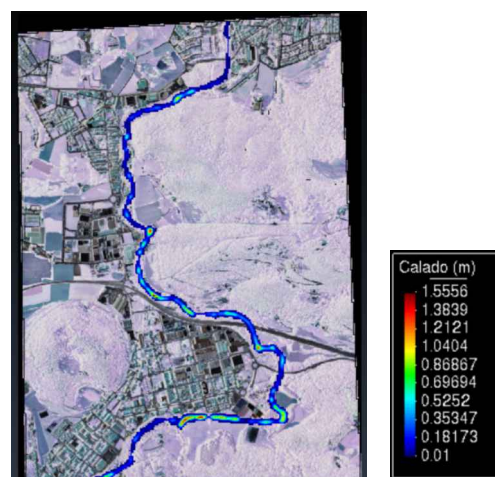


Figura 49. Escenari promig de simulació d'inundacions a la zona de pas del riu Fluvià entre les Tries (Olot) i Sant Joan les Fonts expressat en calats (profunditat de l'aigua en metres)

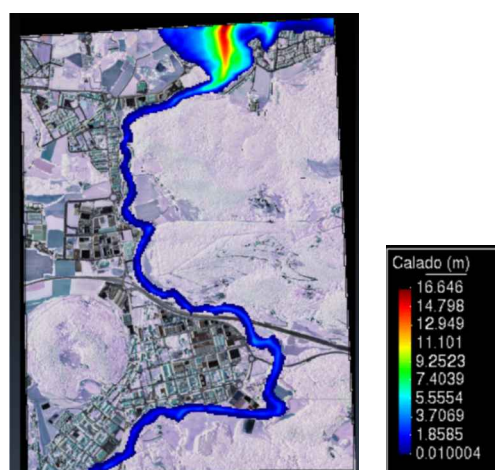


Figura 50. Escenari de simulació d'inundacions segons dades del temporal Glòria a la zona de pas del riu Fluvià entre les Tries (Olot) i Sant Joan les Fonts expressat en calats (profunditat de l'aigua en metres)

4) Erupcions volcàniques

Pels escenaris de simulació de laves (Figura 51 i Annex 11) emeses per una erupció volcànica s'ha utilitzat el programa QLAVA. Donats dos punts d'emissió, pertanyents a dos volcans emblemàtics de la comarca de la Garrotxa, el Montsacopa i el Croscat, s'ha obtingut un escenari de com

actuaria l'emissió de lava des d'ambdós punts. El resultat és un mapa de probabilitats per on aniria la lava, essent 1 molt probable i 0 poc probable. El model ha estat realitzat utilitzant 1.500 iteracions amb una distància màxima de 50 km.

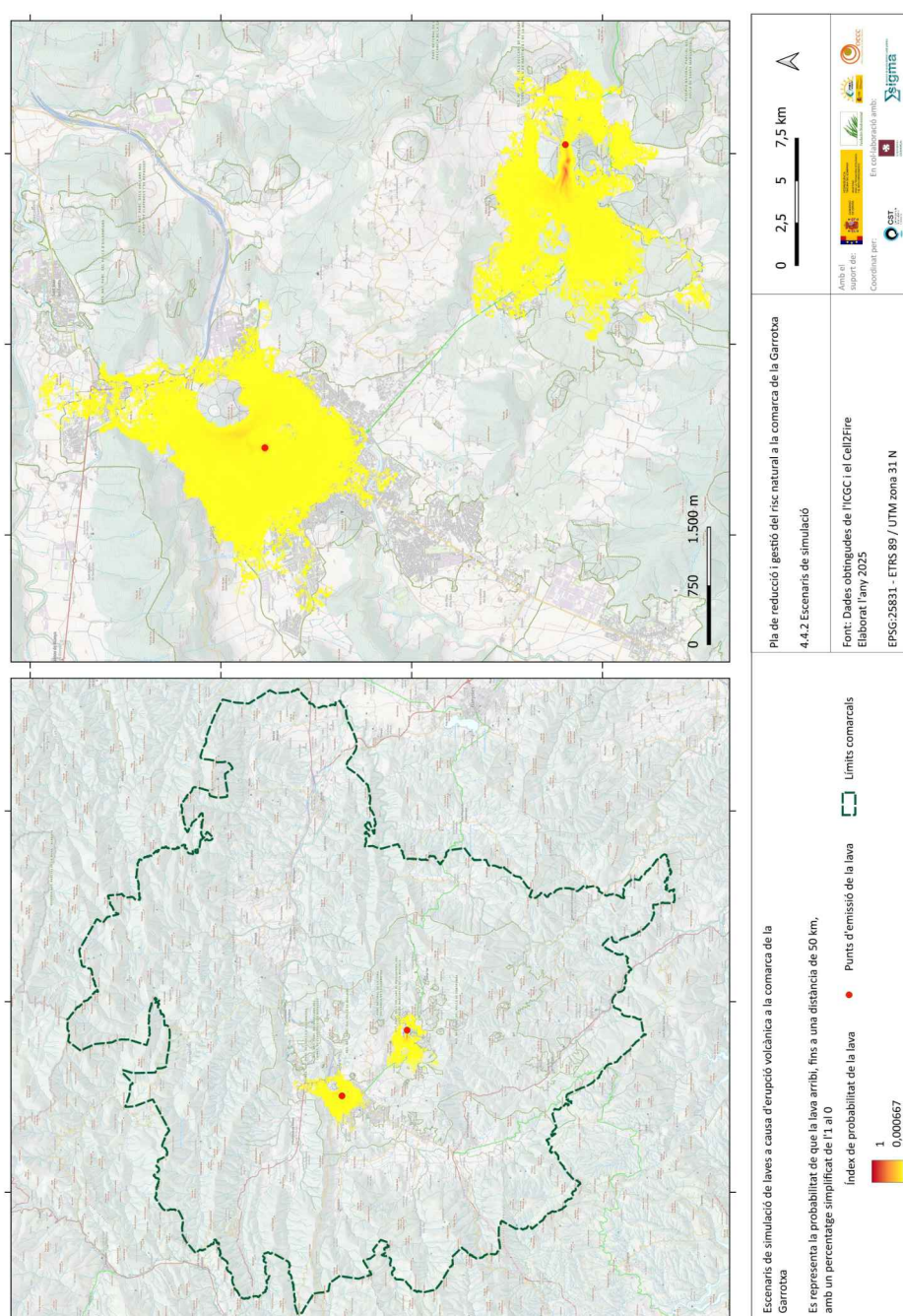


Figura 51. Mapa de situació dels escenaris de simulació de laves realitzats per la Garrotxa pels volcans Montsacopa i El Croscat (esquerra) i escenaris en detall (dreta)

4.4.3 Emergència

Objectiu: Actuar ràpidament per tal de minimitzar els danys.

La fase d'emergència es posa en marxa quan es produeix un esdeveniment natural que amenaça la seguretat de la població. Aquesta fase té com a objectiu proporcionar una resposta ràpida per minimitzar danys i salvar vides.

A nivell de la Garrotxa, hi ha dues estructures muntades en relació a l'emergència, sobretot relacionada amb la gestió durant l'emergència:

- Grup Emergències Garrotxa: Està compost pels cossos relacionats directament amb la gestió de les emergències (Bombers, Mossos d'Esquadra, Policia Local d'Olot, Agents Rurals, SEM, Protecció Civil Olot, Protecció Civil Garrotxa, Creu Roja i ADF), l'Hospital d'Olot i Comarcal de la Garrotxa, juntament amb el seu servei d'urgències, i la gerència, presidència i persona responsable de comunicació del Consell Comarcal de la Garrotxa.

En el cas d'una emergència, aquest grup s'activa i es reuneix, de manera presencial o a distància, per fer un seguiment de la situació. Aquestes trobades tenen l'objectiu de millorar l'eficiència i l'eficàcia en la gestió de l'emergència ja que és un espai on es comparteix informació rellevant pel que fa a la gestió de recursos. El seguiment és més o menys actiu depenent de com es desenvolupi l'esdeveniment.

Adicionalment, el grup també fa reunions periòdiques enfocades als principals riscos de la comarca (incendis, inundacions i nevades), així

com d'altres temes relacionats. A part de compartir informació, aquestes trobades serveixen per crear vincles de confiança entre els diferents operatius perquè es pugui treballar de manera més coordinada en cas d'una emergència.

- Grup d'alcaldis: Compost per totes les alcaldies de la comarca, a més de la gerència i la persona responsable de comunicació del Consell Comarcal.

La gerència i la persona responsable de comunicació del Consell Comarcal participen tant a un grup com a un altre per tal de fer de pont i de filtre d'informació.

Durant una emergència, la principal via de comunicació entre els cossos que integren ambdós grups és a través de WhatsApp. En cas que l'accés a Internet falli, els municipis disposen de la Xarxa RESCAT.

Recomanacions:

- **Activació de protocols:** Davant d'una situació de perill imminent, activar immediatament els protocols d'emergència establerts.
- **Coordinació:** Garantir una coordinació efectiva entre les autoritats locals, els serveis d'emergència i la comunitat.
- **Comunicacions:** Informar la població sobre les accions a seguir, vies d'evacuació, i mesures de seguretat mitjançant els canals disponibles.
- **Gestió de recursos:** Mobilitzar equips de resposta i recursos necessaris (aliments, equips de rescat, etc.) com més ràpid millor.

La resposta durant la fase d'emergència ha de ser dinàmica i adaptar-se contínuament a l'evolució de l'esdeveniment. Això requereix:

Seguiment científic actiu: Establir un sistema de seguiment en temps real amb la col·laboració de centres científics especialitzats (com l'ICGC) que permeti monitorar fenòmens com terratrèmols o possibles erupcions volcàniques, rellevants especialment en el context de la Garrotxa. Aquest seguiment ha d'estar connectat a sistemes d'alerta primerenca i ha de permetre la presa de decisions basada en escenaris actualitzables.

Sistema de control d'escenaris: Cal tenir definits escenaris operatius previs i protocols d'actuació associats, que es puguin actualitzar a mesura que avança l'esdeveniment. Això inclou la definició de zones d'evacuació, prioritats d'intervenció i recursos disponibles per fase.

Control logístic: Actualment, des del Consell Comarcal de la Garrotxa no es disposa d'un sistema de control logístic de materials com a tal, ja que no existeix un inventari de material del Consell Comarcal a disposició de tots els ajuntaments de la comarca. L'única estructura operativa disponible és la possibilitat d'activació de la Creu Roja, a escala comarcal i nacional, i

dels voluntaris de Protecció Civil (municipis d'Olot, la Vall de Bianya i Les Planes d'Hostoles), que actuen com a primeres forces de resposta. Aquesta situació suposa una limitació clara a l'hora de garantir una gestió eficaç dels recursos en un escenari d'emergència. Per tant, es recomana:

- Desenvolupar un inventari comarcal de recursos logístics (vehicles, allotjaments d'urgència, punts d'avitual·lament, etc.).
- Establir un centre de coordinació logística comarcal, encara que sigui en format bàsic, amb protocols clars d'activació.
- Promoure la formació específica en logística d'emergències per als equips voluntaris i personal tècnic.
- Aprofitar iniciatives locals com l'experiència pràctica en municipis de la Garrotxa, on ja s'han detectat punts forts i febles en simulacres reals o situacions prèvies d'alerta.

L'experiència local demostra que cal millorar el sistema logístic des de la base, amb eines concretes i adaptades al territori.

4.4.4 Post-emergència/Recuperació

Objectiu: Restablir la normalitat i aprendre de l'experiència.

La fase de post-emergència està dedicada a la recuperació de la normalitat després d'un perill natural. Aquesta fase també inclou l'aprenentatge de l'esdeveniment per millorar la preparació futura i per actualitzar les dades per als següents cicles de gestió. Per tant, cal fer una revisió detallada de tot

el que s'ha fet durant l'emergència, posant en relleu els elements que han funcionat correctament i identificant de manera clara aquells aspectes que no han estat efectius, per tal de poder-los corregir.

Igualment, és essencial actualitzar les bases de dades i els mapes de perillositat, vulnerabilitat i exposició que formen part de la fase preventiva, amb l'objectiu que el

coneixement generat durant l'emergència es transformi en eines útils per anticipar futurs riscos i millorar la preparació del territori.

Els DUPROCIM inclouen un apartat breu dedicat al retorn a la normalitat. Tanmateix, en funció del tipus de risc i de les seves conseqüències, aquest procés pot suposar diferents escales i complexitats.

En situacions d'emergència greus, i només en casos puntuals, diverses administracions activen línies de subvenció destinades a la reparació d'infraestructures malmeses. Aquestes ajudes rarament s'adrecen a la recuperació del medi natural.

A la comarca de la Garrotxa, un cop finalitzada l'emergència, el Grup Emergències Garrotxa es reuneix per fer balanç de l'actuació i per identificar punts febles i possibles millores en els protocols, amb l'objectiu de ser més eficients en el futur.

Recomanacions:

- **Avaluació de danys:** realitzar una avaluació detallada dels danys a infraestructures i l'afectació a la població.
- **Revisió d'estratègies:** analitzar els protocols de resposta i l'eficàcia de les accions preses, identificant àrees de millora.
- **Recopilació de dades:** recollir dades sobre l'impacte per actualitzar la informació i els models de risc.
- **Restauració:** dur a terme plans de restauració d'infraestructures i ecosistemes afectats.
- **Retroalimentació:** Incorporar els aprenentatges en el procés de prevenció, millorant els plans i la infraestructura de cara a futurs esdeveniments.



5. Discussió i conclusions finals

En el marc d'aquest Pla de Reducció i Gestió dels Riscos Naturals ha estat possible la consecució de les següents tasques:

1. L'avaluació integral del multiperill a la comarca de la Garrotxa

Ha consistit en:

- La **recopil·lació i construcció d'una base de dades georreferenciada** dels esdeveniments de sis perills naturals diferents (inundacions, terratrèmols, incendis, subsidències, esllavissades i desprendiments de roques) ocorreguts a la Garrotxa entre l'1 de gener de 1900 i el 31 de desembre de 2023 (123 anys).
- La **descripció qualitativa del perill d'erupció volcànica**, malgrat no estar inclòs en la recopil·lació de les dades, ja que no hi ha hagut cap ocurrència d'erupció en el rang temporal estudiat.
- L'elaboració dels **mapes de susceptibilitat** per a cadascun dels perills naturals considerats, calculats a partir de les variables ambientals que més condicionen cada fenomen i que han permès saber quines són les zones de la comarca més propenses a ser afectades.
- Per als incendis i les inundacions: l'elaboració de diversos **mapes de susceptibilitat tenint en compte l'evolució del canvi climàtic** a curt, mitjà i llarg termini, segons la variació de la temperatura i la precipitació contemplats en els pronòstics futurs del visor AdapteCCa.
- L'elaboració dels **mapes de perillositat** per a cadascun dels perills naturals considerats, que ha tingut en compte tant el mapa de susceptibilitat com el registre històric del fenomen natural concret.
- La **superposició dels mapes de perillositat individual amb mapes d'elements crítics** presents a la comarca (vies de comunicació i centres industrials; xarxa de subministrament; centres públics), per tal d'avaluar la vulnerabilitat de la zona.
- L'elaboració del **mapa de perillositat total**, que s'ha realitzat a partir de la superposició dels mapes de perillositat individual.
- La **visualització de possibles escenaris a partir de models de simulació** per a incendis (Cell2Fire), inundacions (IBER), terratrèmols (PGA) i laves d'una erupció volcànica (QLAVA).

2. La utilització de metodologies pròpies de les ciències socials per tal de recollir informació sobre el coneixement i la percepció del risc natural de la societat garrotxina

A través de:

- **L'enquesta de percepció del risc natural**, destinada a la població general. Ha permès determinar que els perills naturals que més preocupen són els relacionats amb fenòmens meteorològics (sequeres, inundacions, incendis) i que, en general, hi ha una manca de confiança envers la seva pròpia capacitat de reacció davant una situació de risc natural i cap a les autoritats gestores del risc.
- **Els grups de discussió**, dirigits a personal tècnic, d'emergències i representants polítics, que han capturat les principals necessitats i reptes d'aquests col·lectius pel que fa a la gestió del risc. Se'n destaca el creixent interès per l'escala municipal (àmbit d'actuació) i la presència de recursos i eines de les quals ja en disposen però no en tenen coneixement. Algunes de les demandes recollides dels grups de discussió s'han pogut completar en el marc d'aquest projecte, mentre que d'altres queden pendents per implementar.

3. La identificació de reptes futurs

Com ara:

- **La necessitat d'una revisió de la geologia de la comarca**: Els mapes existents, elaborats per l'IGME i l'ICGC, són incomplets i presenten nombroses inconsistències i deficiències que caldria subsanar, com ara la manca d'informació essencial

—dades geotècniques, geologia estructural— que hauria estat necessària per a la dur a terme una avaluació del multiperill natural més exhaustiva.

- **Incompatibilitat pel que fa a formats i estructures de bases de dades entre administracions diferents**: En aquest sentit, caldria coordinar les administracions implicades perquè l'obtenció i l'emmagatzematge de dades es duguin a terme seguint protocols estandaritzats i formats comuns. Això permetria evitar duplicitats i facilitaria la integració de la informació en una base de dades operativa i contínua en el temps.
- **Manca d'una formació permanent** per a tots aquells agents que intervenen en la gestió del risc natural.
- **Marges de millora pel que fa a la percepció del risc natural** de la ciutadania.

4. Elaboració de les recomanacions pertinents

Agrupades en quatre plans diferents:

- **Pla de recerca**: destinat a la investigació científica futura que caldria emprendre.
- **Pla de monitoratge**: destinat a la millora de la xarxa de sensors de recollida de dades, així com a tot el sistema d'estandarització d'aquestes.
- **Pla d'educació**: on s'han elaborat propostes formatives dirigides a l'educació primària i secundària, la població adulta, les autoritats locals i al personal tècnic i gestor del risc.
- **Pla de gestió**: s'ha desenvolupat un pla de gestió basat en les quatre fases

del cicle de la gestió del risc natural (prevenció, preparació, emergència i post-emergència). Per a cada una d'elles: s'ha explicat breument en què consisteixen; la manera com s'apliquen actualment a la Garrotxa; s'han aportat mapes de perillositat i escenaris de simulació; i recomanacions a implementar.

Els resultats obtinguts, malgrat les limitacions d'operativitat i de temps pròpies del projecte, es consideren un full de ruta a seguir per avançar cap a una gestió del risc

natural més integrada en contextos de muntanya —com ara la comarca de la Garrotxa—, especialment vulnerables als possibles efectes del canvi climàtic.

D'altra banda, la metodologia emprada en aquest estudi en facilita la replicabilitat en altres zones de característiques similars, la qual cosa confereix més valor científic al treball realitzat. Com a recomanació final, s'encoratja al Consell Comarcal de poder incorporar la informació derivada de l'avaluació dels perills naturals en la planificació territorial de la Garrotxa.

Aclariments formals

L'equip redactor del pla de gestió declara:

- **Abast del Pla:** El document ofereix una aproximació integrada del risc natural, amb una proposta tècnica i metodològica per millorar-ne la gestió. Tant el diagnòstic com les accions plantejades s'han fonamentat en una anàlisi rigorosa i participativa, tot i els impediments esmentats al llarg del document.
- **Limitacions i dificultats:** Cal ser transparents amb els límits d'aquest estudi. S'han fet diverses assumpcions metodològiques per manca de dades concretes, i s'ha constatat també l'escassa informació disponible sobre la geologia i els perills naturals de la comarca.
- **Valor legal del document:** Aquest pla no substitueix en cap cas els protocols i plans oficials aprovats per les autoritats competents, com ara els plans de protecció civil, el DUPROCIM o les directrius del Consell Comarcal i altres institucions públiques. Aquest document no és normatiu ni legalment vinculant, sinó que ha de ser entès com una proposta tècnica de bones pràctiques.
- **Contacte i disponibilitat:** Per a qualsevol aclariment, dubte o aportació, l'equip redactor del projecte es posa a disposició de les administracions i de la ciutadania mitjançant el correu electrònic oficial del CST: coordinacio@centresostenibilitat.cat

Bibliografia recomanada

Pla de Gestió del risc d'inundacions a la comarca de la Garrotxa, publicat pel Consorci de medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa l'any 2017: <https://www.consorcisigma.org/wp-content/uploads/2019/03/Pla-Inundacions.pdf>

Pla de prevenció d'incendis forestals de la comarca de la Garrotxa, publicat pel Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa l'any 2021: <https://www.consorcisigma.org/wp-content/uploads/2021/05/Pla-incendis.pdf>

Pla d'Infraestructures Estratègiques d'Incendis Forestals (PIEIF) per a l'Espai Natural Protegit de l'Alta Garrotxa, publicat per la Generalitat de Catalunya l'any 2022: <https://gencat.cat/medinatural/pieif/pieif-alta-garrotxa.pdf>

Pla Estratègic Participatiu 2020-2030 de la Garrotxa, impulsat pel Consell Comarcal de la Garrotxa i el suport de l'entitat Resilience Earth: <https://femgarrotxa.cat/>

Visor d'escenaris del canvi climàtic a Espanya de la Plataforma sobre l'Adaptació Climàtica a Espanya (AdapteCCa): https://escenarios.adaptecca.es/#&model=CMIP6-spain.average&variable=tasmax&scenario=ssp585&temporalFilter=year&layers=AREAS&period=MEDIUM_FUTURE&anomaly=RAW_VALUE

Base de dades d'inundacions i Visor ÀGORA, realitzat en col·laboració de l'Agència Catalana de l'Aigua i la Universitat de Barcelona l'any 2022: <https://experience.arcgis.com/experience/484172e12fae4cbb934441203ee04e36/>

Informes RiskCAT (Riscos Naturals a Catalunya), elaborats pel Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS), l'any 2008: <https://cads.gencat.cat/ca/detalls/detallpublicacio/RISKCAT.-Els-riscos-naturals-a-Catalunya.-00002>

Informes anuals de l'Observatori per al Desenvolupament Sostenible de la Garrotxa, publicats pel Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa: <https://observatori.garrotxa.cat/>



CENTRE PER A LA SOSTENIBILITAT TERRITORIAL

Cal Monjo, s/n, Sant Privat d'en Bas, 17178
La Garrotxa (Girona)

www.cerclessostenibilitat.org
coordinacio@centresostenibilitat.cat

Amb el suport de:



Coordinat per:



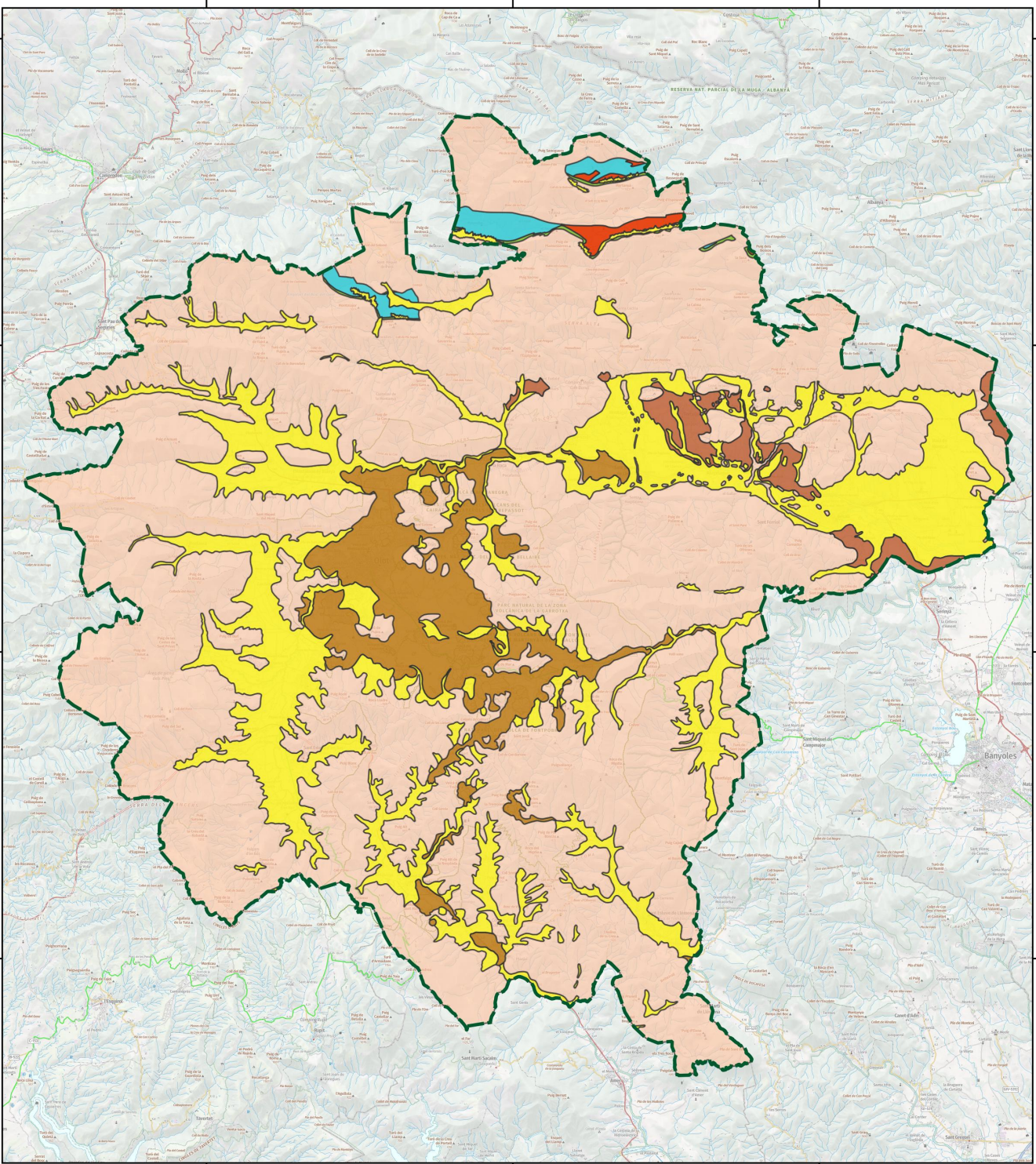
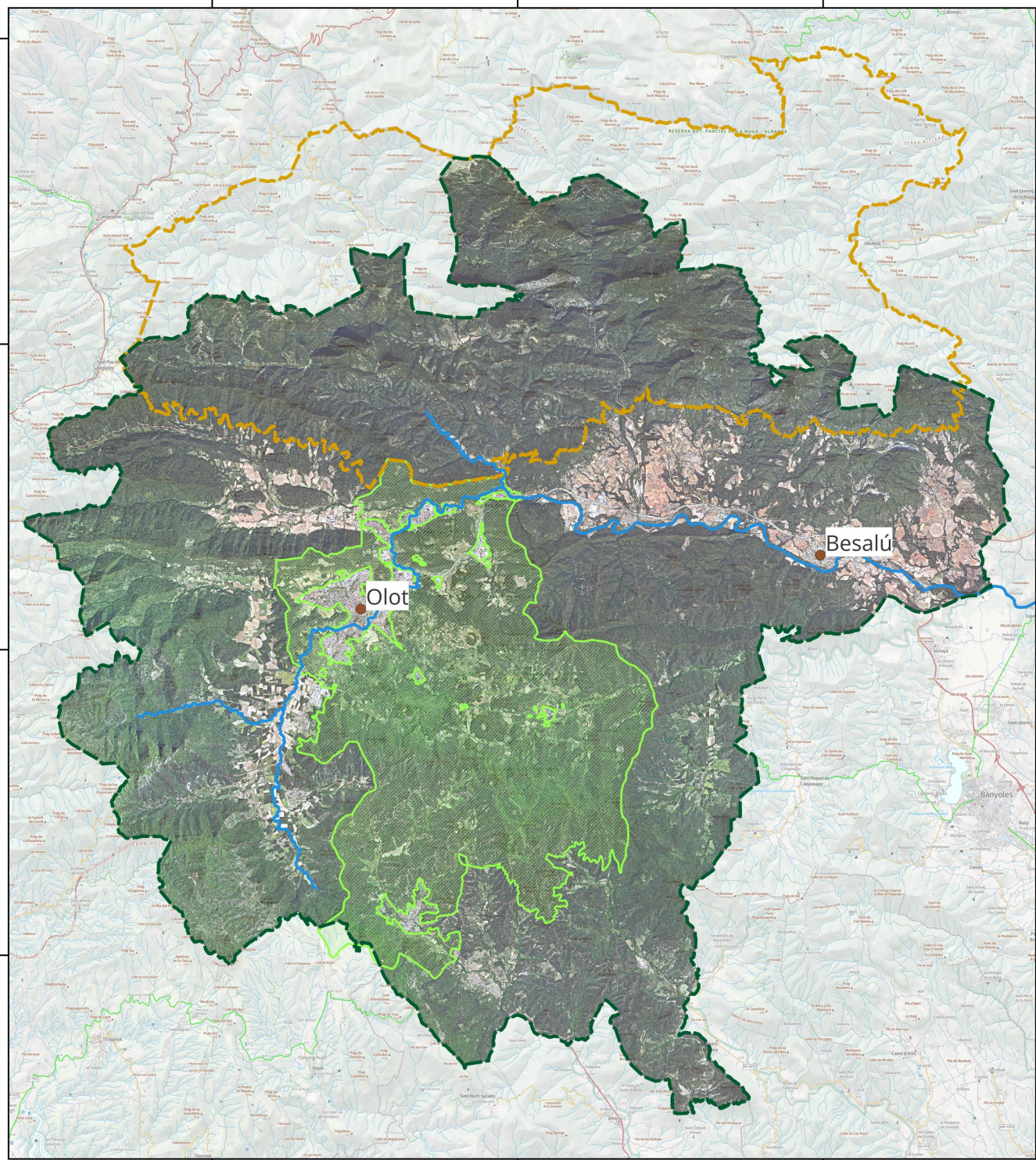
En col·laboració amb:



Annex 1

Àrea d'estudi

Es mostren els mapes de localització i geogràfic de la Garrotxa i el mapa litològic de la comarca.



Riu Fluvià i principals afluents

Alta_Garrotxa

Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa

Límits comarcals

Classificacions geològiques:

Dipòsits sedimentaris del Quaternari

Dipòsits volcànics del Neògen i Quaternari

Roques intrusives del Carbonífer-Permian

Roques sedimentàries del Cambro-Ordovicià

Roques sedimentàries del Cretaci

Roques sedimentàries del Paleògen

Sediments i roques sedimentàries del Neògen

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

2.2 Context geogràfic i geològic

Mapa de localització de la comarca de la Garrotxa

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:



Coordinat per:



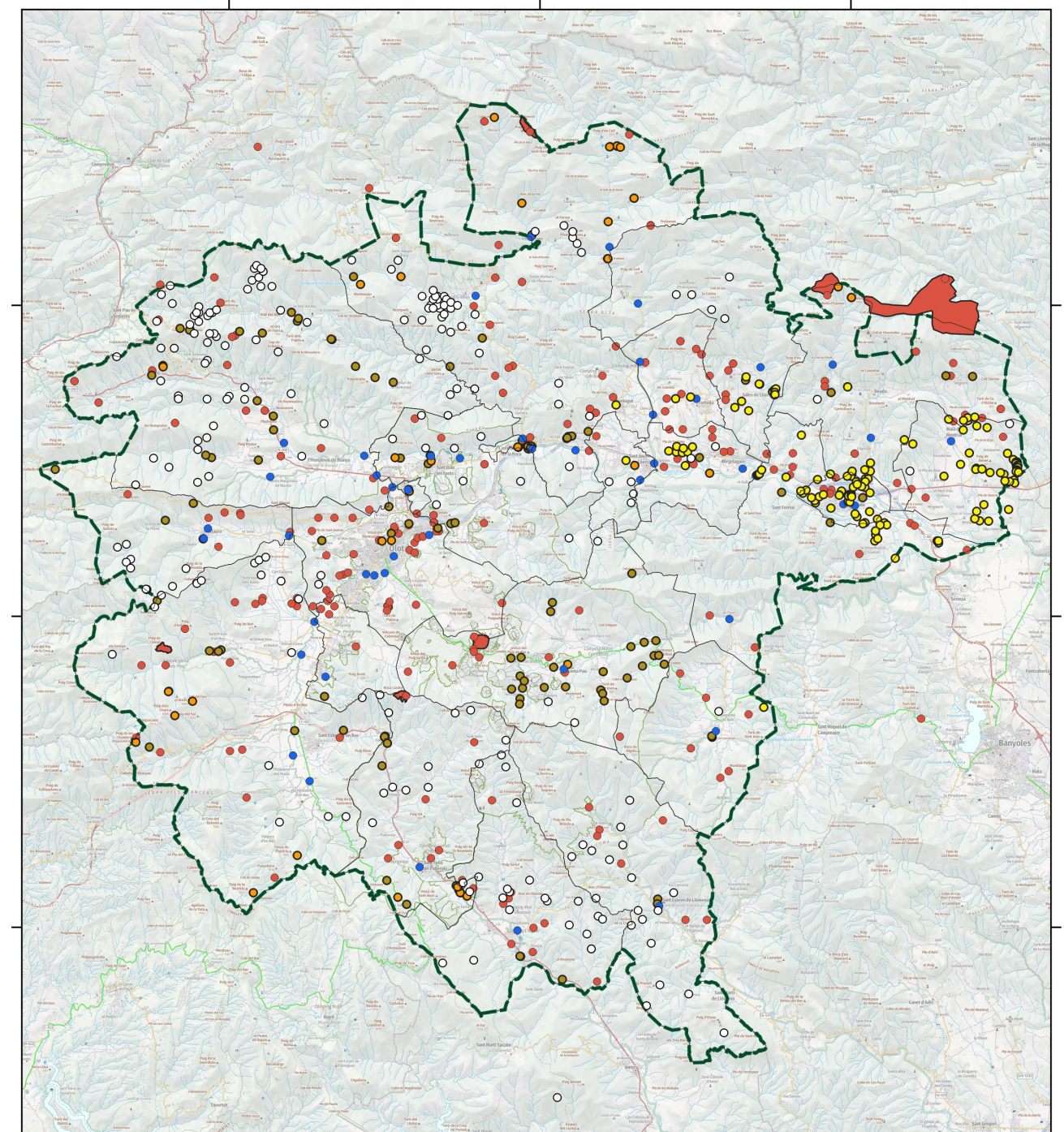
En col·laboració amb:



Annex 2

Mapes dels registres de la base de dades

Es mostren tots els mapes resultants dels punts (o àrees) d'esdeveniments recopil·lats per als diferents perills naturals (inundacions, esllavissades, desprendiments de roques, incendis forestals, terratrèmols i subsidències) ocorreguts a la comarca de la Garrotxa durant el període temporal estudiat (1900-2023). Hi ha el mapa total i els mapes individuals. Aquests últims s'acompanyen de capes georreferenciades d'informació rellevant per a cada un dels perills naturals concrets.



- | | | | | | |
|---|----------------------------|---|----------------------------------|---|--------------------------|
| ○ | Epicentre de terratrèmol | ● | Punt de desbordament d'inundació |  | Àrea cremada per incendi |
| ● | Punt de despeniment | ● | Punt d'esllavissada |  | Límits municipals |
| ● | Subsidència o esfondrament | ● | Punt d'ignició d'incendi |  | Límits comarcals |

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

2.4.1 La base de dades

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N



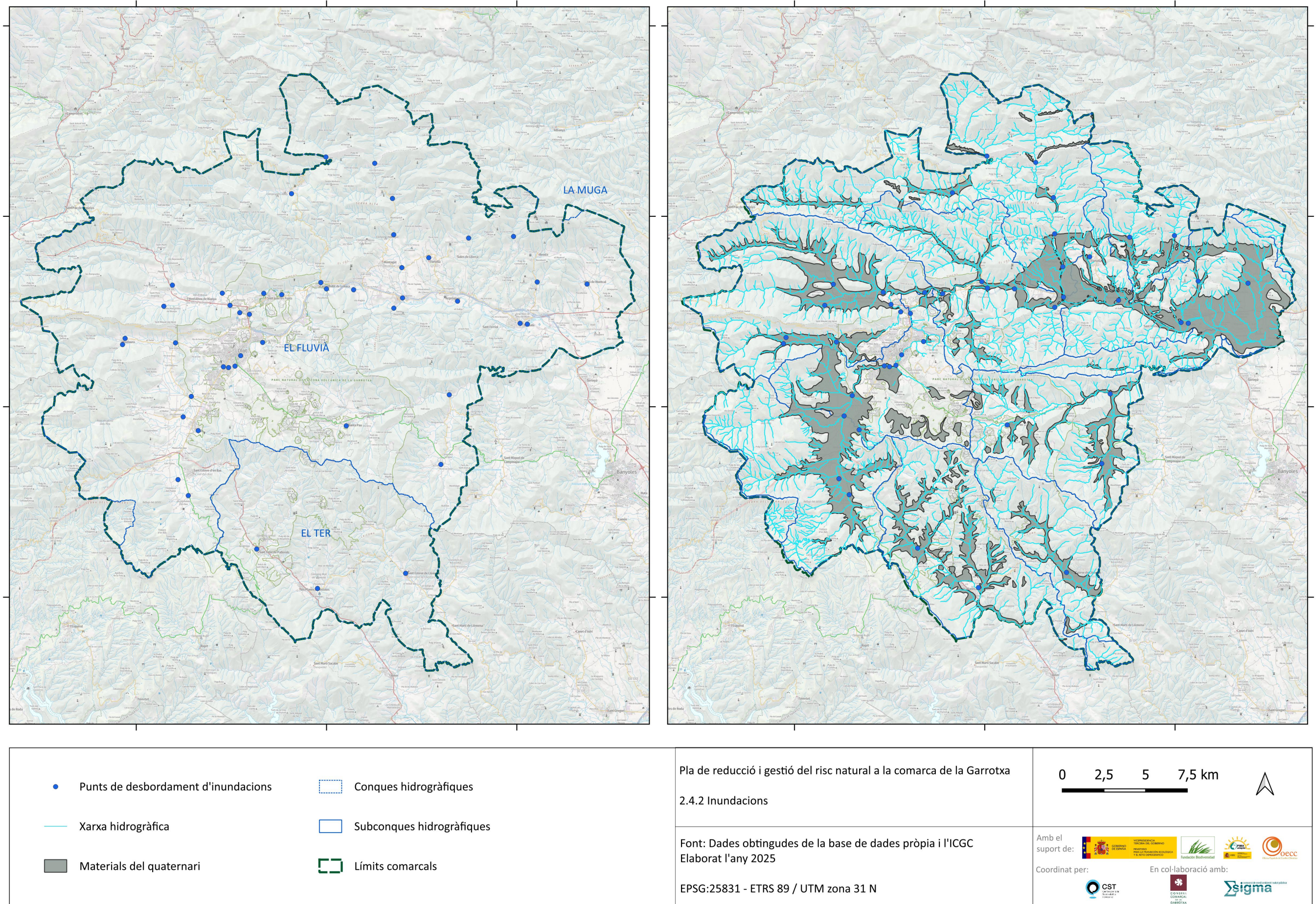
Amb el suport de:

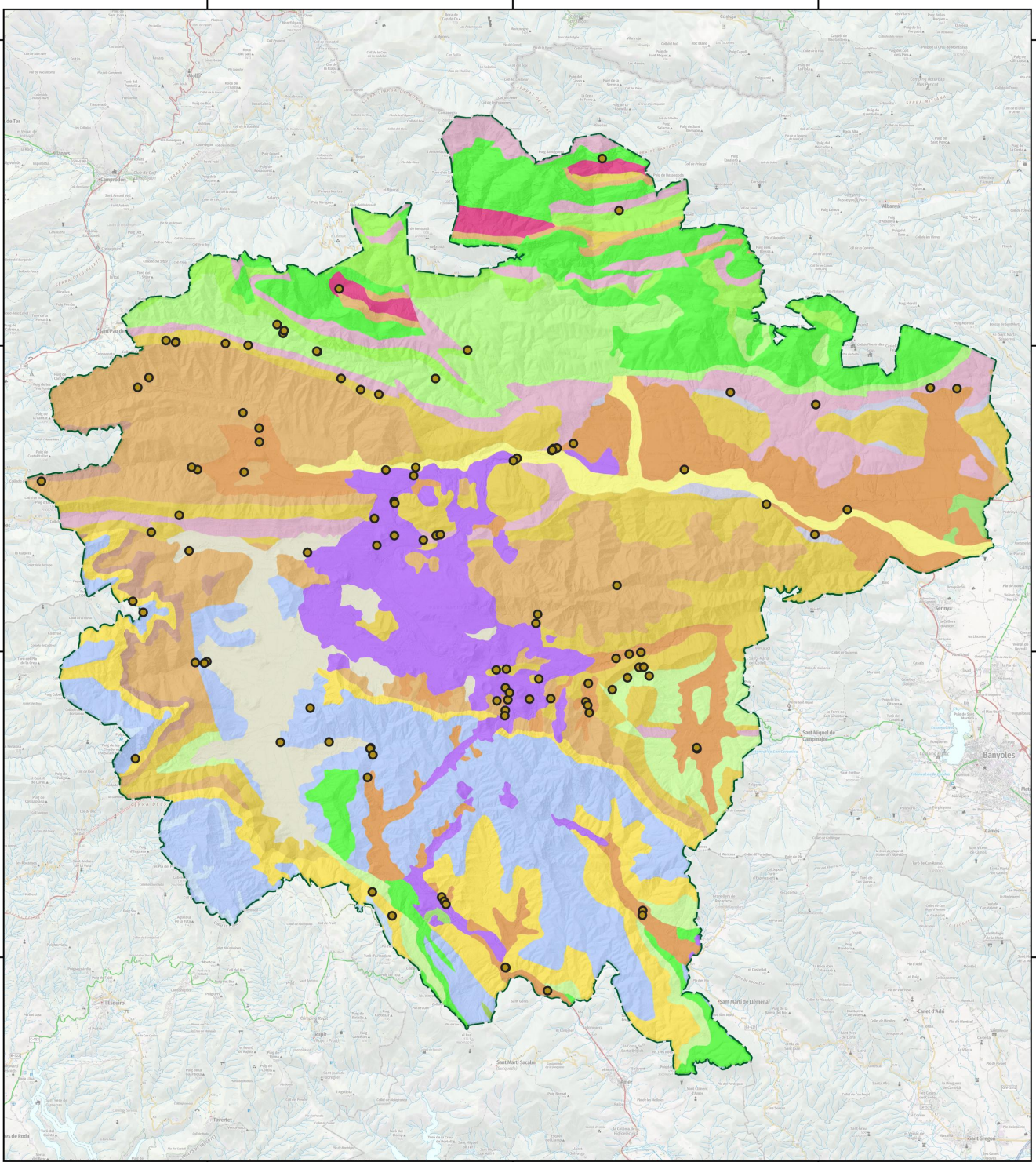
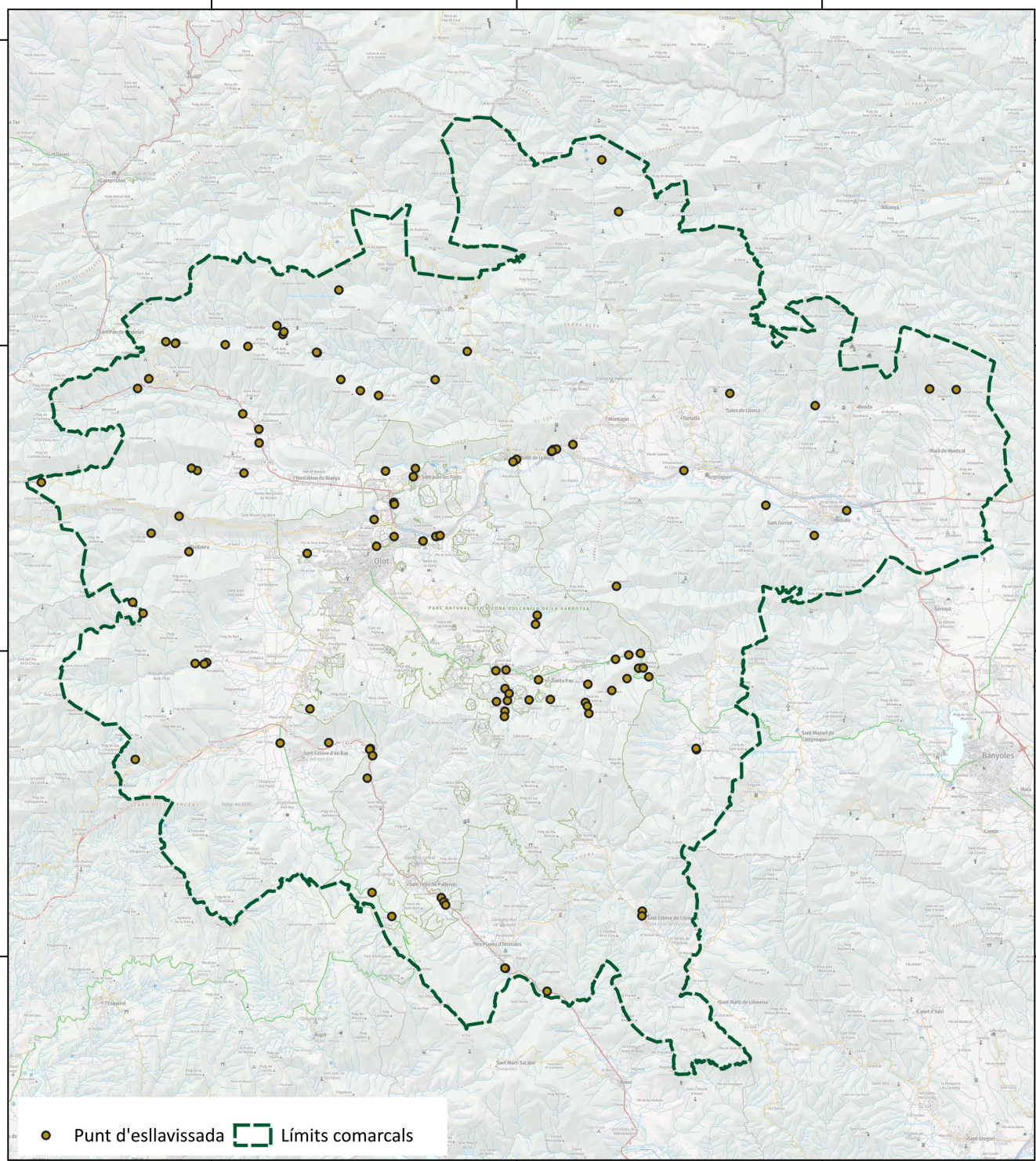


Coordinat per:

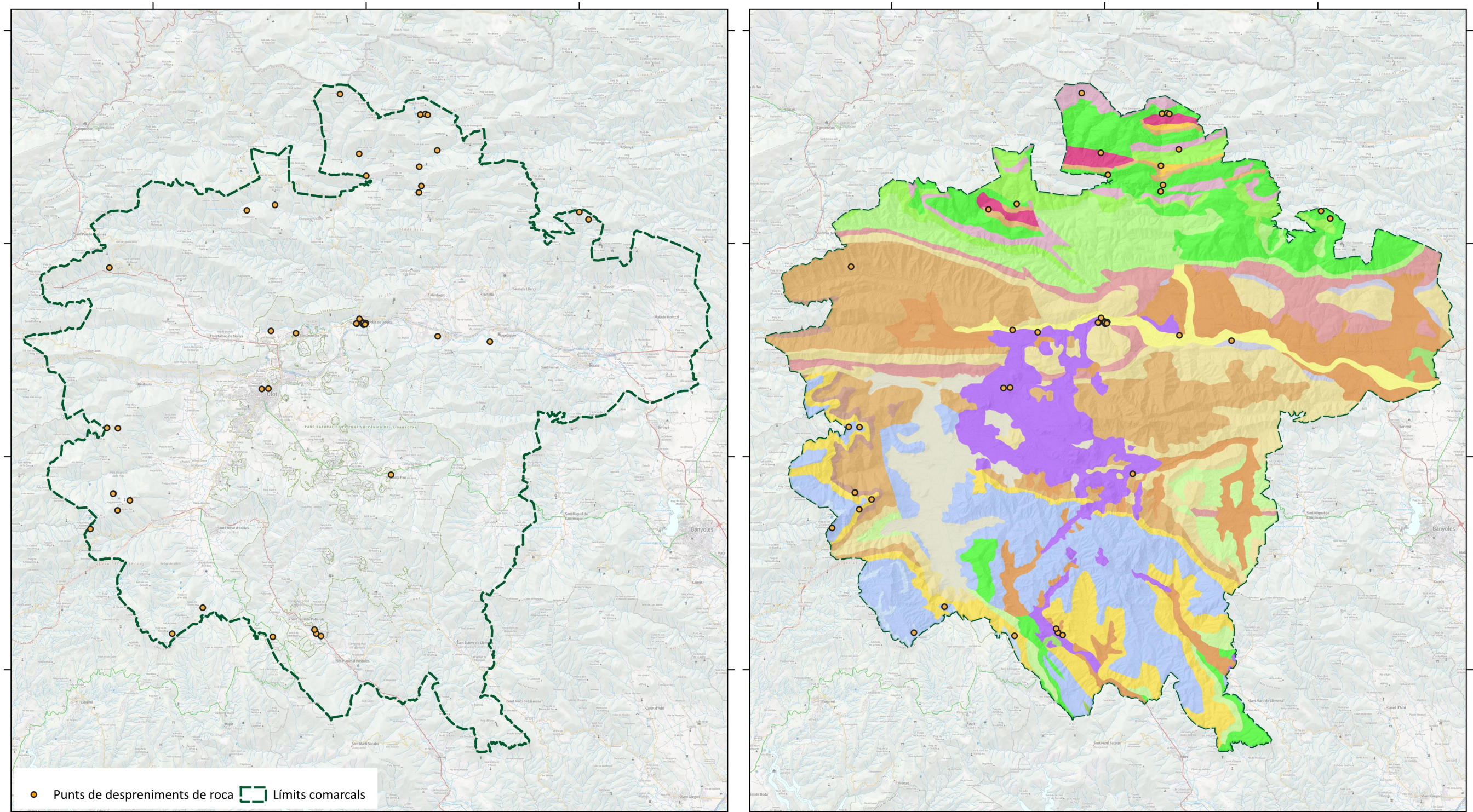
En col·laboració amb:



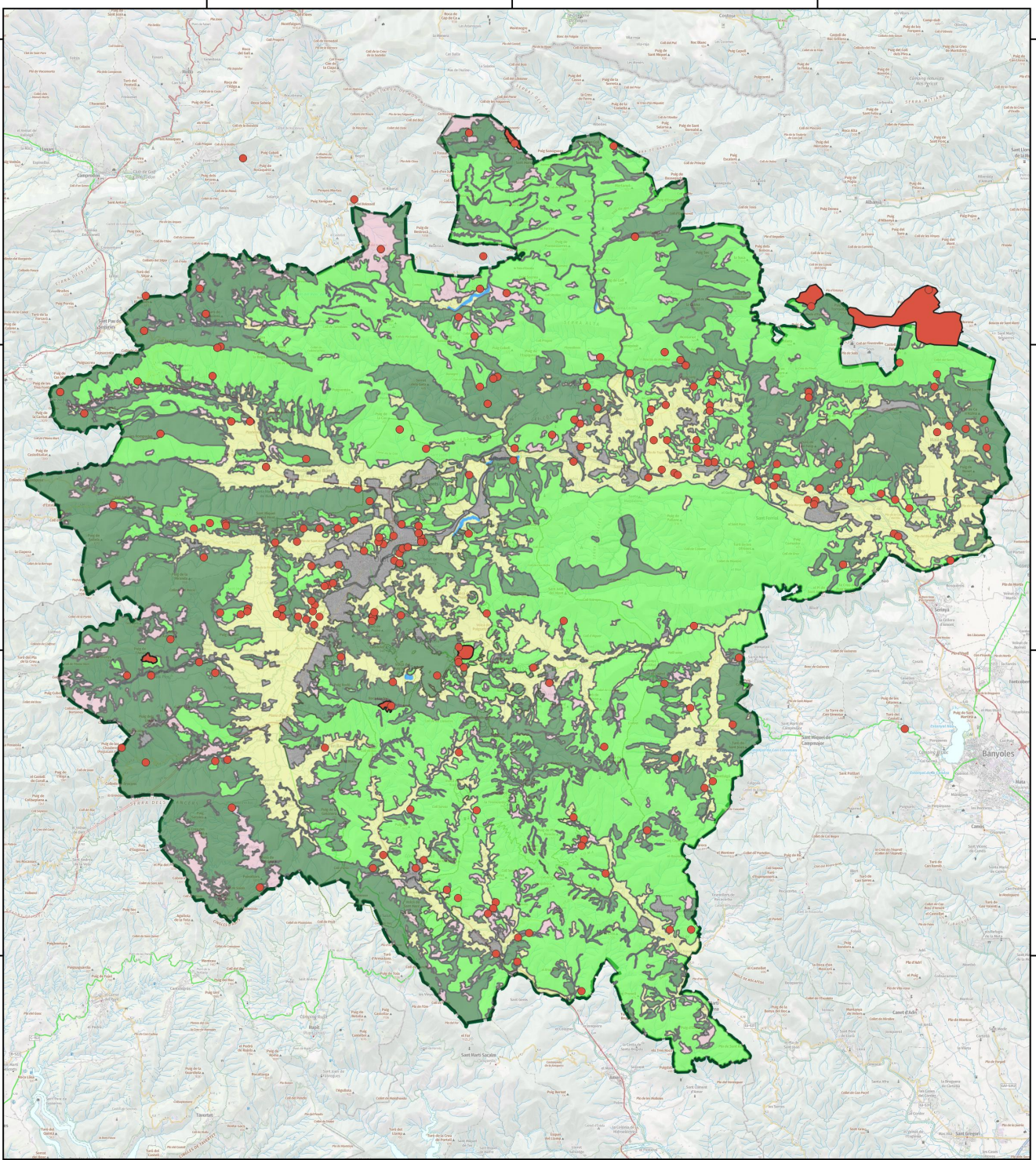
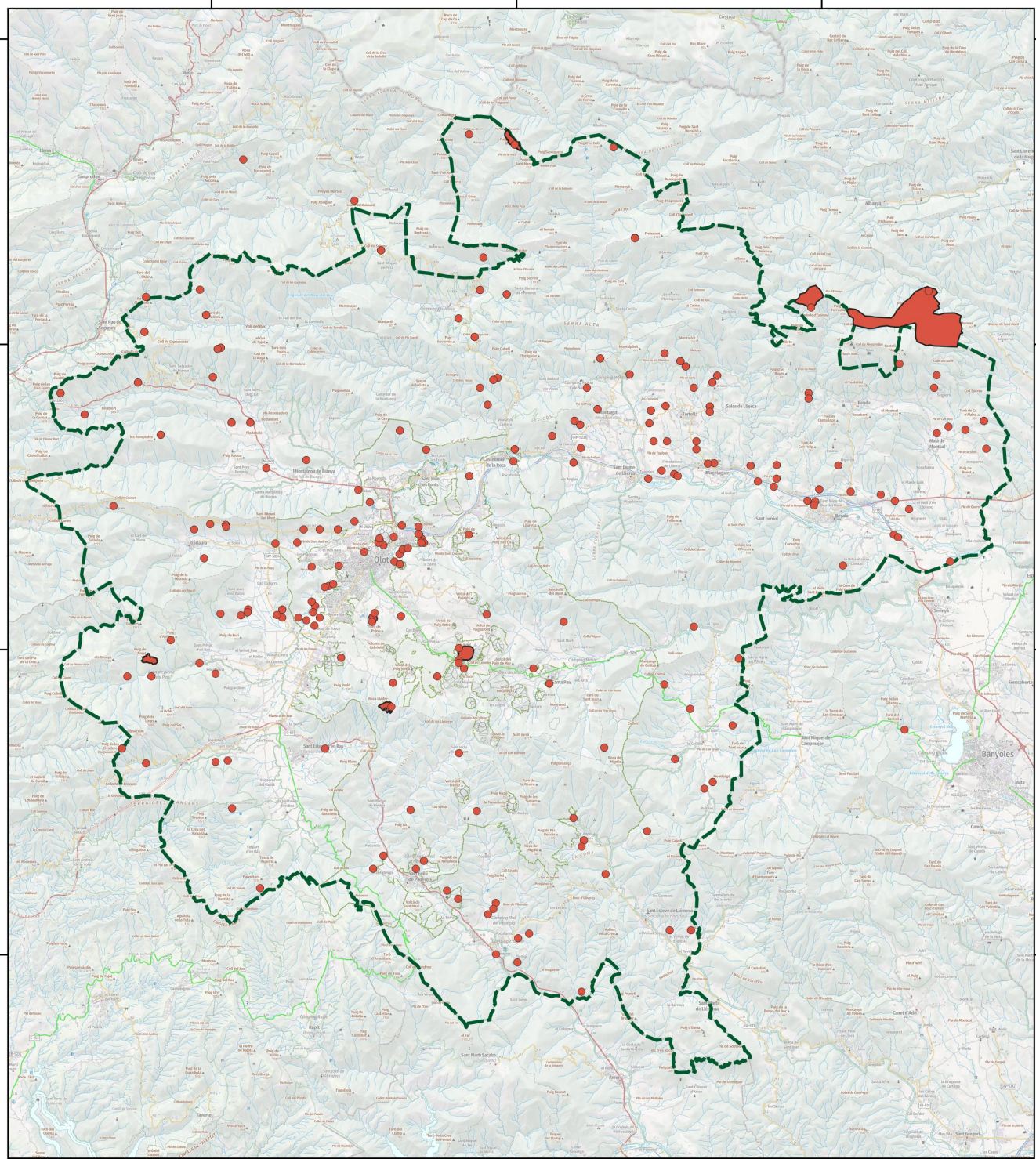




Classificació litològica - Calcàries - Calcàries i/o dolomies i margues - Travertins - Calcàries, gresos - Gresos i lutites - Margues	- Argiles i guixos - Lutites lacustres - Bretxes i/o conglomerats - Conglomerats i gresos - Gresos, margues i calcàries - Conglomerats, gresos i lutites. Localment vulcanites - Gresos, conglomerats, margues i lignit	- Conglomerats, gresos i lutites - Gresos - Margues i gresos - Guixos - Roques plutòniques àcides - Basalts i basanites. Colades volcàniques	Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 2.4.3 Eslavissades Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	0 2,5 5 7,5 km Amb el suport de: Coordinat per: En col·laboració amb:
---	---	--	--	---



Classificació litològica <table><tr><td>Calcàries</td><td>Argiles i guixos</td><td>Conglomerats, gresos i lutites</td></tr><tr><td>Calcàries i/o dolomies i margues</td><td>Lutites lacustres</td><td>Gresos</td></tr><tr><td>Travertins</td><td>Bretxes i/o conglomerats</td><td>Margues i gresos</td></tr><tr><td>Calcàries, gresos</td><td>Conglomerats i gresos</td><td>Guixos</td></tr><tr><td>Gresos i lutites</td><td>Gresos, margues i calcàries</td><td>Roques plutòniques àcides</td></tr><tr><td>Margues</td><td>Conglomerats, gresos i lutites. Localment vulcanites</td><td>Basalts i basanites. Colades volcàniques</td></tr><tr><td></td><td>Gresos, conglomerats, margues i lignit</td><td></td></tr></table>			Calcàries	Argiles i guixos	Conglomerats, gresos i lutites	Calcàries i/o dolomies i margues	Lutites lacustres	Gresos	Travertins	Bretxes i/o conglomerats	Margues i gresos	Calcàries, gresos	Conglomerats i gresos	Guixos	Gresos i lutites	Gresos, margues i calcàries	Roques plutòniques àcides	Margues	Conglomerats, gresos i lutites. Localment vulcanites	Basalts i basanites. Colades volcàniques		Gresos, conglomerats, margues i lignit	
Calcàries	Argiles i guixos	Conglomerats, gresos i lutites																					
Calcàries i/o dolomies i margues	Lutites lacustres	Gresos																					
Travertins	Bretxes i/o conglomerats	Margues i gresos																					
Calcàries, gresos	Conglomerats i gresos	Guixos																					
Gresos i lutites	Gresos, margues i calcàries	Roques plutòniques àcides																					
Margues	Conglomerats, gresos i lutites. Localment vulcanites	Basalts i basanites. Colades volcàniques																					
	Gresos, conglomerats, margues i lignit																						
Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 2.4.4 Desprendiments Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N																							
0 2,5 5 7,5 km Amb el suport de:  Coordinat per:  En col·laboració amb: 																							



- Punts d'ignició d'incendis - Àrea cremada incendis	- Conreus, camps abandonats i boscos de ribera - Masses d'aigua corrents i estancades - Pastures i prats - Roques, tarteres i àrees urbanes
Cobertes del sòl - Boscos caducifolis, acicufolis i de coníferes - Boscos escleròfils i matollars	

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

2.4.5 Incendis forestals

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

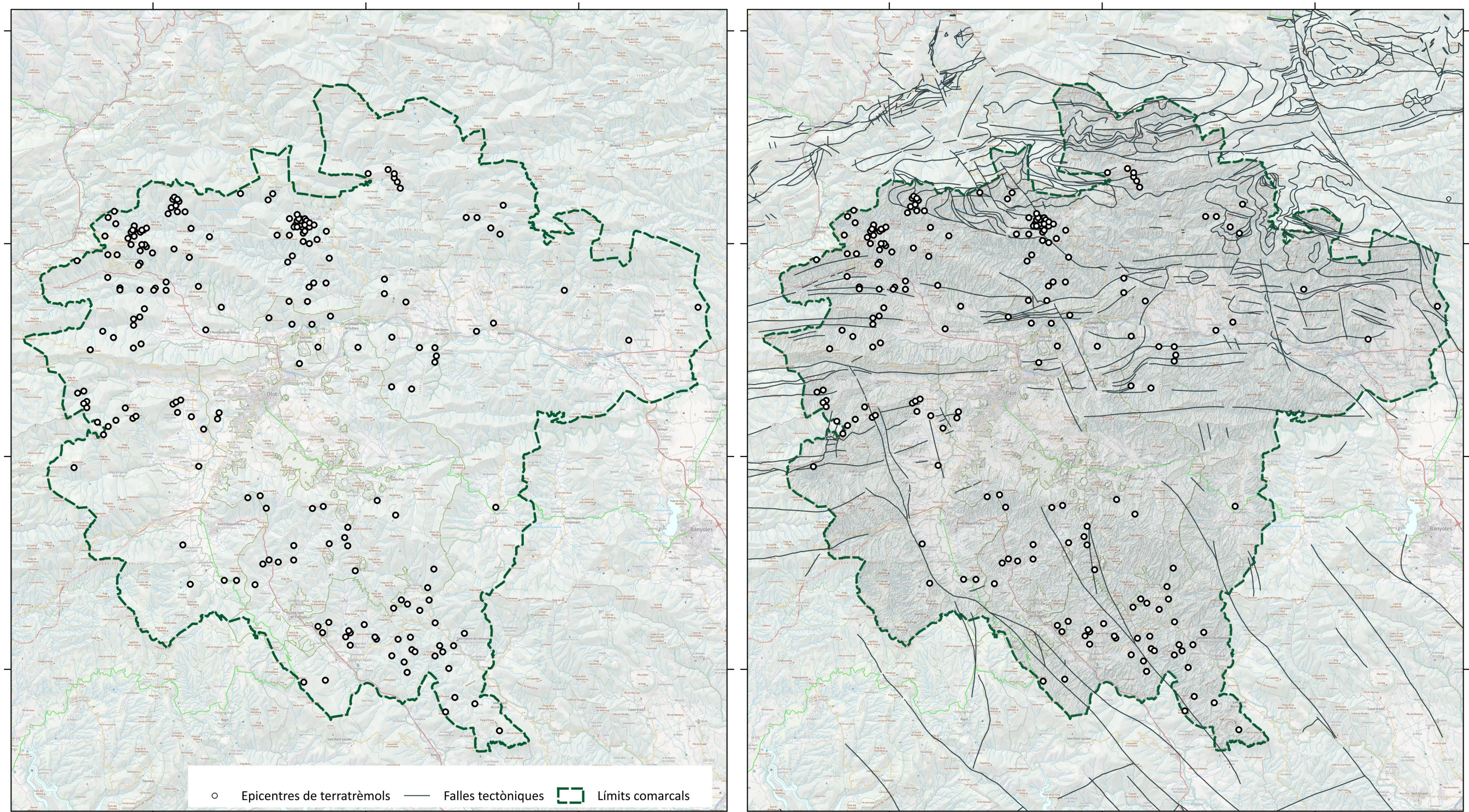
EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km

A

Amb el suport de:

Coordinat per: En col·laboració amb:



0 2,5 5 7,5 km



Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa
2.4.6 Terratrèmols

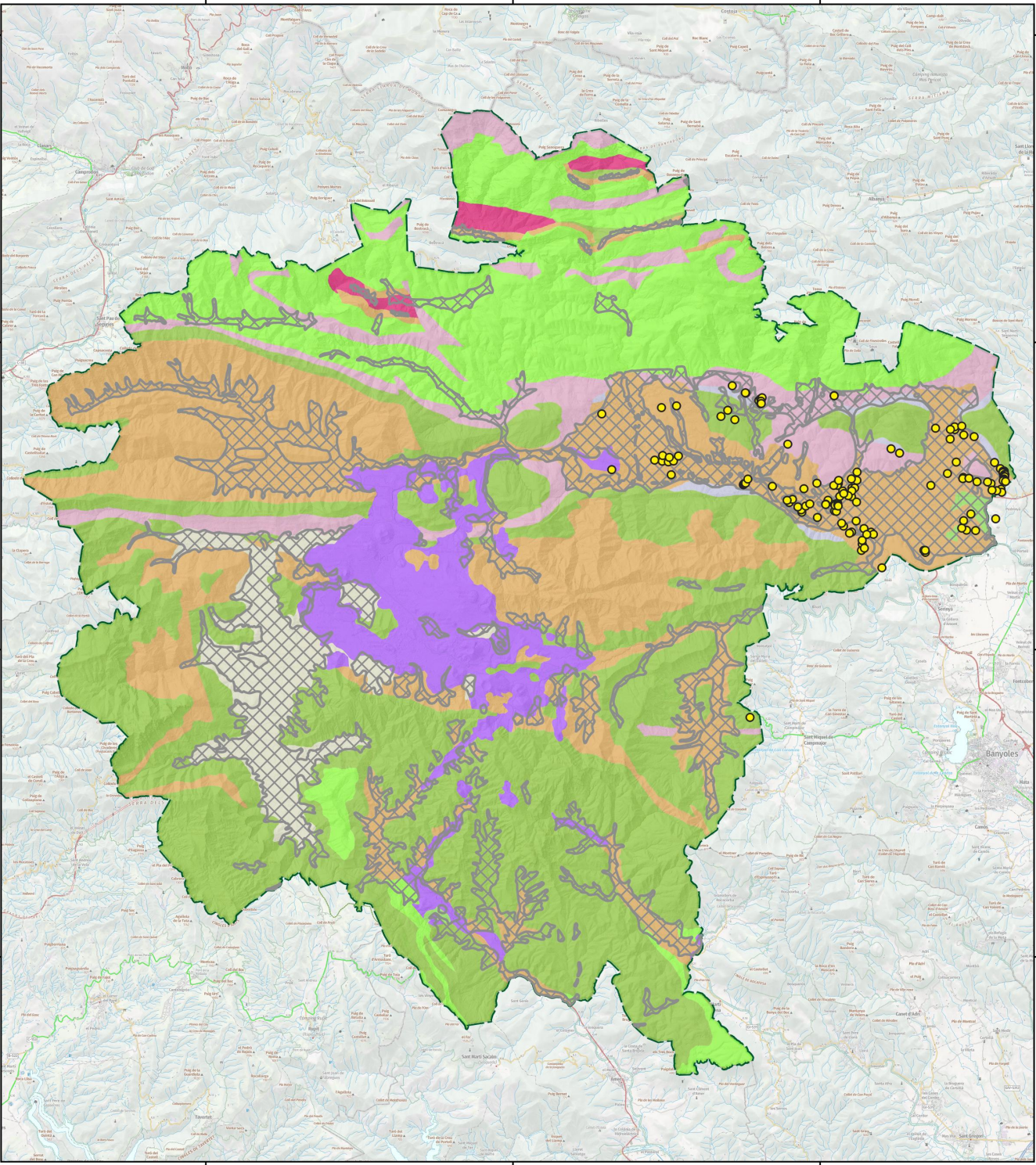
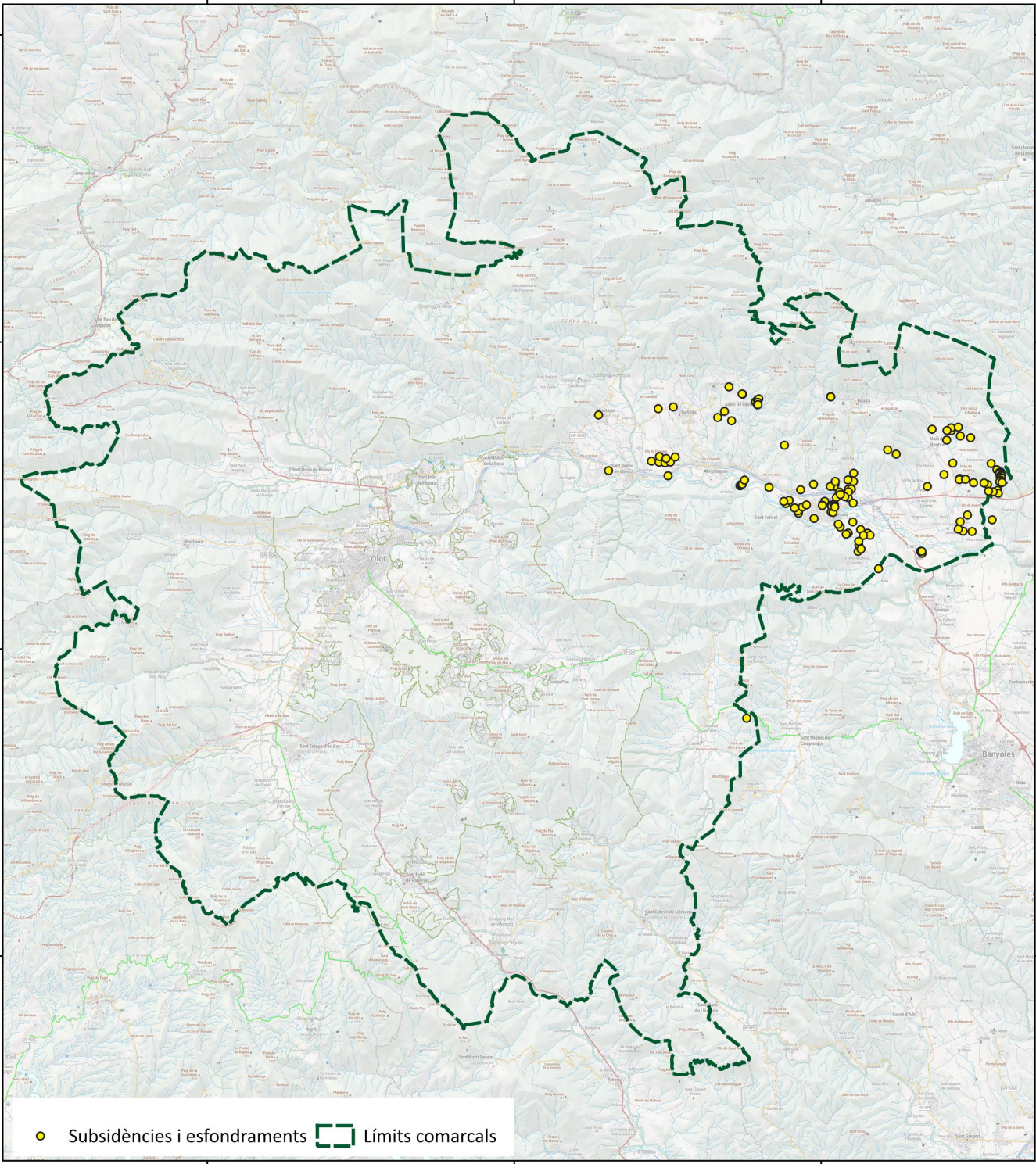
Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

Amb el suport de:

Coordinat per:

En col·laboració amb:



Classificació litològica

- Calcàries
- Calcàries i/o dolomies i margues
- Travertins
- Calcàries, gresos
- Gresos i lutites
- Margues

Argiles i guixos

Lutites lacustres

Bretxes i/o conglomerats

Conglomerats i gresos

Gresos, margues i calcàries

Conglomerats, gresos i lutites. Localment vulcanites

Gresos, conglomerats, margues i lignit

Conglomerats, gresos i lutites

Gresos

Margues i gresos

Guixos

Roques plutòniques àcides

Basalts i basanites. Colades volcàniques

Materials sedimentaris del Quaternari

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

2.4.7 Subsidiències

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:



Coordinat per:



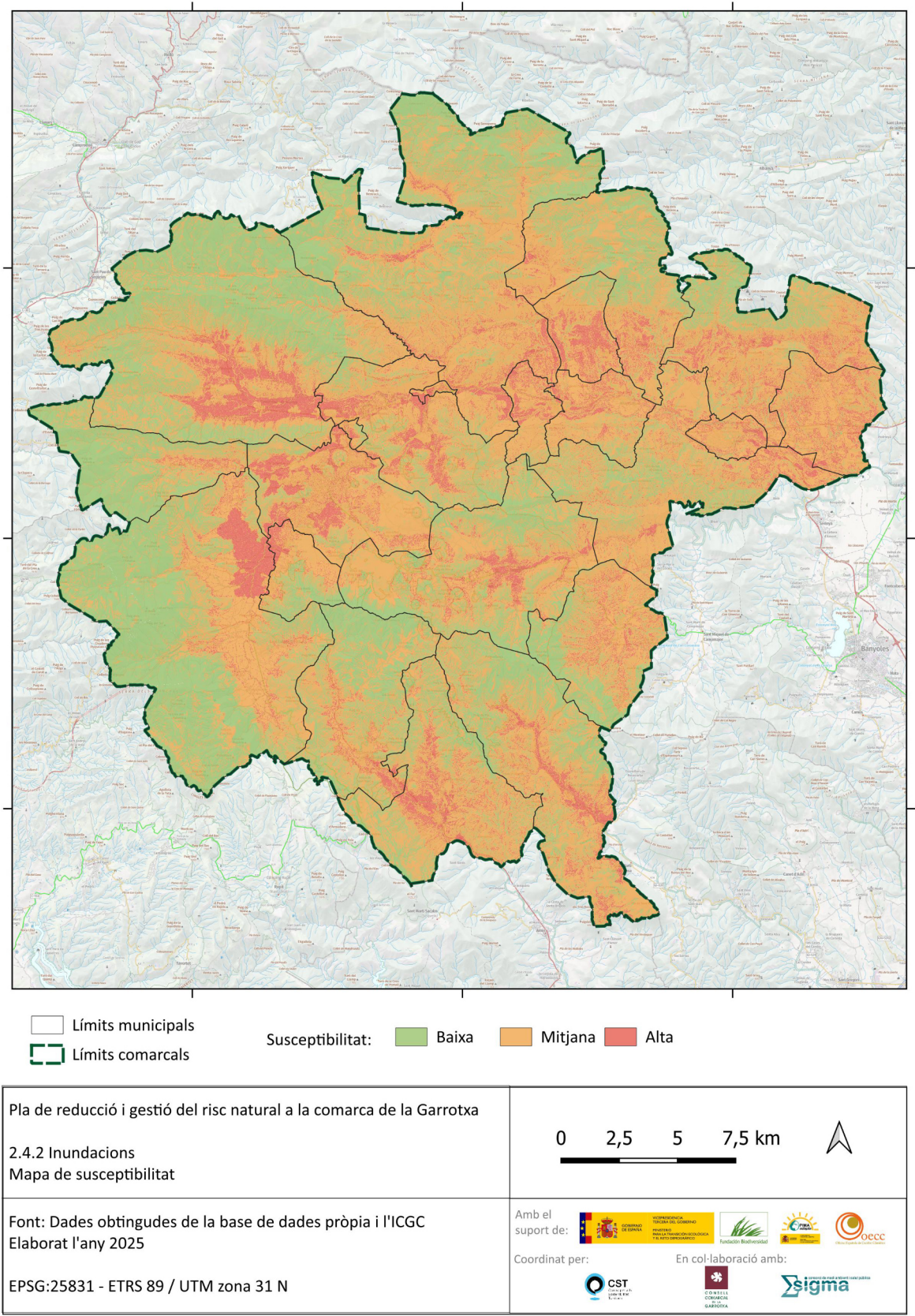
En col·laboració amb:

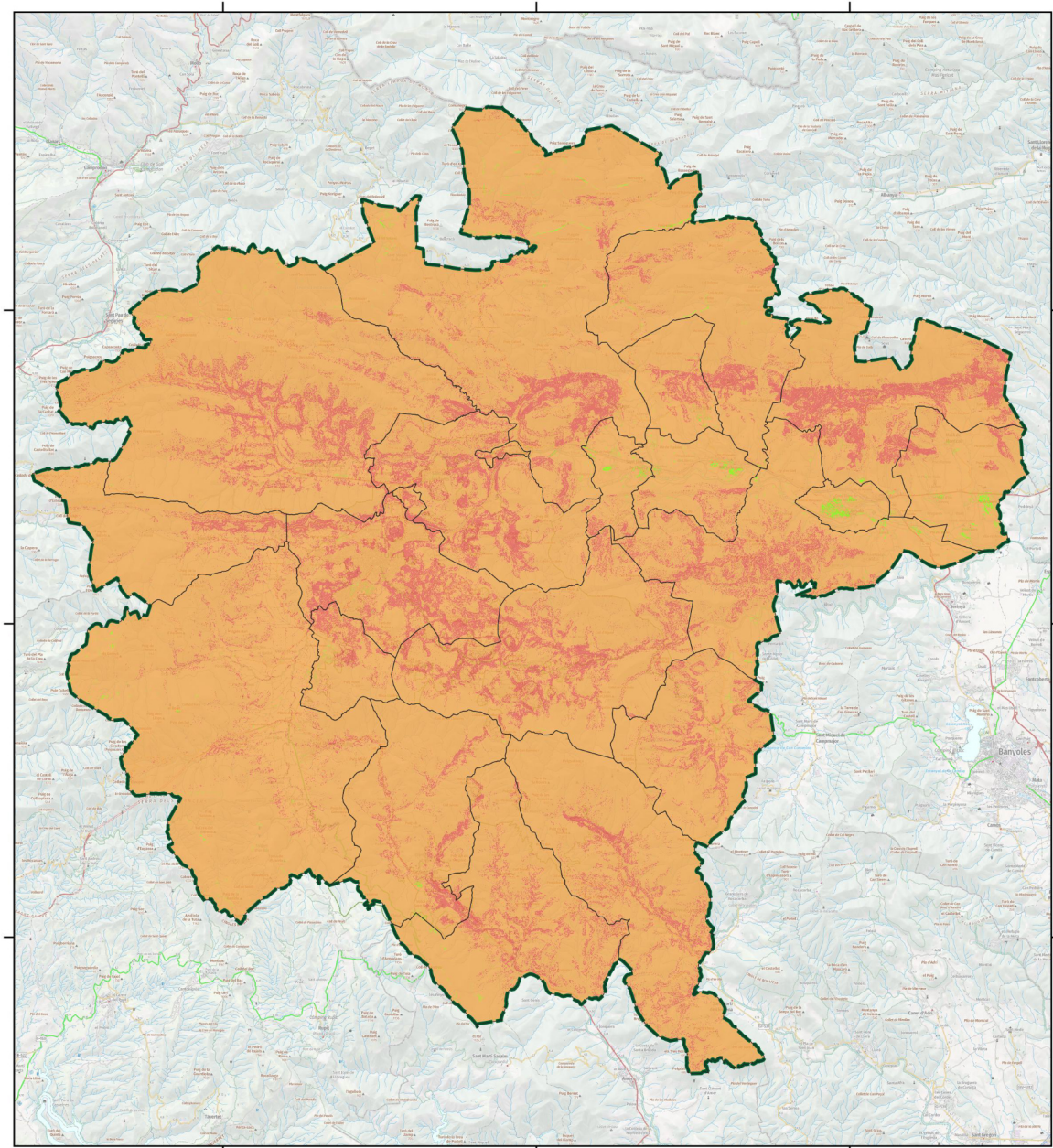


Annex 3

Mapes de susceptibilitat

Es mostren els mapes de susceptibilitat, que ofereixen informació sobre les zones propenses a la ocurrència dels perills naturals recollits a la base de dades de la Garrotxa (inundacions, esllavissades, desprendiments de roques, incendis forestals, terratrèmols i subsidències.





Límits municipals
 Límits comarcals
 Susceptibilitat:
 Baixa
 Mitjana
 Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

2.4.3 Esllavissades
Mapa de susceptibilitat

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N



Amb el suport de:







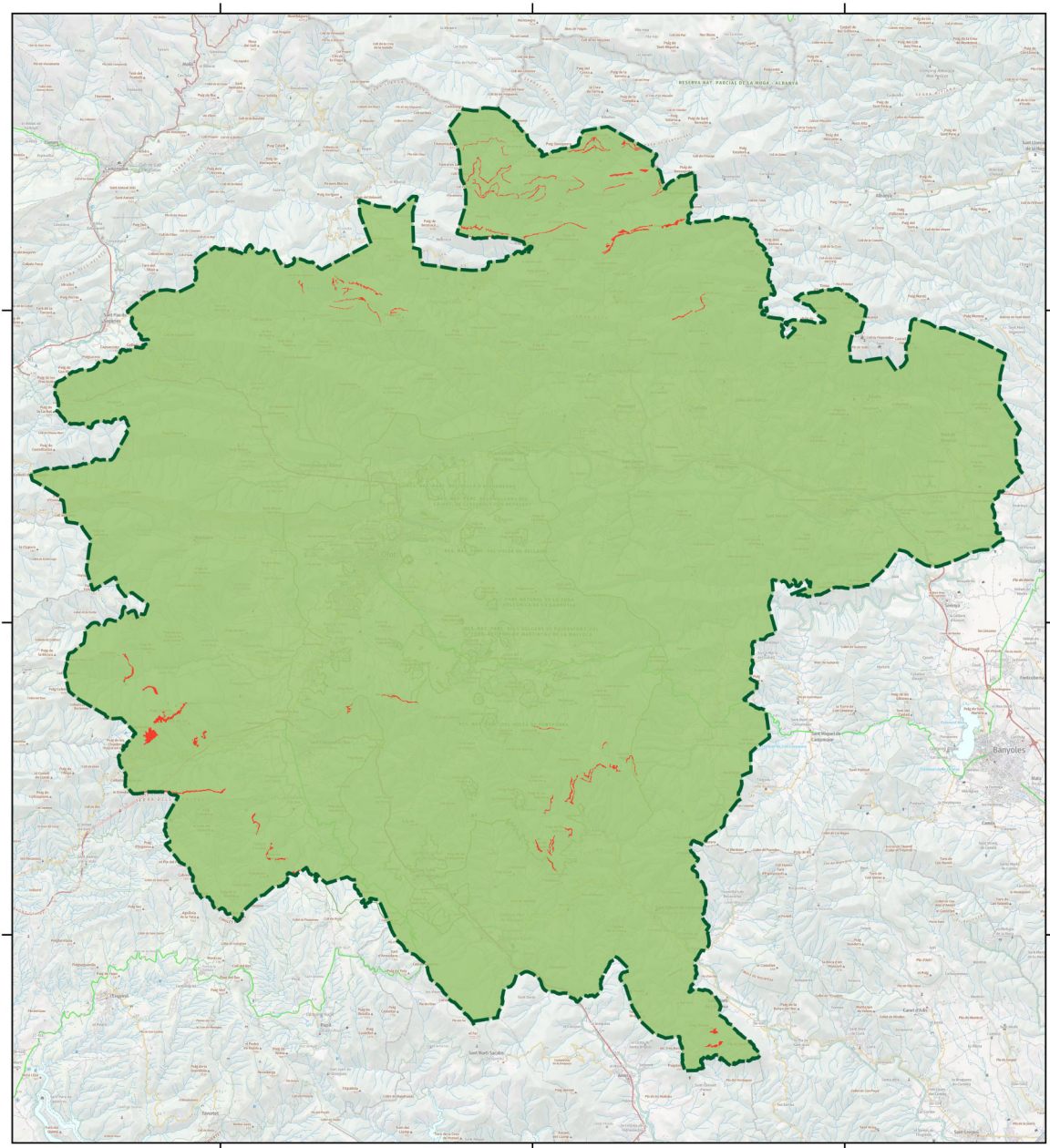
Coordinat per:





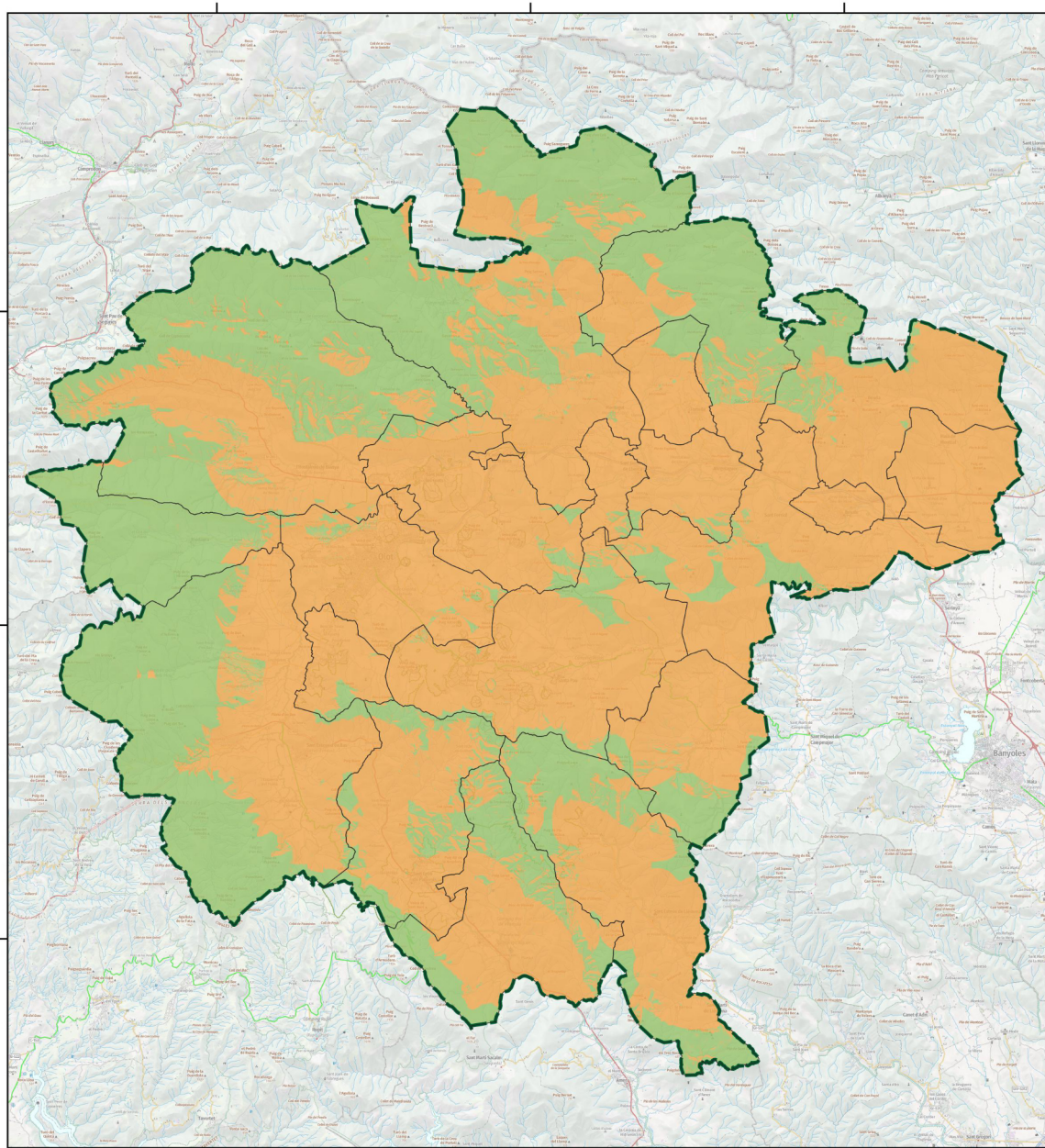
En col·laboració amb:



Límits municipals
 Límits comarcals
 Susceptibilitat:
 Baixa
 Mitjana
 Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 2.4.4 Despreniments Mapa de susceptibilitat	0 2,5 5 7,5 km
Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	Amb el suport de:  Coordinat per:  En col·laboració amb:



Límits municipals
 Límits comarcals

Susceptibilitat: Baixa Mitjana Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

2.4.5 Incendis forestals
Mapa de susceptibilitat

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



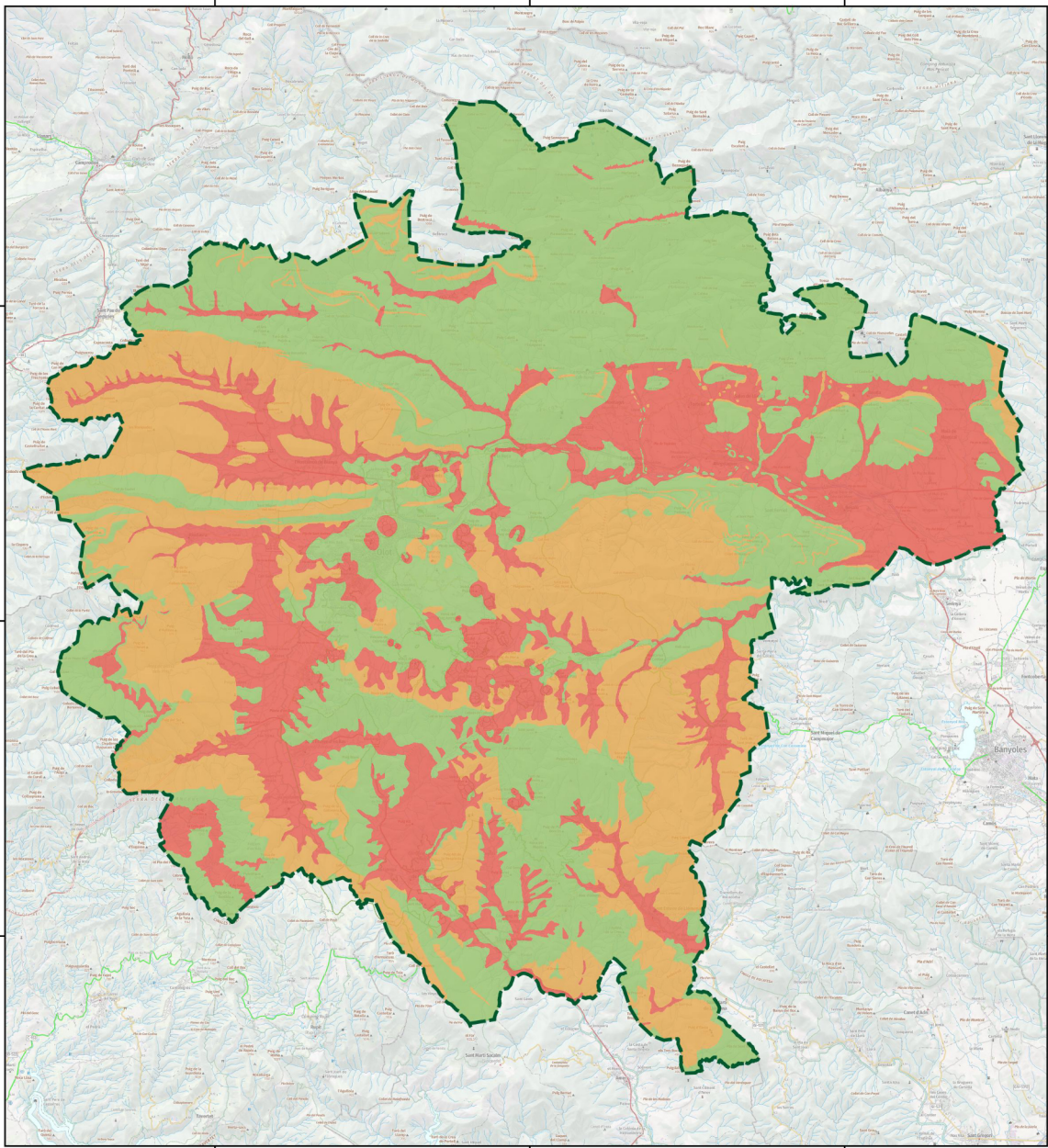
Amb el
suport de:



Coordinat per:

En col·laboració amb:





— Límits comarcals

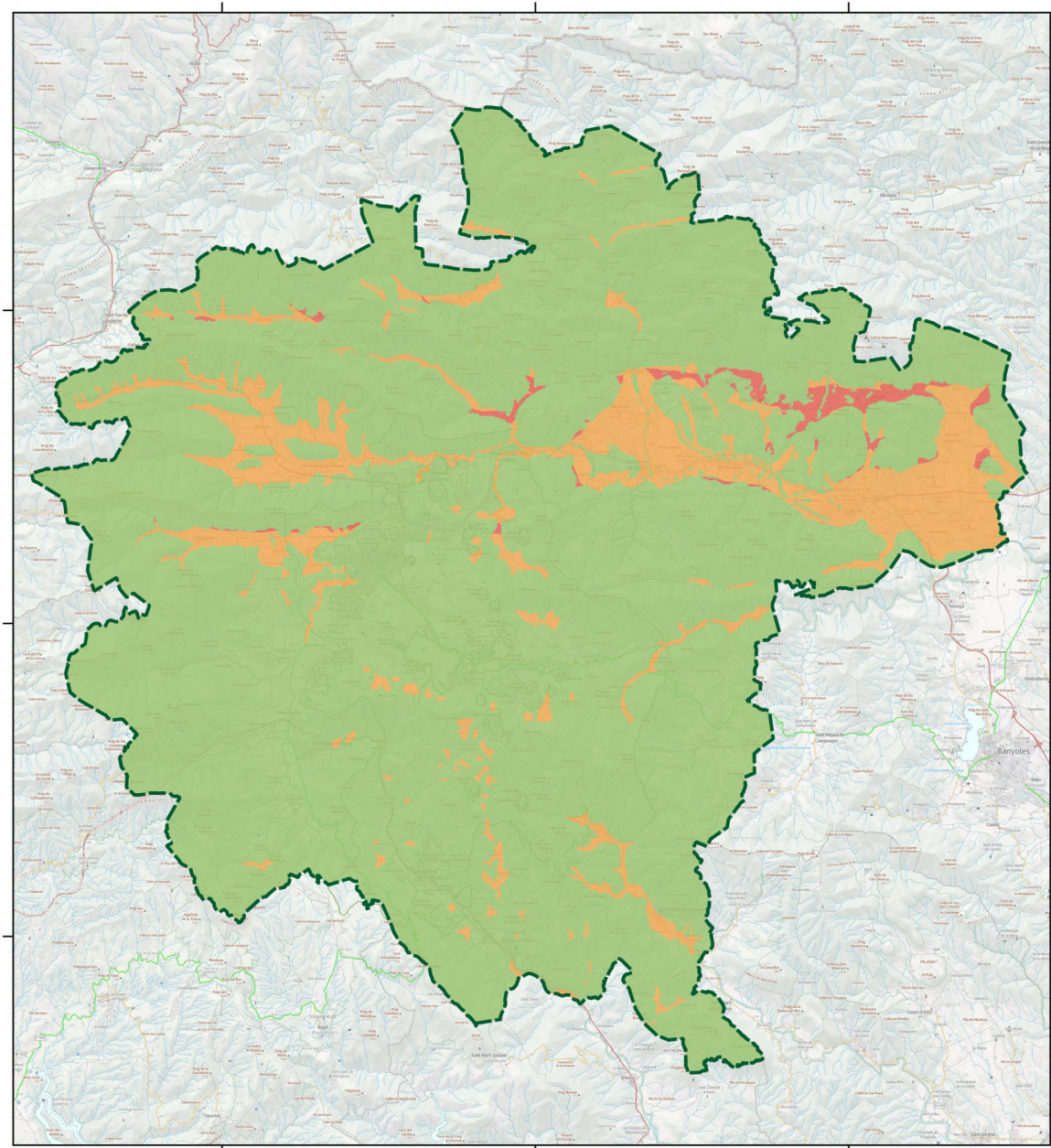
Amplificació sísmica:

Baixa

Mitjana

Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 2.4.6 Terratrèmols Mapa d'amplitud sísmica del terreny	0 2,5 5 7,5 km 
Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	Amb el suport de:  Coordinat per:  En col·laboració amb: 



Límits municipals
 Límits comarcals
 Susceptibilitat:
 Baixa
 Mitjana
 Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 2.4.7 Subsidiències Mapa de susceptibilitat	02,557,5 km
Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	Amb el suport de:  GOVERN DE CATALUNYA  MINISTERI DE POLÍTICA TERRITORIAL I D'URBANISME  DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I D'URBANISME  Garrotxa Comarca  Garrotxa Comarca Coordinat per:  CST  Garrotxa Comarca  Sigma En col·laboració amb:  Garrotxa Comarca  Sigma

Annex 4

Formulari distribuït de l'enquesta sobre el grau de percepció del risc a la comarca de la Garrotxa

Es mostra el formulari que es va redactar per a l'enquesta sobre el grau de percepció del risc natural a la comarca de la Garrotxa, distribuïda durant la duració d'aquest projecte.

Benvolgut/da! Aquesta és una enquesta anònima desenvolupada en el marc del projecte científic GarMultiRisk: *Riscos naturals i adaptació al canvi climàtic a la Garrotxa. Anàlisi del multiperill aplicat a la reducció de la vulnerabilitat territorial a zones de muntanya*.

L'objectiu d'aquesta enquesta és recollir informació sobre el grau de percepció dels riscos naturals a la comarca de la Garrotxa. Els resultats obtinguts de l'enquesta ens ajudaran a complementar el Pla de Reducció i Gestió del Risc Natural de la Garrotxa, que entregarem com a producte final del projecte al maig de 2025. És per aquesta raó que la seva aportació és molt valuosa per a nosaltres: gràcies pel seu temps i participació!

El projecte està coordinat pel Centre per a la Sostenibilitat Territorial (CST), el Consell Comarcal de la Garrotxa, el Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa (SIGMA) i el Servei d'Avaluació i Gestió de Riscos Naturals de l'IDAEA-CSIC (NRAMS).

Compta també amb el suport de la Fundació Biodiversitat del Ministeri per a la Transició Ecològica i Repte Demogràfic, a través de la Convocatòria de subvencions per a la realització de projectes que contribueixen a implementar el Pla Nacional d'Adaptació al Canvi Climàtic (2021-2030).

En aquesta enquesta, no recollim cap tipus de dades de contacte personals per garantir que sigui anònima. Tot i així, si es mostra interessat/a en fer un seguiment dels resultats del projecte o vol rebre informació sobre les sessions de retorn a la població que estan previstes per als mesos de maig-juny d'aquest any, pot escriure'ns a: centresostenibilitat@gmail.com i estarem encantats/es de respondre a les seves necessitats. També pot consultar la [pàgina web del CST on informem del projecte](#) o [el perfil de X](#).

Totes les respostes d'aquest qüestionari es tractaran de manera agregada i confidencial exclusivament amb finalitats estadístiques.

Amb quin gènere s'identifica? * (UNA opció)

- Home
- Dona
- No binari
- Prefereixo no contestar

Edat: * (UNA opció)

- Menys de 18 anys
- 18-25 anys
- 26-35 anys
- 36-45 anys
- 46-55 anys
- 56-65 anys
- 66-75 anys
- Més de 75 anys

Quins dels següents perills naturals creu que podrien afectar a la comarca de la Garrotxa en els pròxims 10 anys? * (MÚLTIPLE opció)

- Inundacions
- Incendis forestals
- Erupcions volcàniques
- Terratrèmols
- Moviments del terreny (caigudes de roca, esllavissades, subsidències)
- Sequeres
- Cap
- No ho sé

Marqui les caselles corresponents si ha escoltat, vist o patit impactes derivats d'alguns dels següents perills naturals dins de la comarca de la Garrotxa: * (MÚLTIPLE opció)

- Inundacions
- Incendis forestals
- Erupcions volcàniques
- Terratrèmols
- Moviments del terreny (caigudes de roca, esllavissades, subsidències)
- Sequeres
- Cap
- No ho sé

Quin és el perill natural que més li preocupa en el context de la comarca de la Garrotxa? * (UNA opció)

- Inundacions
- Incendis forestals
- Erupcions volcàniques
- Terratrèmols
- Moviments del terreny (caigudes de roca, esllavissades, subsidències)
- Sequeres
- Cap
- No ho sé

Ha escoltat mai a parlar sobre el concepte 'multiperill natural'? * (UNA opció)

- Sí
- No

Si és que sí, descriu-lo breument: (Resposta oberta)

De l'1 al 5, quin creu que és el seu grau de preparació i/o capacitat de reacció en cas que hi hagués una crisi derivada de l'impacte d'algun perill natural a la Garrotxa: * (UNA opció)

Molt baix 1 2 3 4 5 Molt alt

De l'1 al 5, quin és el seu grau de confiança en les autoritats competents de la gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa: * (UNA opció)

Molt baix 1 2 3 4 5 Molt alt

Té accés a Internet des d'un dispositiu propi? * (UNA opció)

- Sí
- No

Nivell d'estudis assolit:* (UNA opció)

- Sense estudis
- Educació primària
- Educació secundària
- Formació professional
- Estudis universitaris o superiors
- Altres

Situació laboral actual:* (UNA opció)

- Estudiant
- Treballador/a
- Aturat/a
- Baixa laboral
- Jubilat/a
- Altres

A quin sector es dedica actualment?
(UNA opció)

- Sector Salut
- Sector Educació i Formació
- Sector Indústria
- Sector Administració Pública
- Sector Agrícola/Ramader
- Sector Turisme/Hosteleria
- Sector Recerca
- Sector Artístic
- Sector Comunicació
- Altres

Resideix actualment a la comarca de la Garrotxa?* (UNA opció)

- Sí
- No

Si la resposta és 'Sí', des de fa quant temps? (UNA opció)

- Menys d'1 any
- 1-5 anys
- 6-10 anys
- Més de 10 anys

En cas de viure a la Garrotxa, quin és el seu municipi de residència? (UNA opció)

- Argelaguer
- Besalú
- Beuda
- Castellfollit de la Roca
- Maià de Montcal
- Mieres
- Montagut i Oix
- Olot
- Les Planes d'Hostoles
- Les Preses
- Riudaura
- Sales de Llierca
- Sant Aniol de Finestres
- Sant Feliu de Pallerols
- Sant Ferriol
- Sant Jaume de Llierca
- Sant Joan les Fonts
- Santa Pau
- Tortellà
- La Vall d'en Bas
- La Vall de Bianya

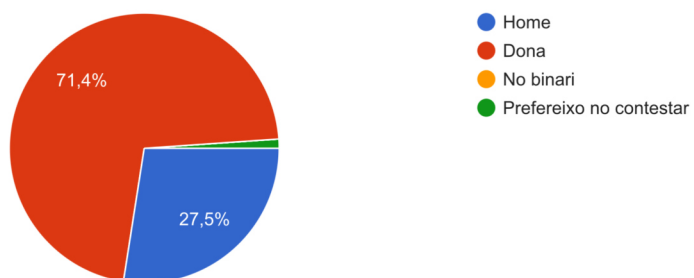
Annex 5

Resultats de l'enquesta del grau de percepció del risc natural a la comarca de la Garrotxa

Es mostren els resultats que s'han obtingut de l'enquesta del grau de percepció del risc natural a la comarca de la Garrotxa, distribuïda durant el projecte GarMultiRisk.

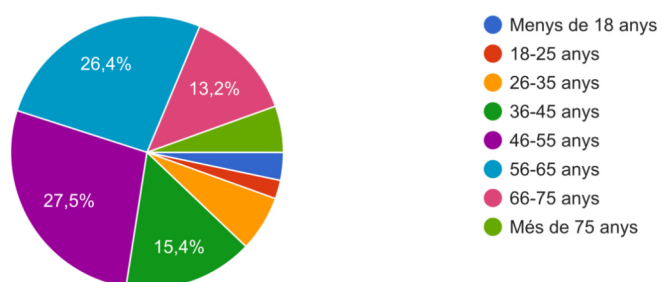
Amb quin gènere s'identifica?

91 respostes



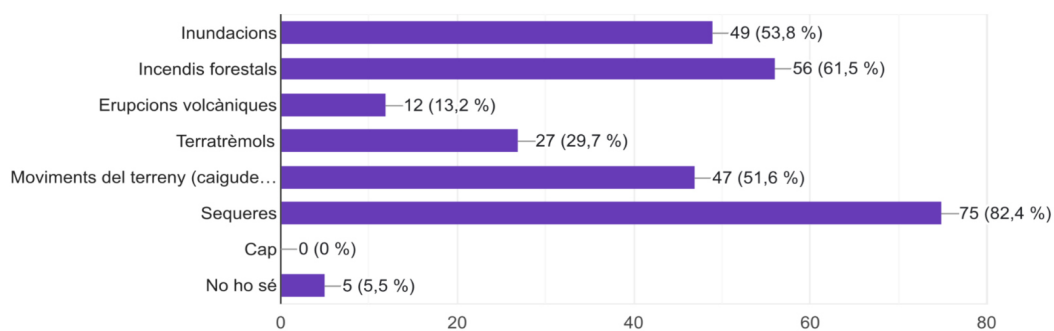
Edat:

91 respostes



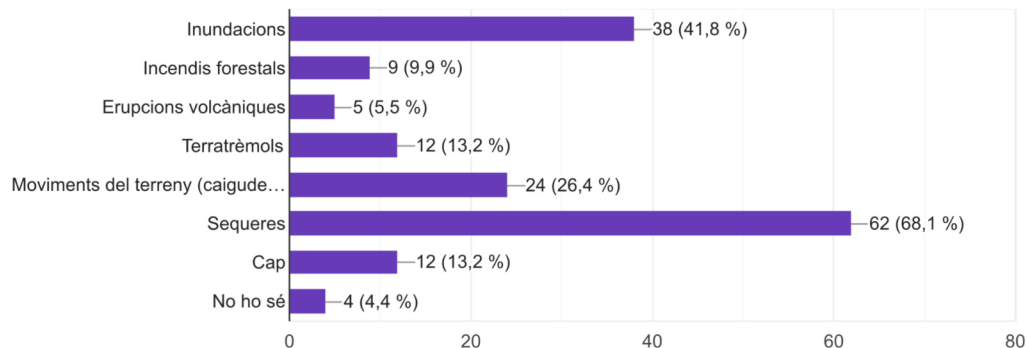
Quins dels següents perills naturals creu que podrien afectar a la comarca de la Garrotxa en els pròxims 10 anys?

91 respostes



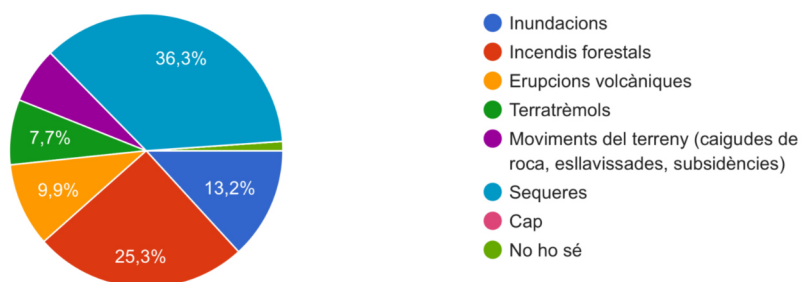
Marqui les caselles corresponents si ha escoltat, vist o patit impactes derivats d'alguns dels següents perills naturals dins de la comarca de la Garrotxa:

91 respostes



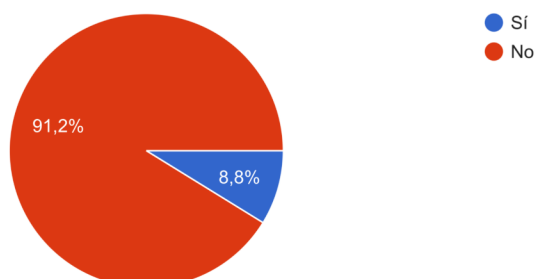
Quin és el perill natural que més li preocupa en el context de la comarca de la Garrotxa?

91 respostes



Ha escoltat mai a parlar sobre el concepte "multiperill natural"?

91 respostes



Si és que sí, descriu-lo breument:

9 respostes

No com a multiperill, però si el fet de que en un territori és poden donar diferents situacions de perill.

La relació causa- conseqüència entre diversos desastres naturals

Un perill natural en desencadena d'altres

.

Situació en la que poden coincidir/conviure en un espai curt de temps dos o mes riscos naturals.

La concenatació de perills geològics on un provoca el següent.

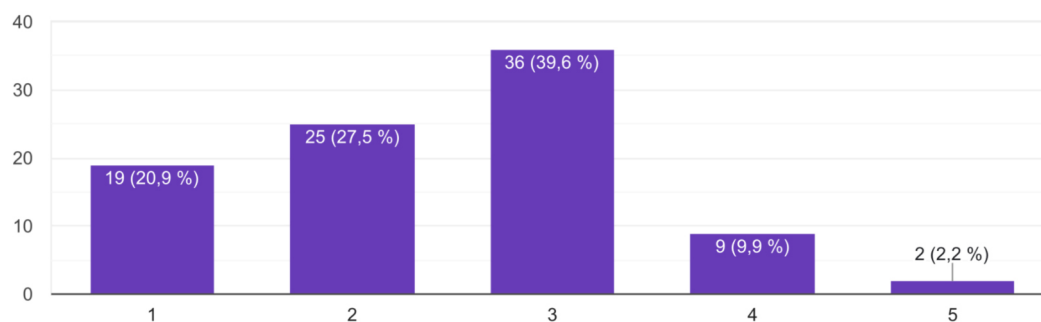
Possibilitat diferents perills d'oríen a la natura

Quan l'impacte d'un perill natural pot provocar un efecte en cascada d'altres perills naturals.

No ho he escoltat però interpreto que és el desencadenant que pot tenir un perill cap a altres, que es sumen a conseqüència d'altres.

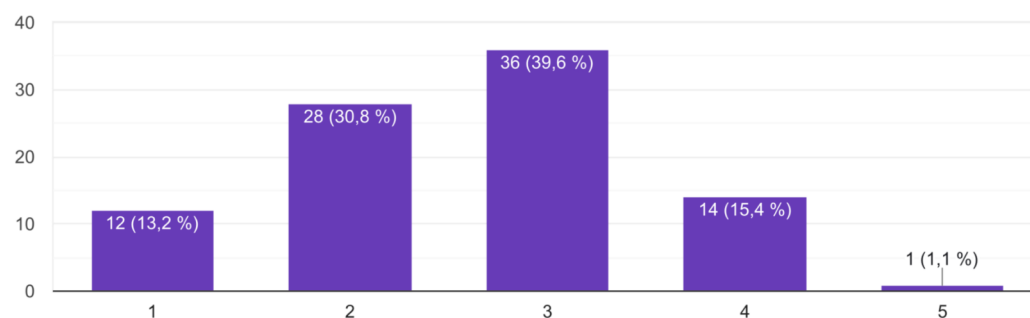
De l'1 al 5, quin creu que és el seu grau de preparació i/o capacitat de reacció en cas que hi hagués una crisi derivada de l'impacte d'algun perill natural a la Garrotxa:

91 respostes



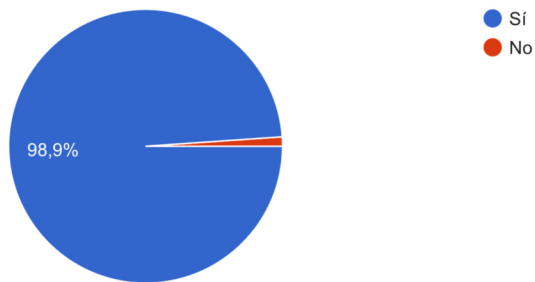
De l'1 al 5, quin és el seu grau de confiança en les autoritats competents de la gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa:

91 respostes



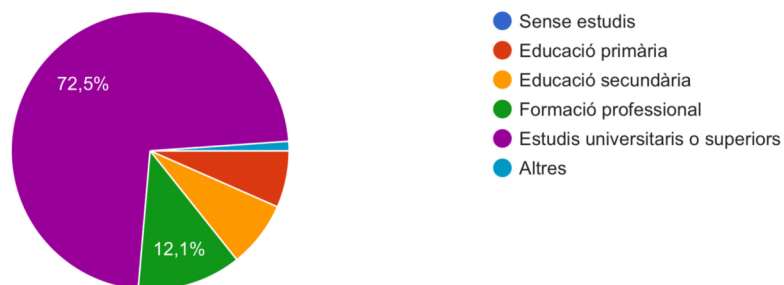
Té accés a Internet des d'un dispositiu propi?

91 respostes



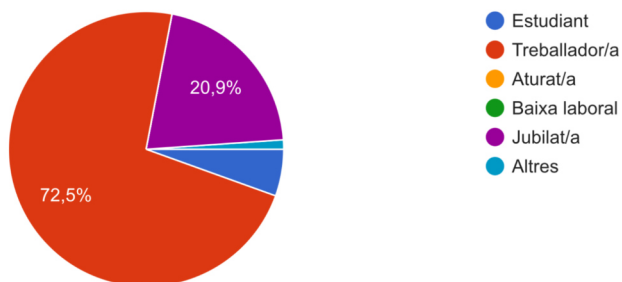
Nivell d'estudis assolit:

91 respostes



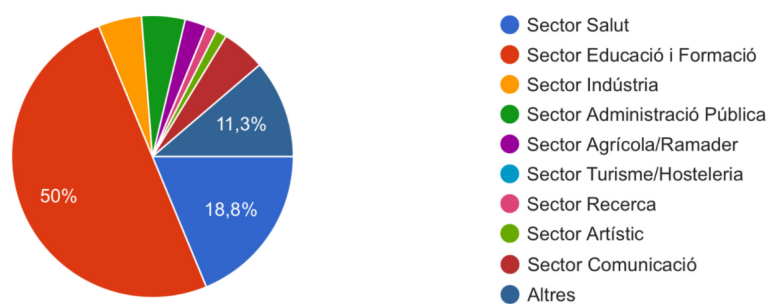
Situació laboral actual:

91 respostes



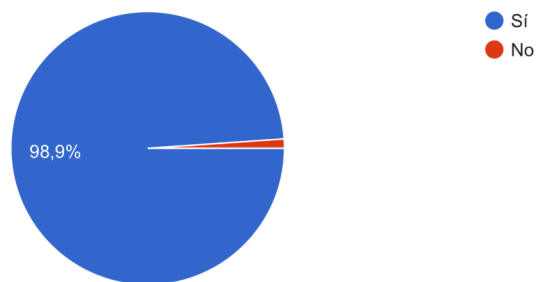
A quin sector es dedica actualment?

80 respostes



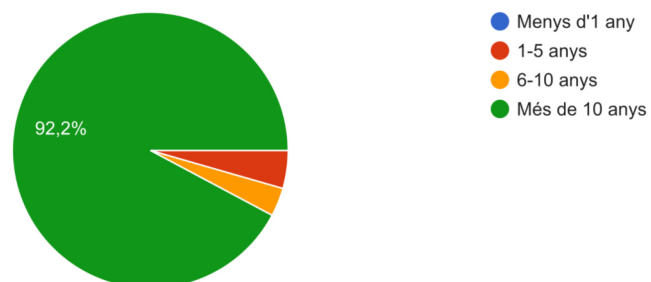
Resideix actualment a la comarca de la Garrotxa?

91 respostes



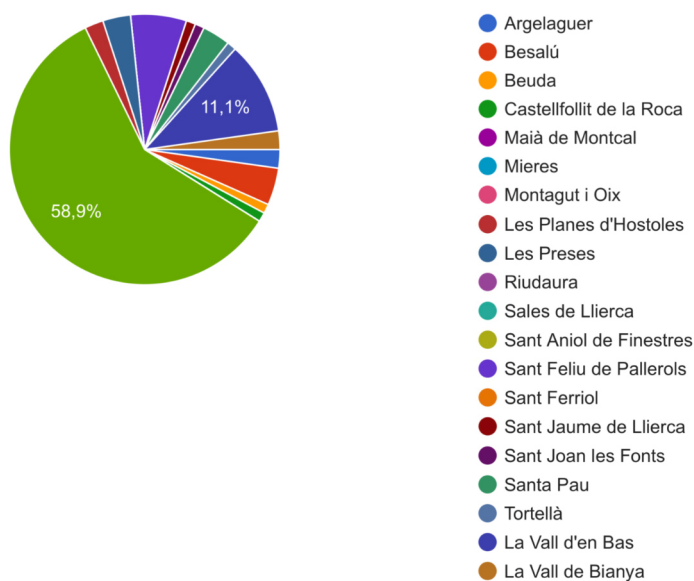
Si la resposta és "Sí", des de fa quant temps?

90 respostes



En cas de viure a la Garrotxa, quin és el seu municipi de residència?

90 respostes



Annex 6

Customer Maps o Mapes de clients

Es mostren els resultats obtinguts dels tallers de formació dirigits a personal tècnic, d'emergències i representants polítics.

Es representen en forma de taules (*customer maps* o mapes de clients) per tal de veure quina és la relació entre el potencial client (en aquest cas, personal tècnic, d'emergències i representants polítics) i el servei ofert (en aquest cas, els productes en forma de mapes, visors i informes). S'informa de les necessitats identificades, si aquestes poden ser adreçades per l'equip científic del projecte GarMultiRisk i s'especifiquen comentaris generals derivats.

1. Mapes

Representants polítics	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Escala municipal i comarcal	Oferim	En escala municipal, dependrà del detall, no podrem.
Tenir en compte nuclis disseminats	Oferim	Superposició de capes en el mapa.
Xarxa viària afectada	Oferim	Superposició de capes en el mapa.
On construir franges de seguretat	Ja en tenen	Planificació d'incendis
Tenir en compte fenòmens meteorològics com vent i pedregades	Oferim	Seràn considerades com a variables
Mapa escenaris futurs	Oferim	
Mapa de susceptibilitat + capes d'infraestructures	Oferim	Producte serà mapa de perillositat, multiperillositat i escenaris futurs. Després es podran activar/desactivar capes segons interessos
Digital	Oferim	
Editable	No oferim	Opció editable serà restringida, com a molt, activar/desactivar capes. Més editable serà per a tècnics que faran servir arxius en Qgis o similar.
En paper	Oferim	
Llenguatge adaptat al públic general	Ja en tenen	En cas d'una emergència, ja tenen infografies del Departament d'Interior.
Centre coordinador comarcal ambiental	Ja en tenen	SIGMA
Formació	Oferim	Prevista sessió de formació abans de maig de 2025 per fer servir eines resultants del projecte.
Incloure capes de: - Camins i carreteres - Inundabilitat i afectació - Camps de conreu - Zones boscoses	Ja en tenen	Planificació d'incendis

Bombers	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Saber com distribuir recursos materials i efectius segons on sigui l'emergència	Oferim	A partir dels mapes de perillositat individual, multiperillositat i escenaris futurs, podran superposar capes i ajudarà en la seva gestió del risc.
Previsió del risc actualitzada constantment	No oferim	Productes finals s'entreguen el 2025. No en farem seguiment un cop s'inicia un fenomen concret. Necessitat de moltes dades i variables que no tenim. No abast projecte.
Identificació territorial i abast del fenomen (on afecta)	Oferim	
Quines són les rutes segures per desplaçar-se	Oferim	Mapes + superposició de capes
Poder actuar de forma preventiva	Oferim	
Digital	Oferim	
Disponible online/offline	Oferim	
Accessible des de diferents dispositius	Oferim	
Mapa tipus previsió meteorològica amb barra del temps dinàmica	No oferim	
Infraestructures vulnerables davant els fenòmens naturals	Oferim	Mapes + superposició de capes
Capa de materials geològics	Ja en tenen	Incloure com a capa a activar/desactivar
Consens i estandarització de colors/símbols/llegenda de tots els nostres materials i ajustar a existents	Oferim	
Molt visual, màxima info dins el mateix mapa	Oferim	
Incloure ventades	Oferim	Recollir informació de l'àrea d'afectació del vent, força, direcció. Demanar a AEMET, METEOCAT
Evolució de l'onada de les inundacions	Oferim	Mapa escenaris futurs
Escalable: urbà, local (municipi), regional, comarcal	Oferim	Depenent de nivell de detall, potser no podem entrar o no serà tan exacte
Formació per a l'ús d'eines	Oferim	Abans que s'acabi el projecte

Personal tècnic de Medi Ambient	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Ajuda per a la planificació urbanística del POUM	Oferim	Depenent del nivell de detall, potser no serà suficient amb els nostres mapes
Actualització de les dades dels mapes després d'un fenomen	No oferim	Projecte de durada fins 2025. Caldrà que tinguin algú que s'encarregui d'aquestes tasques
Preveure afectacions de possibles inundacions i poder-se avançar	Oferim	Mapa + superposició de capes
Afectació de les pedregades (mapeig) i interacció amb elements vulnerables	Oferim	Considerar com a variable seguint un model de cendra volcànica. Mapa de distribució
Actuar de forma preventiva	Oferim	
Digital i interactiu	Oferim	
Dinàmic	No oferim	En el sentit que no hi haurà una evolució al moment del fenomen natural
Local i comarcal	Oferim	Depenent de nivell de detall, no tanta precisió
Saber interacció entre diferents perills (multiperill) i com afecta	Oferim	
En el mapa de multiperill, saber quins s'han considerat, poder activar/desactivar capes	Oferim	
Escalable: urbà, local (municipi), regional, comarcal	Oferim	Depenent de nivell de detall, potser no podrem entrar o no serà tan exacte
Formació per a l'ús d'eines	Oferim	Abans que s'acabi el projecte

Personal d'emergències	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Mapes de vulnerabilitat urbana: zones inundables, zones geològiques amb risc, zones forestals	No oferim	Depenent de nivell de detall, a escala urbana més difícil
Actuar de forma preventiva	Oferim	
Àmbit municipal	Oferim	
Simulacions d'escenaris futurs	Oferim	
Que serveixi per poder desenvolupar plans urbanístics i ubicar zones amb més risc	Oferim	Depenent de nivell de detall, no
Incloure pedregades	Oferim	
Saber en el mapa de multiperill quins perills s'han considerat, com interaccionen.	Oferim	
Formació per a l'ús d'eines	Oferim	

2. Informes

Representants polítics	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Recomanacions	Oferim	Però no a nivell de prendre decisions. Ens limitem a resultats científics sobre el(s) fenomen(s) natural(s) concret(s)
Punts crítics ben localitzats i definits	Oferim	
Format infografia/plantilla editable	No oferim	Informe serà purament informatiu, no editable, complementari als mapes
Incloure mapa local + recomanacions	Oferim	Que sigui localitzat, no recomanacions generals
Concret per a la zona	Oferim	
Digital	Oferim	
Paper i que es reparteixi per municipis	Oferim	Producte serà mapa de perillositat, multiperillositat i escenaris futurs. Després es podran activar/desactivar capes segons interessos

Representants polítics	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Poca informació i útil	Oferim	
Ampliació de la informació del mapa	Oferim	
Diferents nivells d'informació segons públic a qui es dirigeix	No oferim	El nostre producte serà per a representants polítics (gestors del risc)
Unificació base de dades diferents cossos/agents implicats	No oferim	No depèn de nosaltres
Entitat tipus Protecció Civil que tingui efectius per donar suport	Ja en tenen	Conveni d'emergències + grup d'emergències comarcal
Suport tècnic i humà que ajudi a recollir informació sobre danys, punts crítics, infraestructura	No oferim	Nosaltres estem fent una base de dades només dels perills naturals

Bombers	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Diaris actualitzats, a mesura que ocorre el fenomen	No oferim	Informe és complementari al mapa i és un document estàtic que s'entregarà el maig de 2025. No s'actualitza
Previs a emergència	No oferim	
Necessaris per a l'actuació	No oferim	
Àmbit territorial	Oferim	
Diagnòstic dels punts amb més perill	Oferim	
Digital	Oferim	
Descarregable	Oferim	
Accessible i apte per compartir	Oferim	
Fàcil	Oferim	
Informació clau, precisa i selectiva	Oferim	
Millorar canals d'informació	No oferim	No depèn de nosaltres
Protocolització comuna	No oferim	No depèn de nosaltres
Terminologia comuna	Ja en tenen	Guies escrites d'aquest tema

Personal tècnic de Medi Ambient	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Apartats: informació, recomanacions davant emergència, previsions possibles	Oferim	Recomanacions des de l'àmbit científic, NO presa de decisions política final
Informe després de l'episodi per veure afectacions per fer posteriors tasques de restauració	No oferim	Projecte acaba el maig de 2025
Punts amb més perill	Oferim	
Digital	Oferim	
Mòbil i ordinador	Oferim	
Consultar per Internet	Oferim	
Previsió: probabilitat, dimensió, quantificació, gràfics, recomanacions	Oferim	
Text i diagrames	Oferim	
Llenguatge: clar i curt, tipus taula, assertiu	Oferim	
Mapa més tècnic	Oferim	
Mapa més visual i simplificat per a ciutadania	No oferim	

Personal d'emergències	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Actuacions de prevenció de la gestió del risc al territori (incendis, inundacions)	Oferim	
Punts amb més perill (diagnòstic)	Oferim	
Quan rebem avis CECAT, que poguem contrastar amb informe vostre. Exemple: ventades on es produiran, on més risc? (mirar com són avisos CECAT)	Oferim	Mirar com són els avisos del CECAT per tal que realment ho puguin comparar amb els nostres productes.

3. Visor

Representants polítics	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Regional i local	Oferim	
Visor tipus Qgis el més complert	Oferim	Potser no adequat com a producte per als representants polítics
Visor tipus Google Earth	Oferim	Més adequat per a polítics
Cartografia de masies i dades de contacte	Ja en tenen	Disponible al DUPROCIM i seran els cossos d'emergència els que diran a quina zona han d'avisar
Formació Qgis i eines	Oferim	Però potser en el cas de representants polítics no caldrà eina QGis
Incloure capes de camins d'emergència forestal		Oferim, disponible en BD?

Bombers	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Seleccionable	Oferim	
Regional i local	Oferim	
Arxius <i>shapefile</i> per poder utilitzar-los en ArcGis i ArcGis Earth	Oferim	
Per al públic general, visor web més simple	Oferim	
Eina fàcil/àgil	Oferim	
Llegenda entenedora	Oferim	
Formació	Oferim	
Selecció de rang temporal	No oferim	
Simulació evolució del risc	No oferim	El fenomen que s'està donant en aquell moment, NO. Però sí mapa d'escenaris futurs.
Veure diferents escenaris del risc	Oferim	Guies escrites d'aquest tema

Personal tècnic de Medi Ambient	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Digital, interactiu, dinàmic	Oferim	
QGis	Oferim	
Per al ciutadà, visor més clar i interpretable (instamaps o Google Earth)		
Incloure capa de densitat de població	Oferim	Incloure
Eina comuna per a totes les administracions que englobi tota la informació gràfica de cadascuna	No oferim	No depèn de nosaltres
Unificació de criteris: es bolquin totes les dades de les administracions a nivell autonòmic	No oferim	
Simple	Oferim	
Veure diferents escenaris	Oferim	

Personal d'emergències	Equip científic del projecte GarMultiRisk	
NECESSITATS	OFERIM / NO OFERIM / JA EN TENEN	COMENTARIS GENERALS
Simplicitat ús simulador	Oferim	
Punts amb més perill (diagnòstic)	Oferim	
Definir a portaveus de la comarca que puguin gestionar el visor un cop feta la formació	No oferim	No depèn de nosaltres
Veure diferents escenaris	Oferim	

Annex 7

Mapa d'estacions de monitoratge

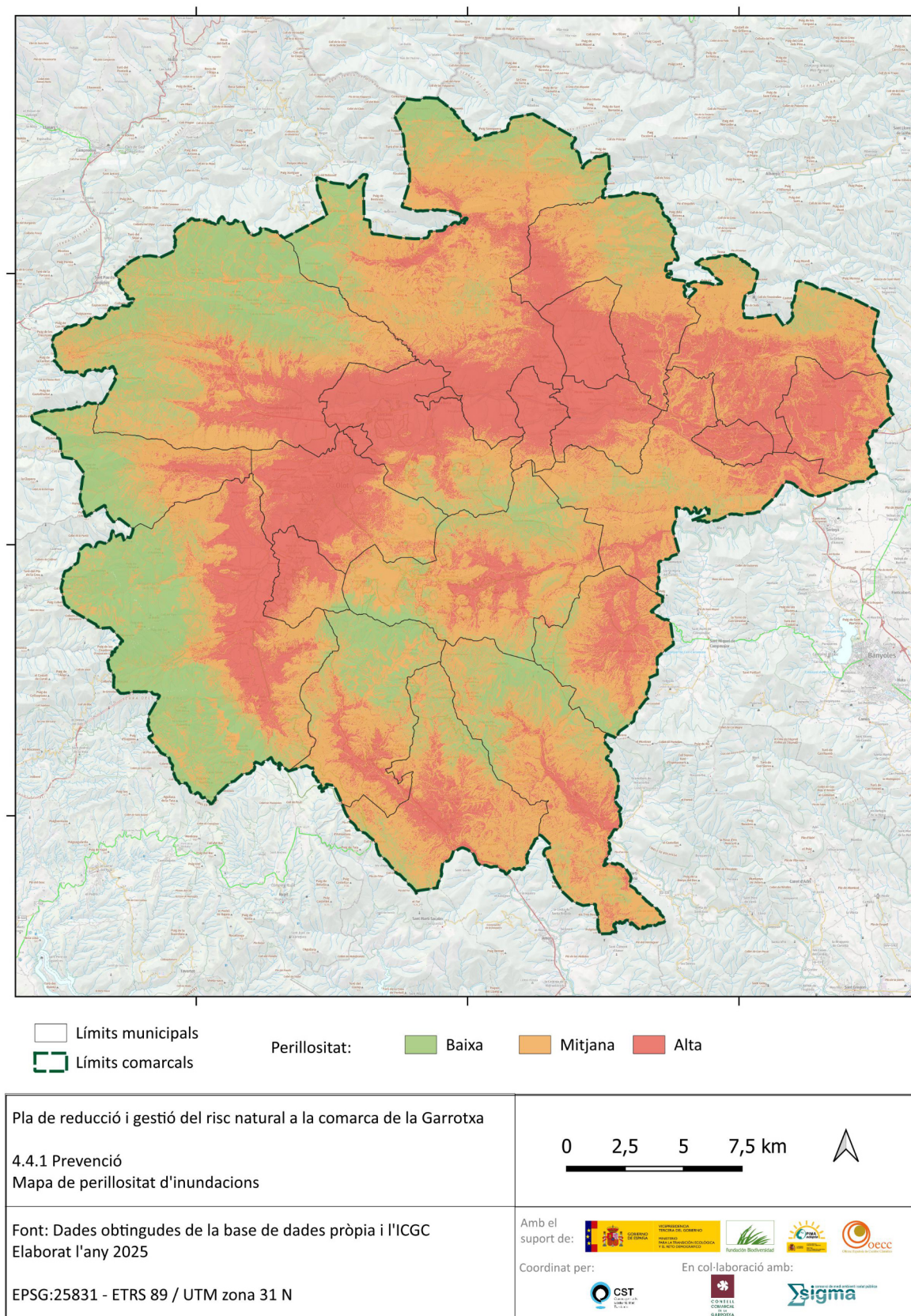
Es mostra el mapa d'estacions de monitoratge de la comarca de la Garrotxa identificades durant el projecte GarMultiRisk.

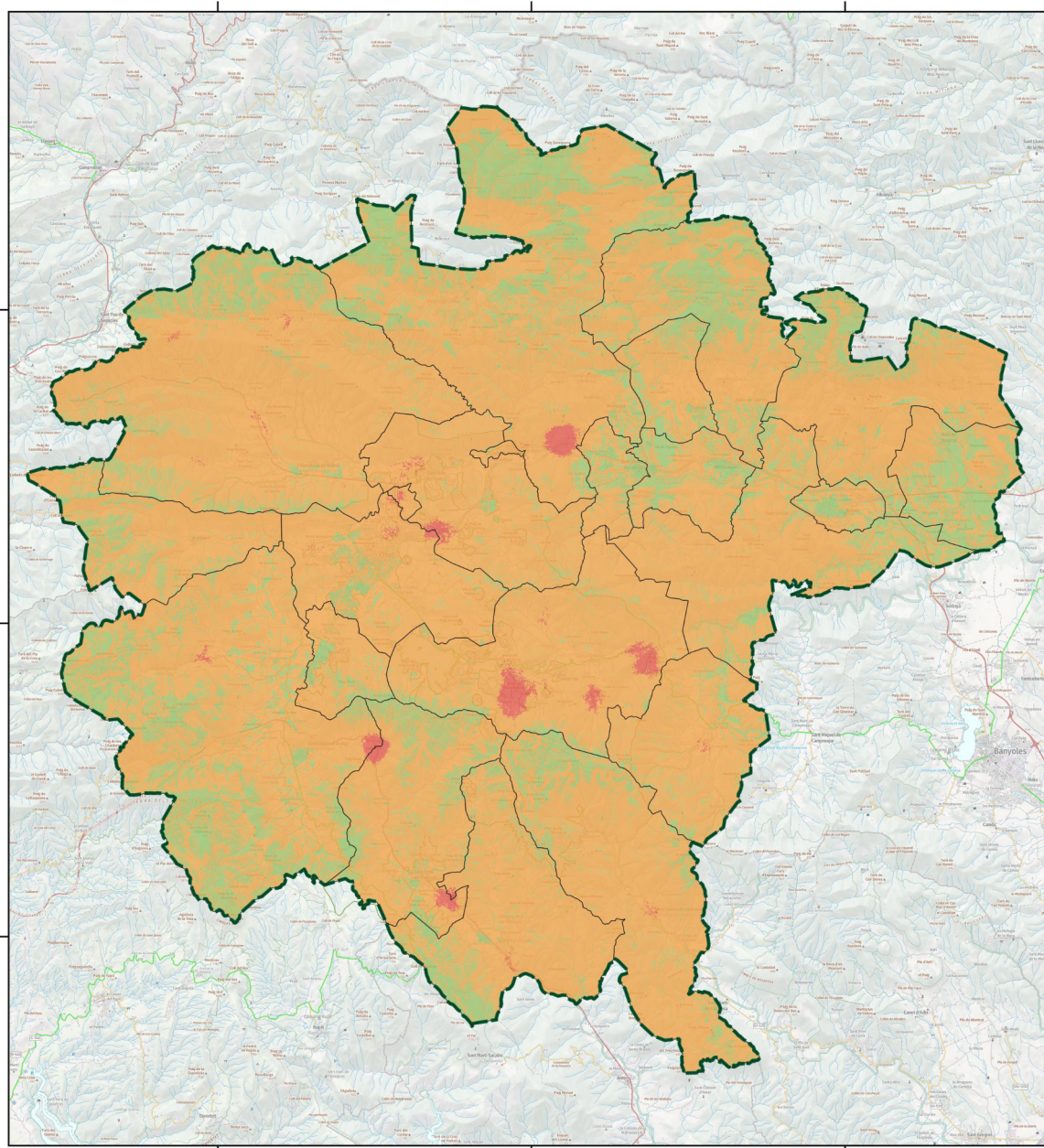
- | | |
|---|---|
| <p>Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa</p> <p>4.2 Pla de monitoratge</p> | |
| <p>Font: Dades obtingudes de l'ICGC, AEMET, ACA, METEOCAT, i SIGMA</p> <p>Elaborat l'any 2025</p> <p>EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N</p> | <p>Amb el suport de:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div> <p>Coordinat per:</p> <p>En col·laboració amb:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div> |

Annex 8

Mapes de perillositat

Es mostren tots els mapes de perillositat (individuals i total) per als diferents perills naturals recopil·lats (inundacions, esllavissades, desprendiments de roques, incendis forestals, terratrèmols i subsidències) i ocorreguts a la comarca de la Garrotxa durant el període temporal estudiat (1900-2023).





□ Límits municipals
 □ Límits comarcals

Perillositat:

■ Baixa

■ Mitjana

■ Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Prevenció

Mapa de perillositat d'esllavissades

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
 Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



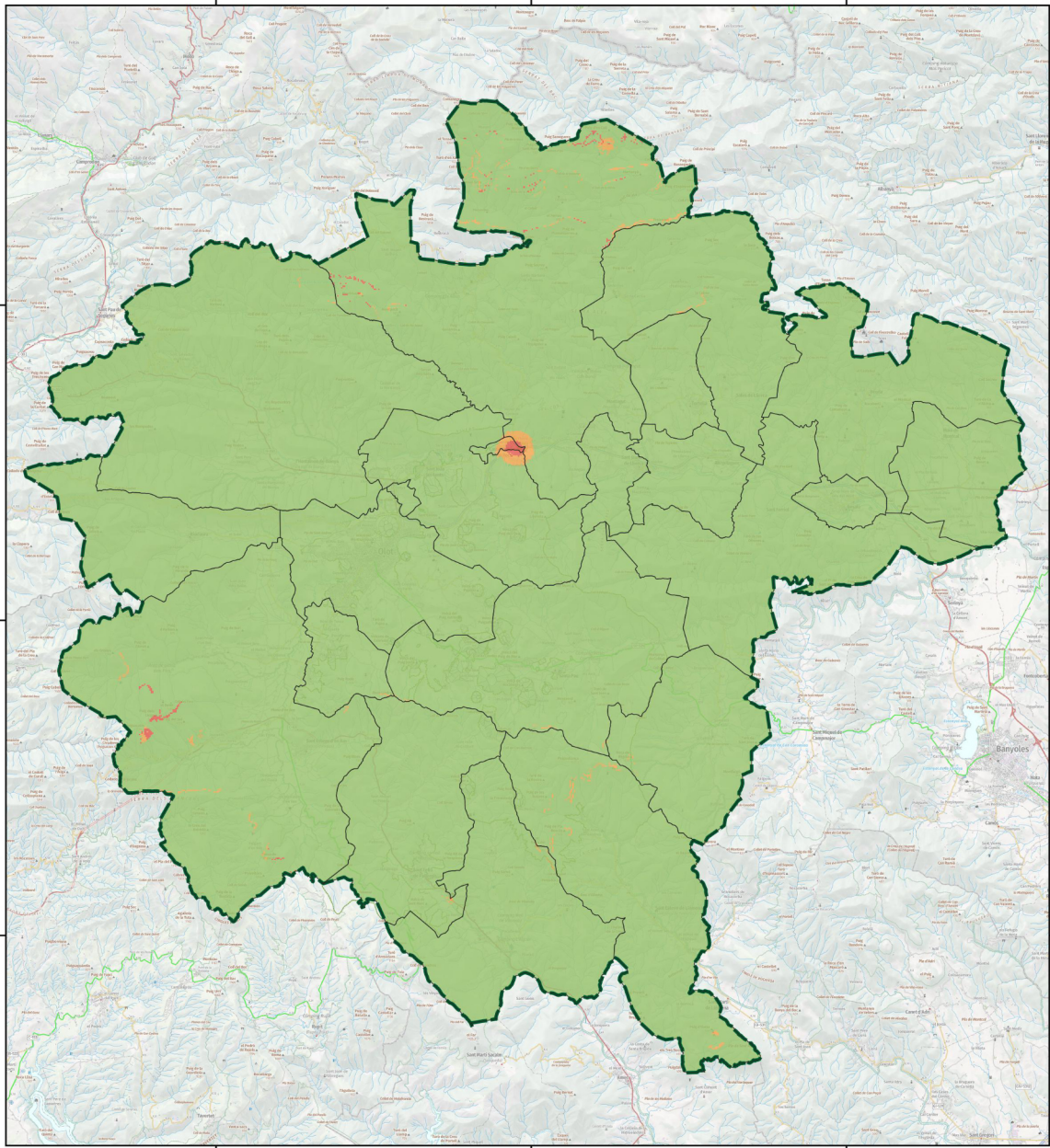
Amb el
 suport de:



Coordinat per:

En col·laboració amb:

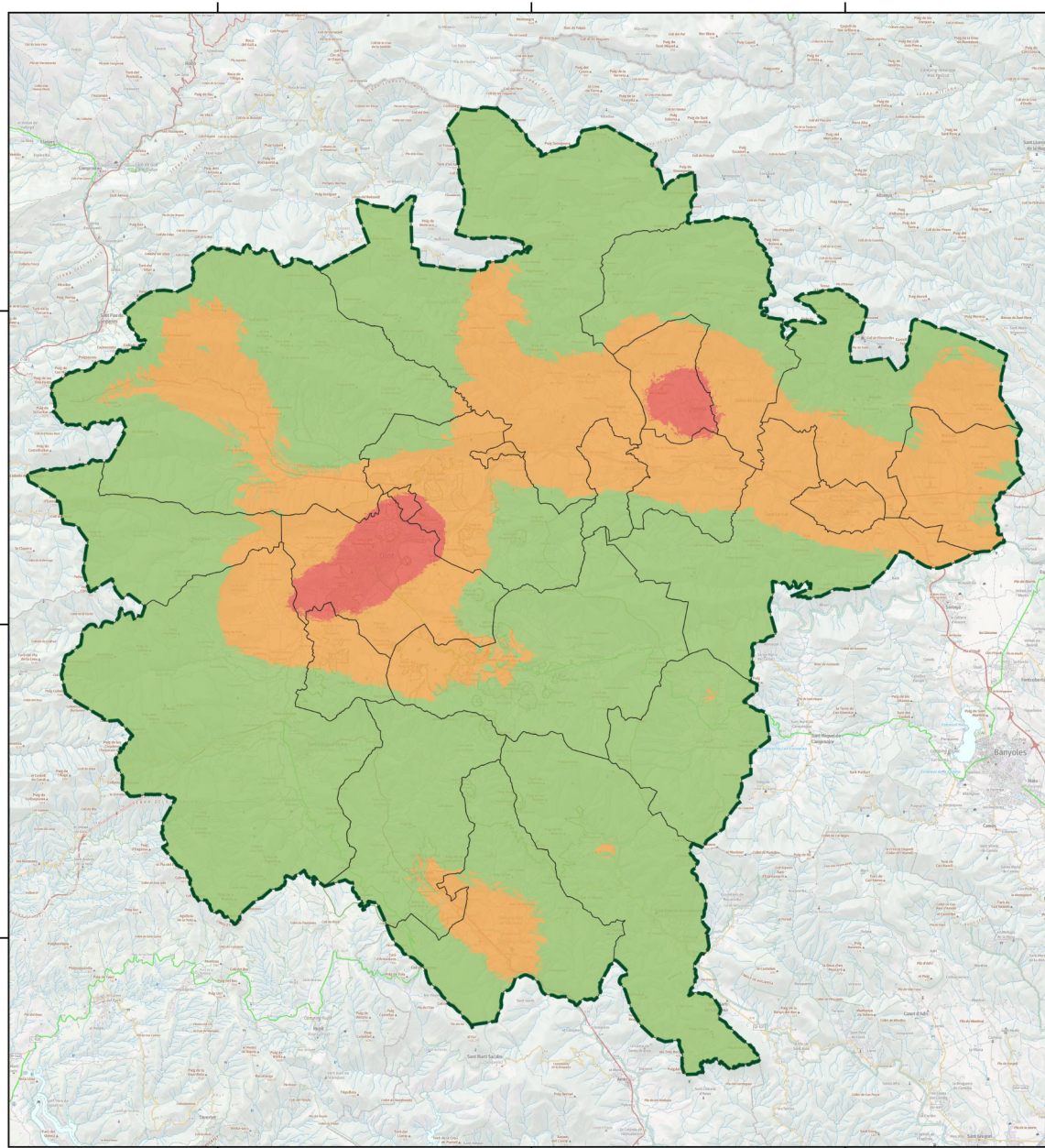




— Límits municipals
— Límits comarcals

Perillositat: Baixa Mitjana Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 4.4.1 Prevenció Mapa de perillositat de desprendiments	0 2,5 5 7,5 km ▲
Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	Amb el suport de: Coordinat per: En col·laboració amb:



Límits municipals
 Límits comarcals

Perillositat:

Baixa

Mitjana

Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Prevenció
Mapa de perillositat d'incendis

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



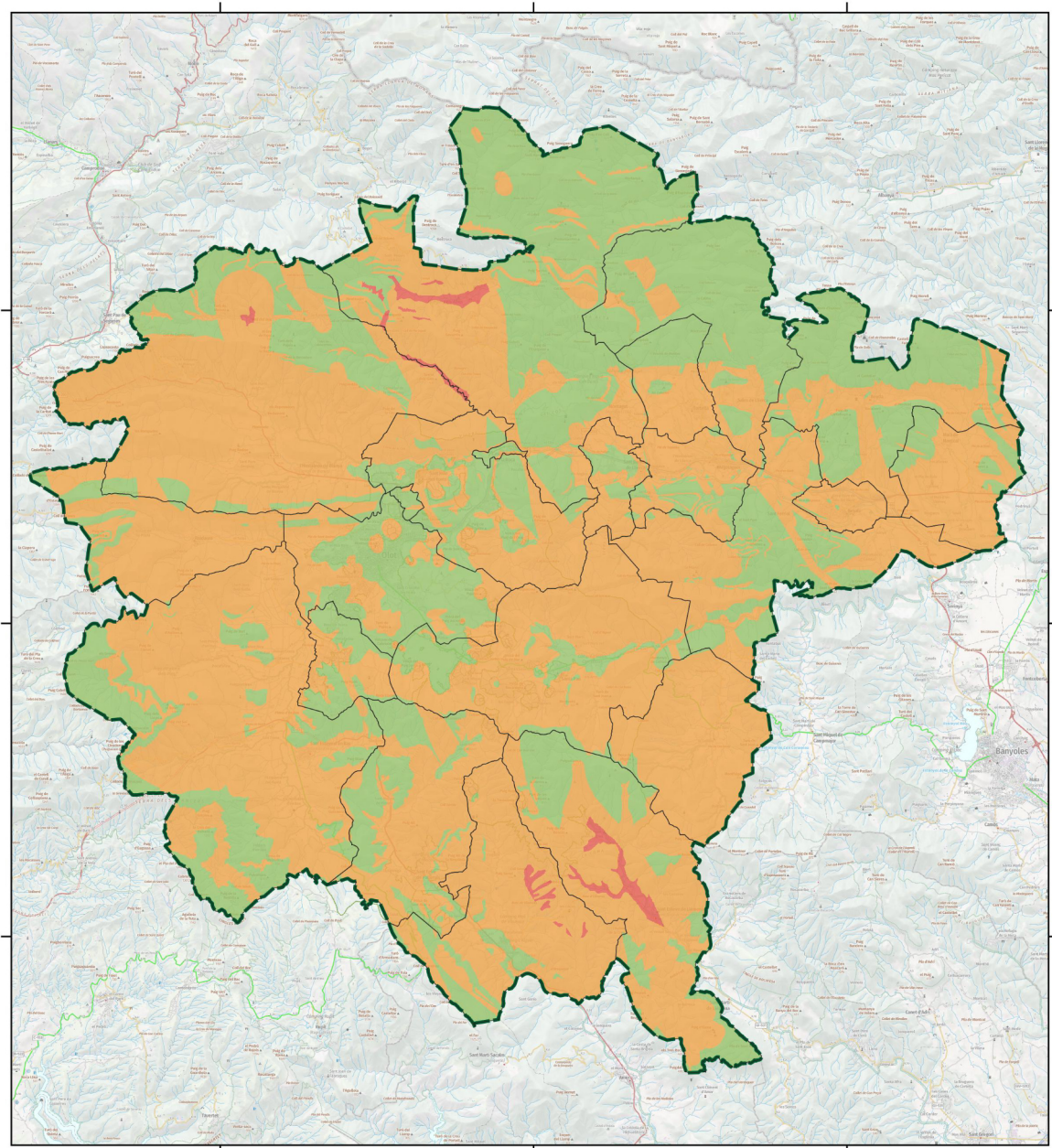
Amb el
suport de:



Coordinat per:

En col·laboració amb:

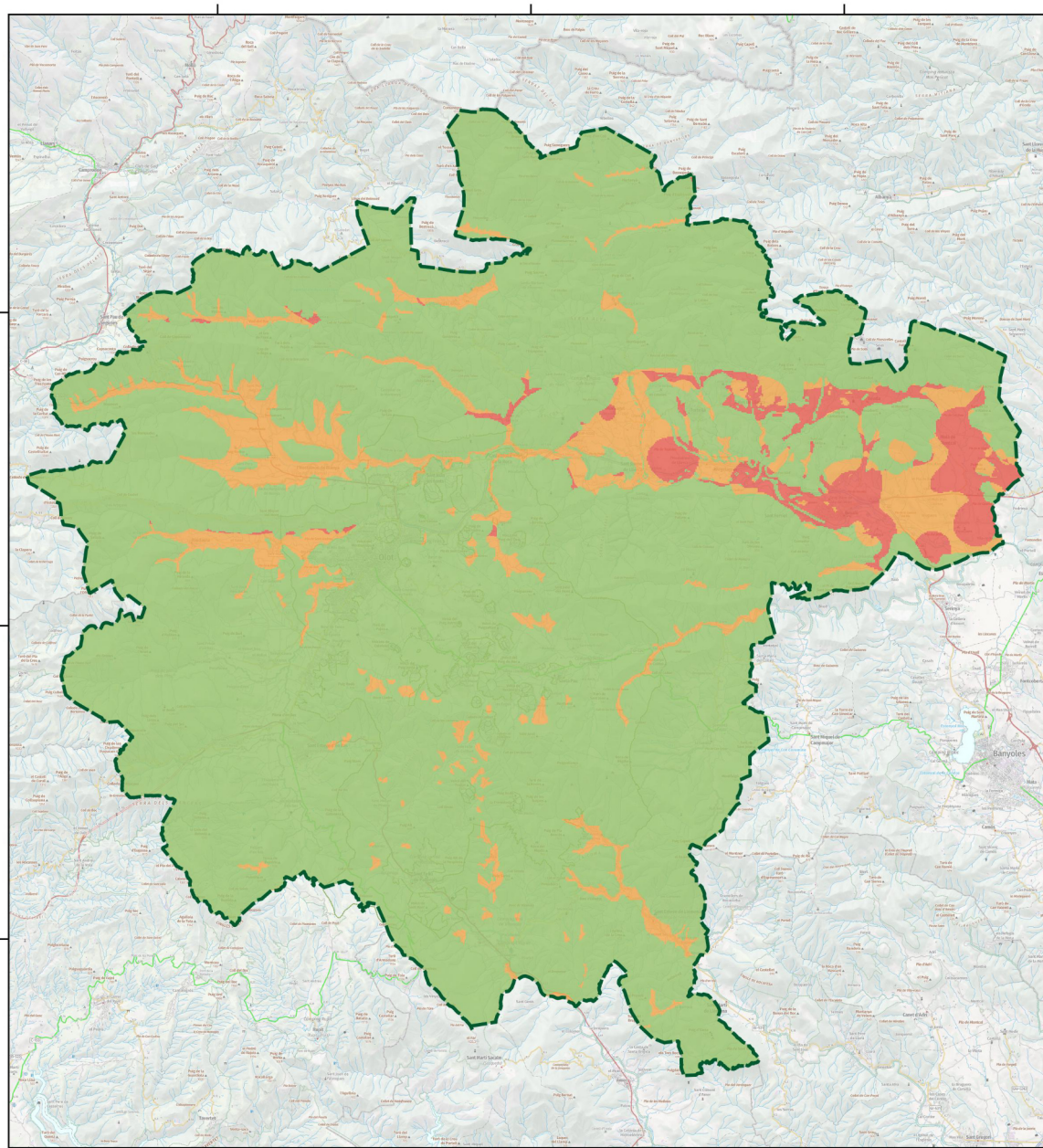




— Límits municipals
— Límits comarcals

Perillositat: ■ Baixa ■ Mitjana ■ Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 4.4.1 Prevenció Mapa de perillositat de terratrèmols	0 2,5 5 7,5 km 
Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	Amb el suport de:  Coordinat per:  En col·laboració amb:



□ Límits municipals
 □ Límits comarcals

Perillositat:

■ Baixa

■ Mitjana

■ Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Prevenció

Mapa de perillositat de subsidències

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
 Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el
 suport de:

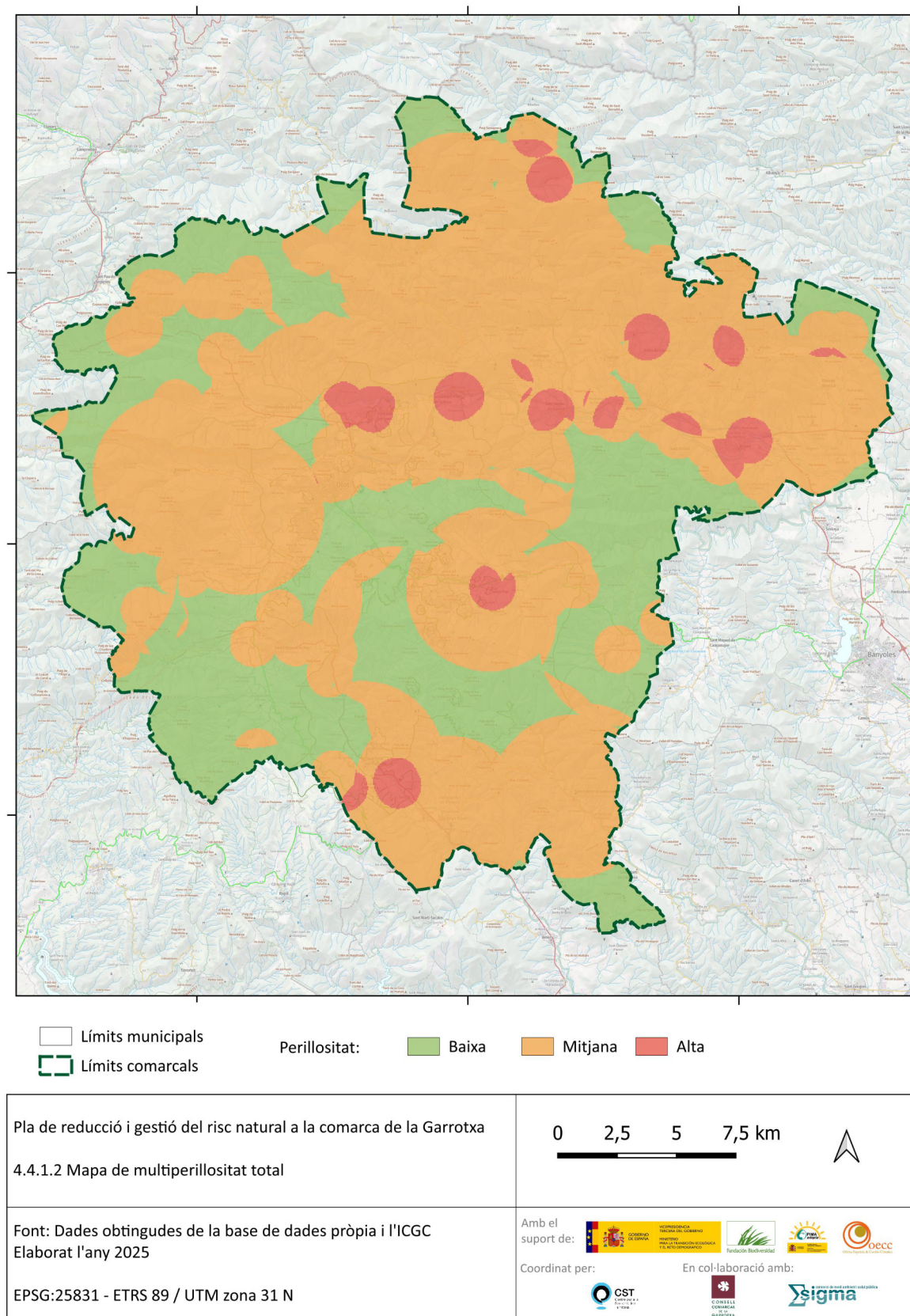


Coordinat per:



En col·laboració amb:



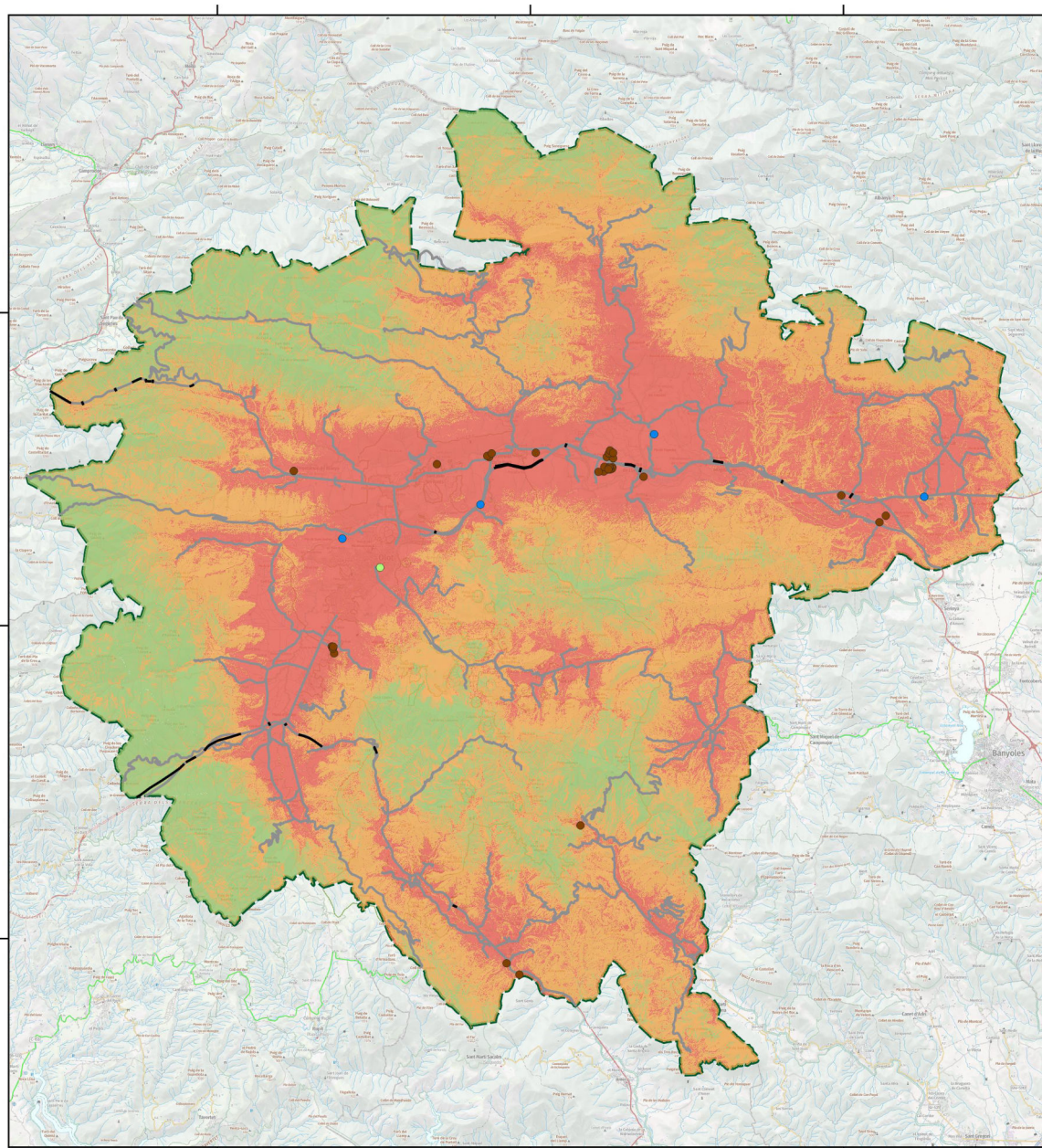


Annex 9

Mapes de vulnerabilitat

Es mostren els diferents mapes de perillositat individual (inundacions, esllavissades, desprendiments de roques, incendis forestals, terratrèmols i subsidències) juntament amb els tres mapes de vulnerabilitat utilitzats per a cadascun: Vies de comunicació i centres industrials; Centres públics; i Xarxa de subministrament.

Vulnerabilitat a
les vies de comunicació i
els centres industrials



Perillositat: ■ Baixa ● Heliport o camp d'aviació ● Centres industrials — Túnel
■ Mitjana ● Estació d'autobusos — Carreteres - - - Límits comarcals
■ Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Mapa de perillositat d'inundacions i de vulnerabilitat a les vies de comunicació i centres industrials

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
 Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:

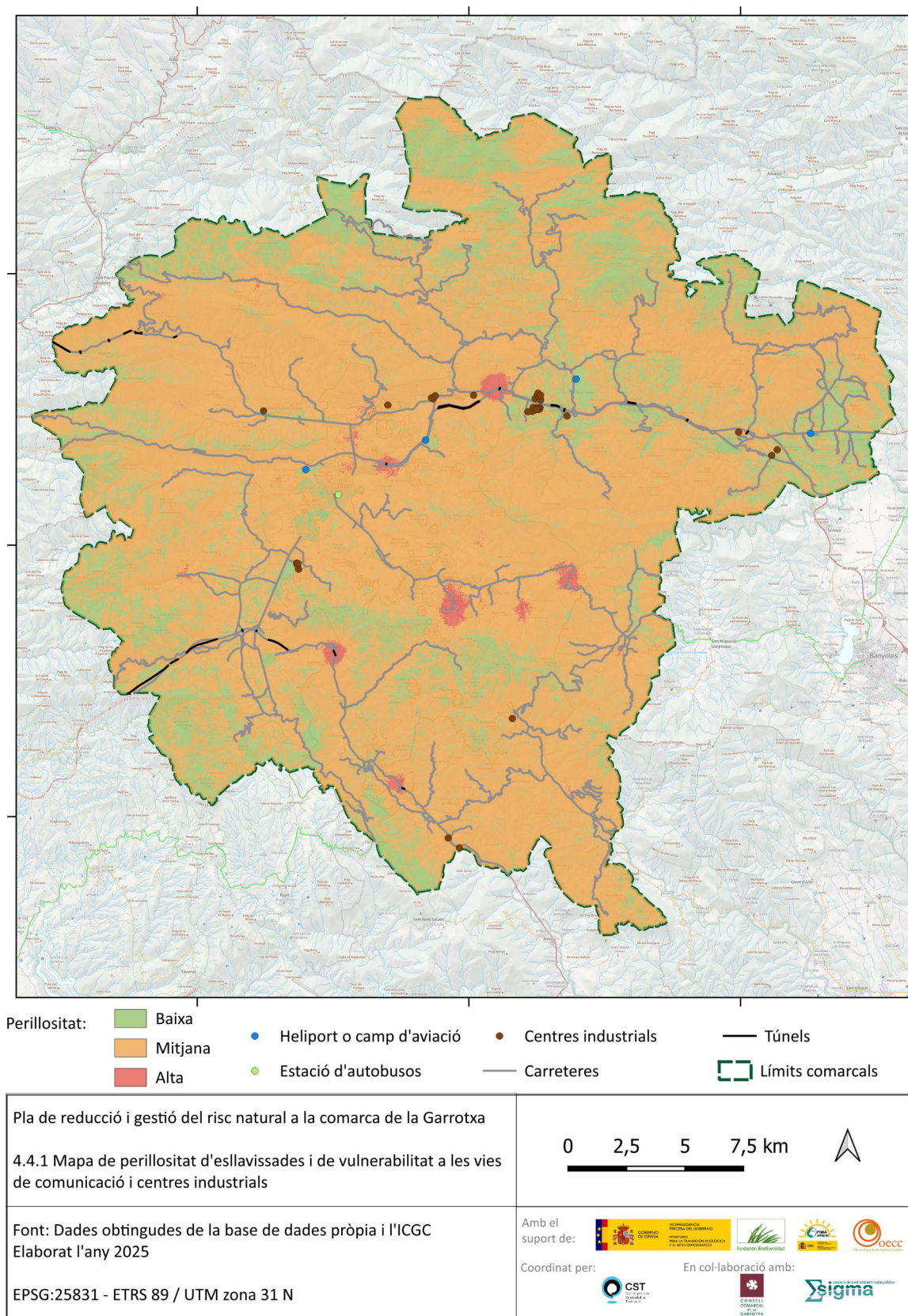


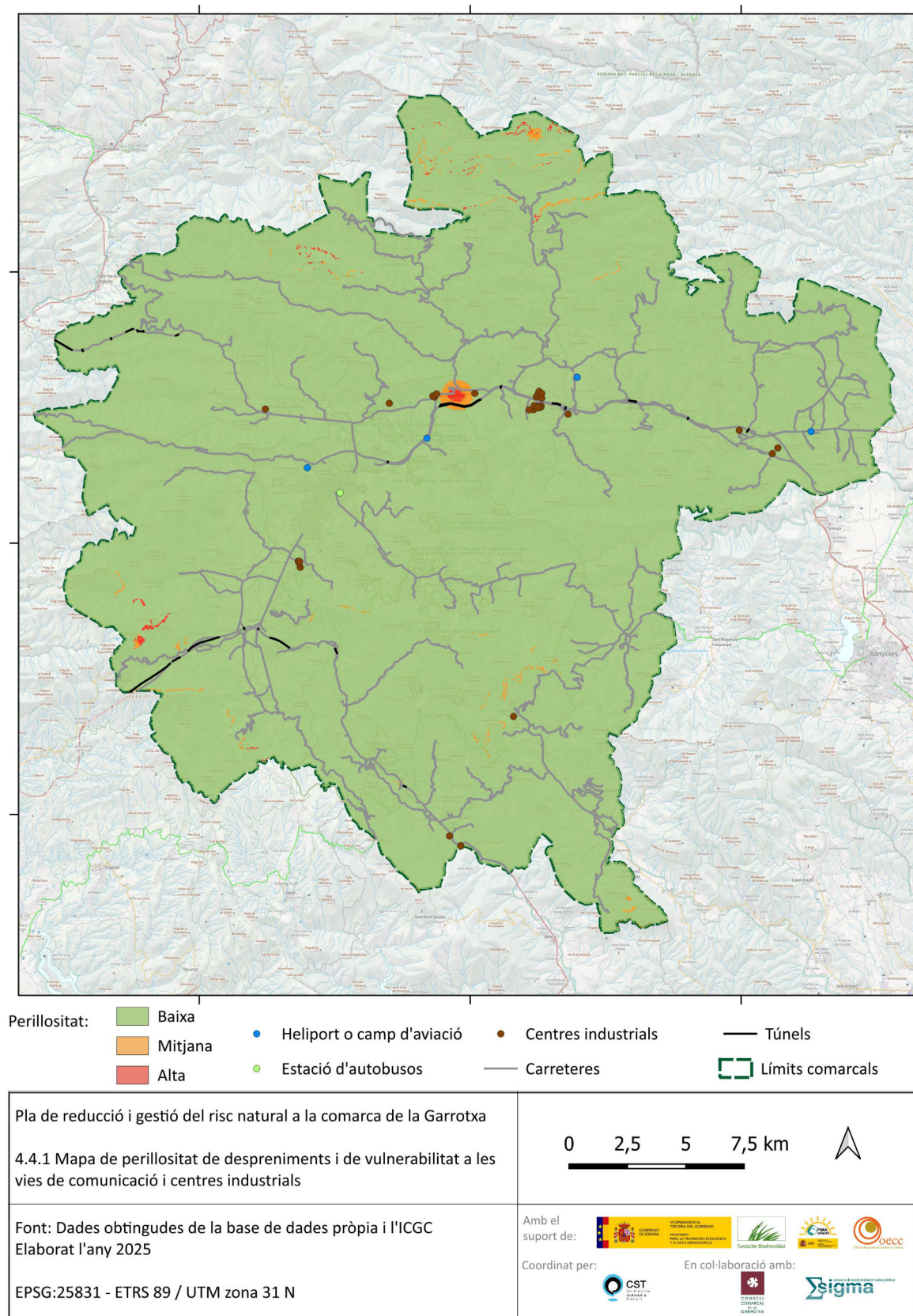
Coordinat per:

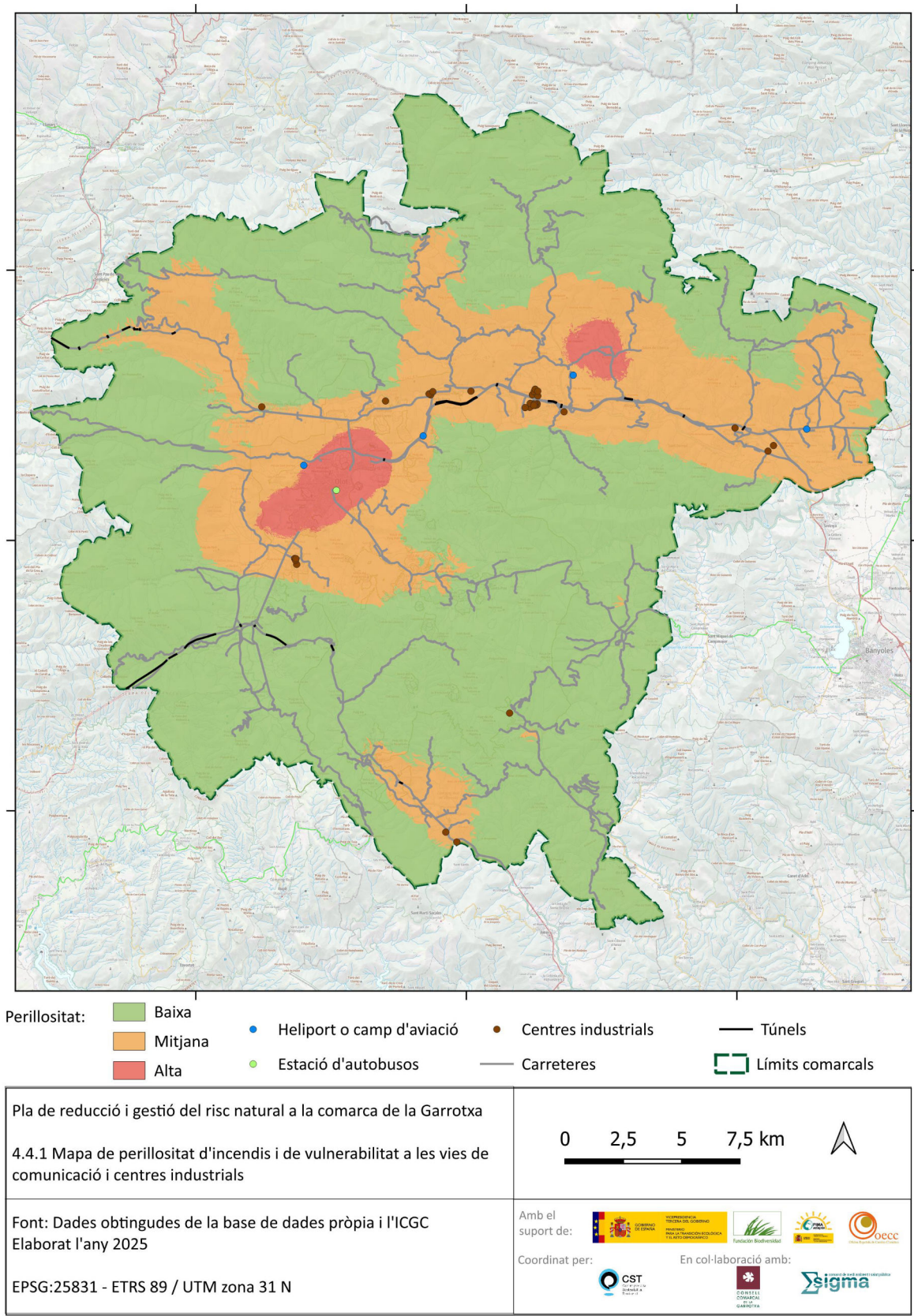


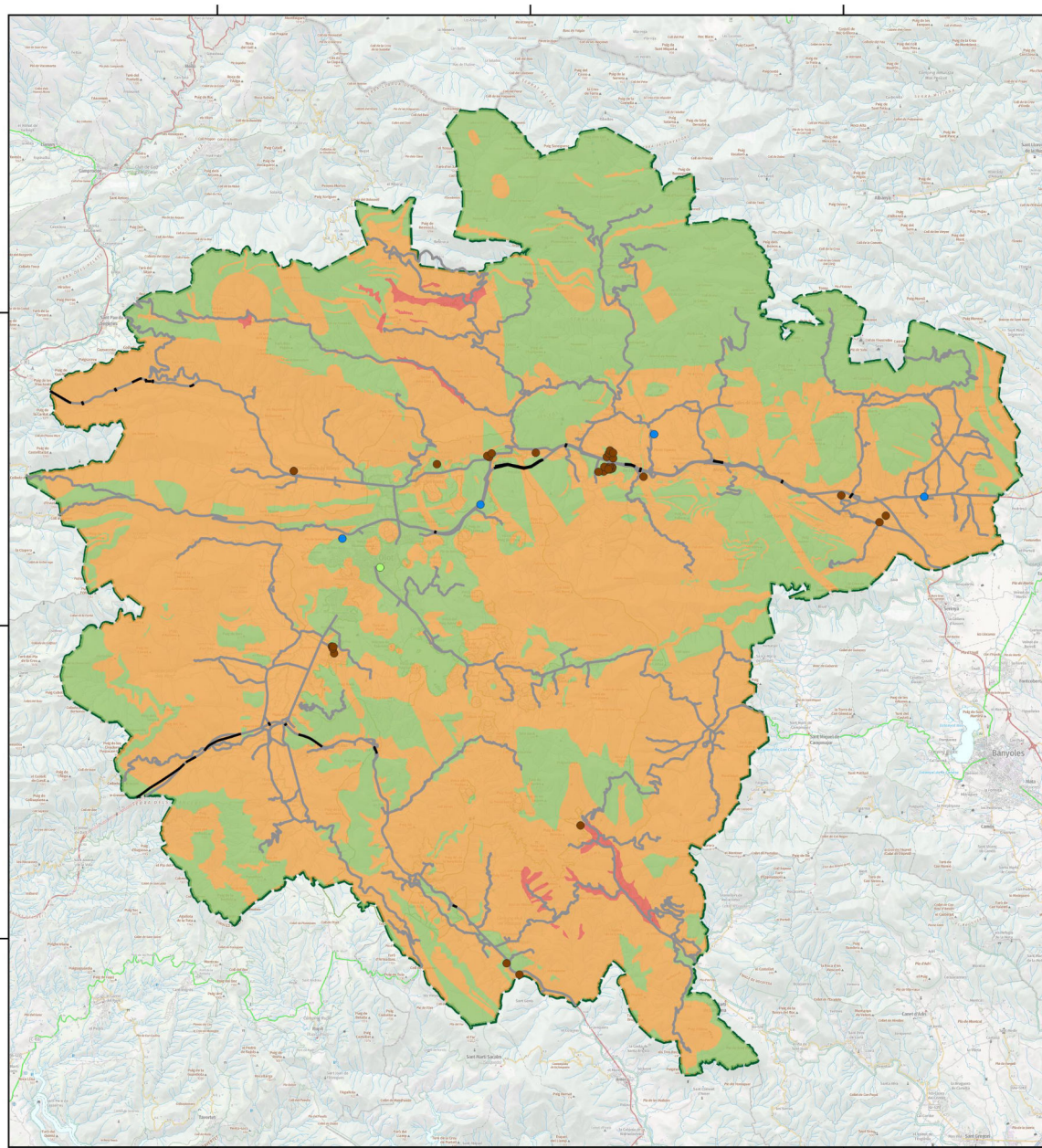
En col·laboració amb:











Perillositat: ■ Baixa ■ Mitjana ■ Alta

● Heliport o camp d'aviació ● Centres industrials ● Estació d'autobusos

— Túnels — Carreteres Límits comarcals

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Mapa de perillositat de terratrèmols i de vulnerabilitat a les vies de comunicació i centres industrials

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:

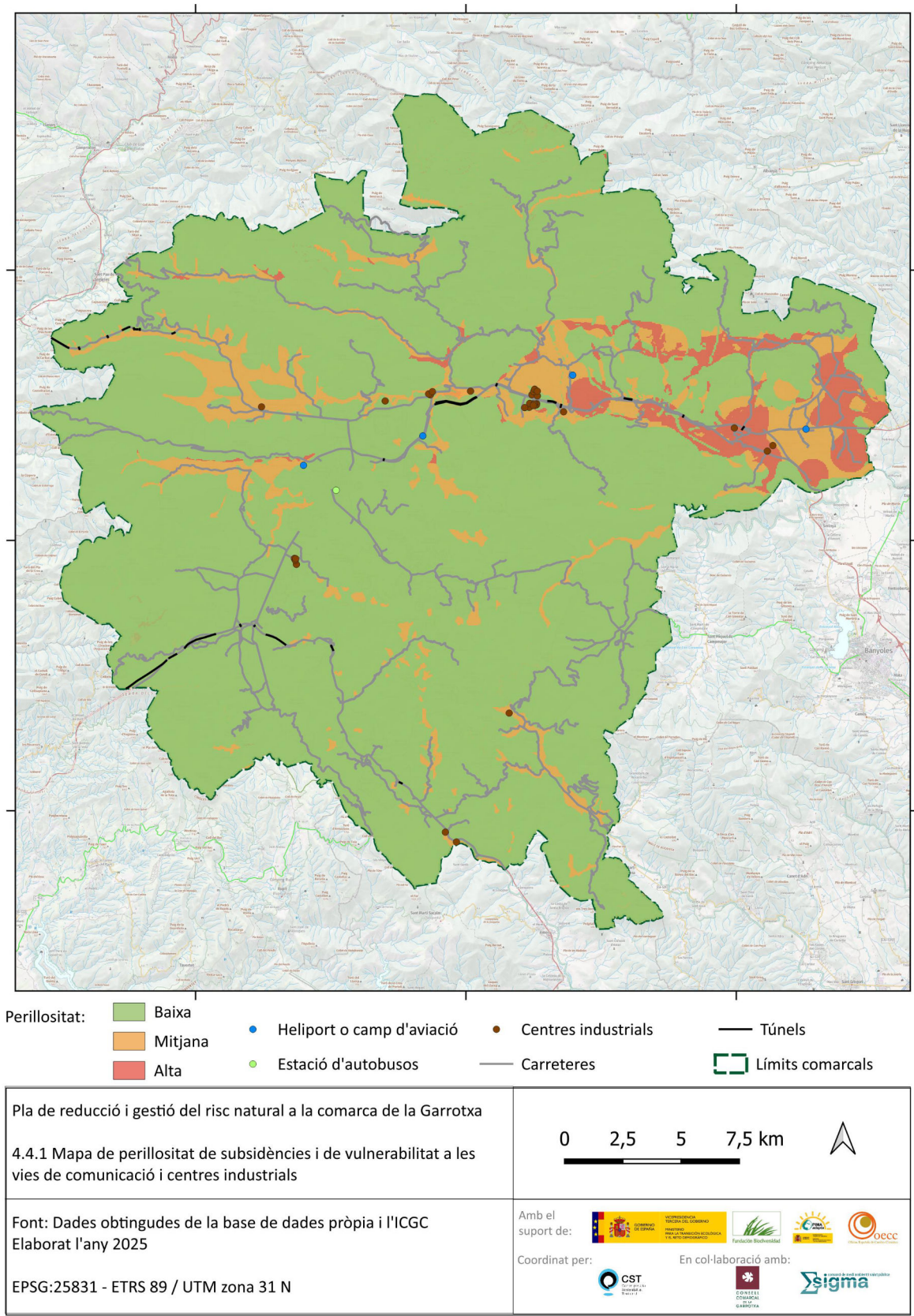


Coordinat per:

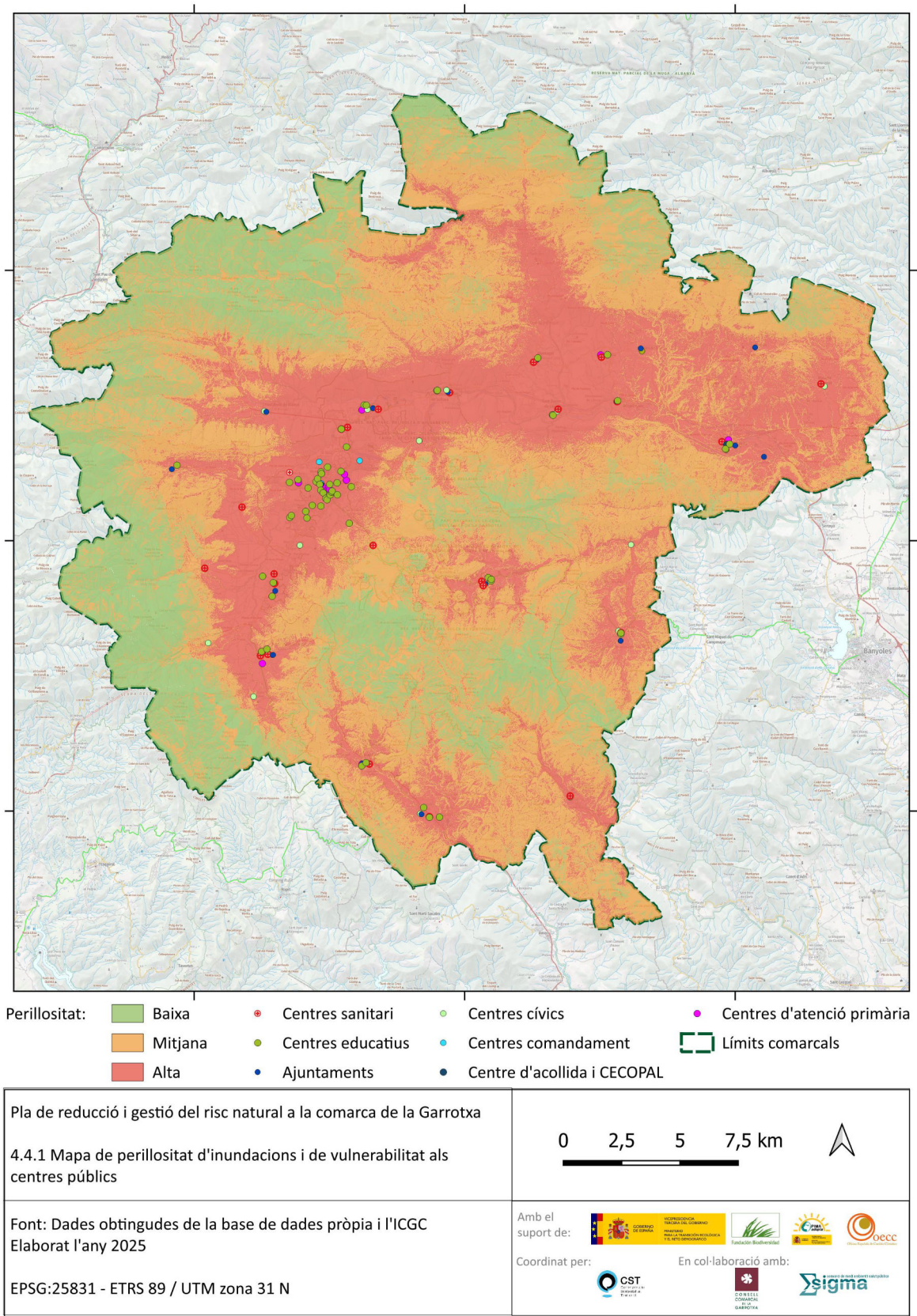


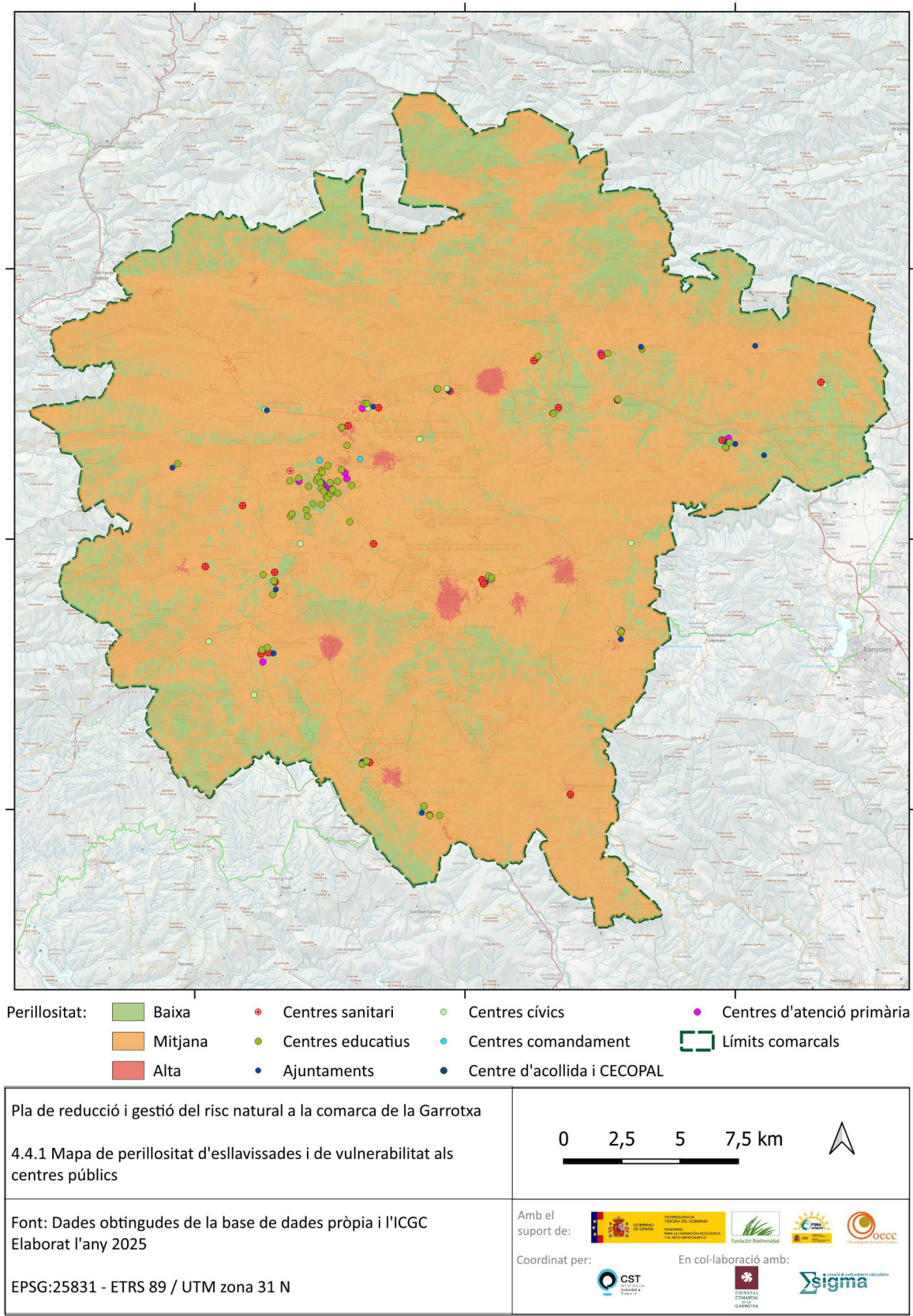
En col·laboració amb:

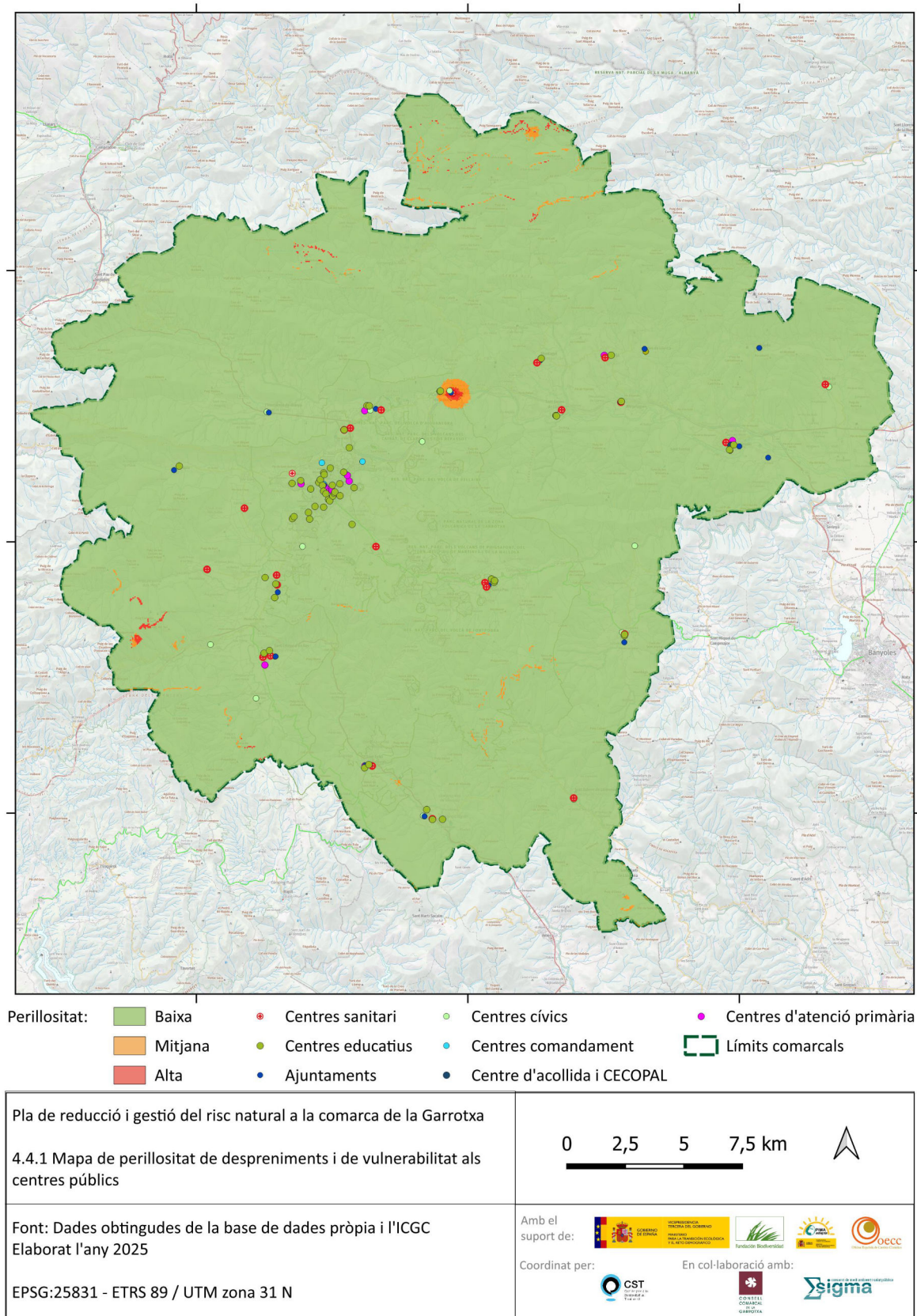


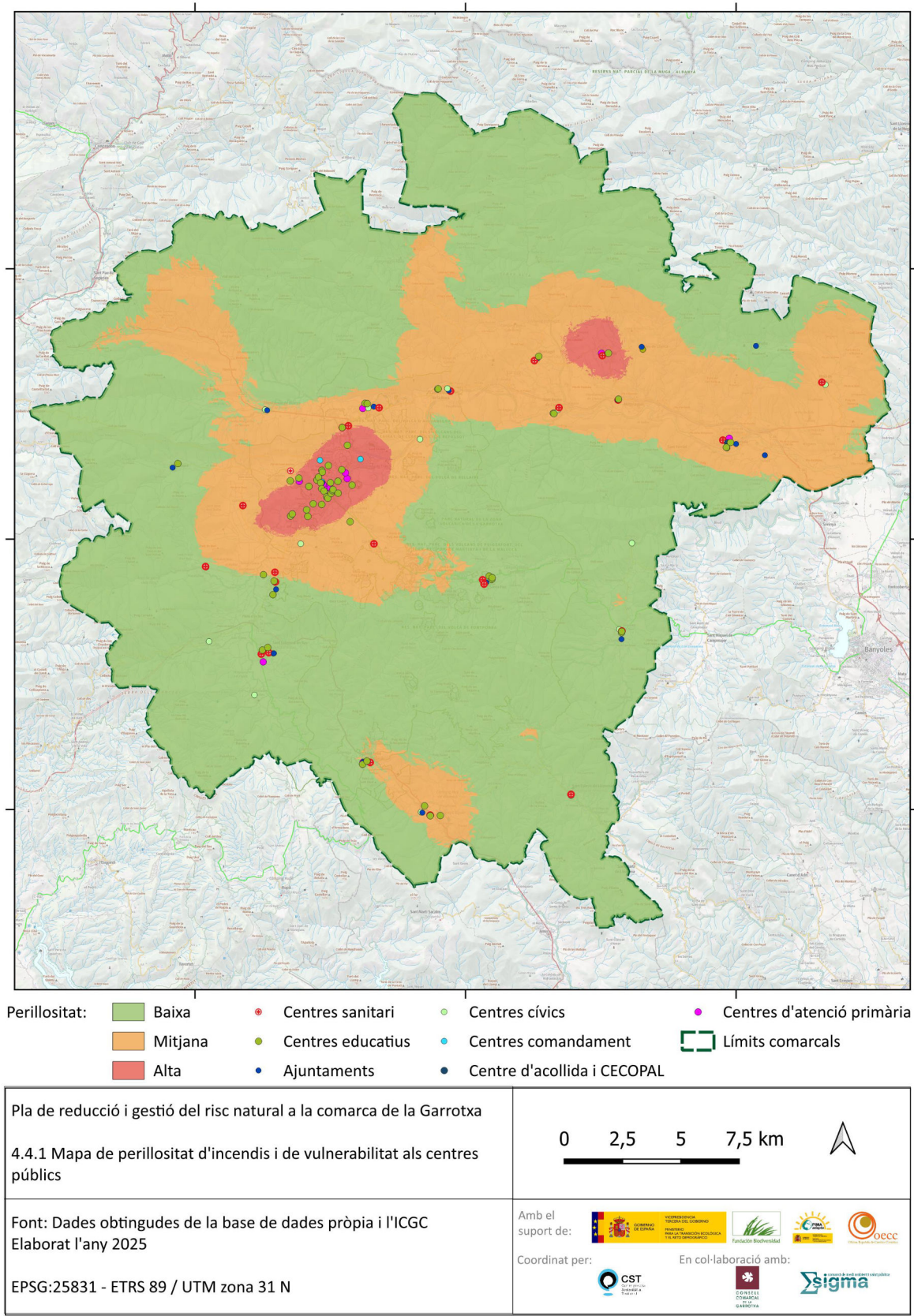


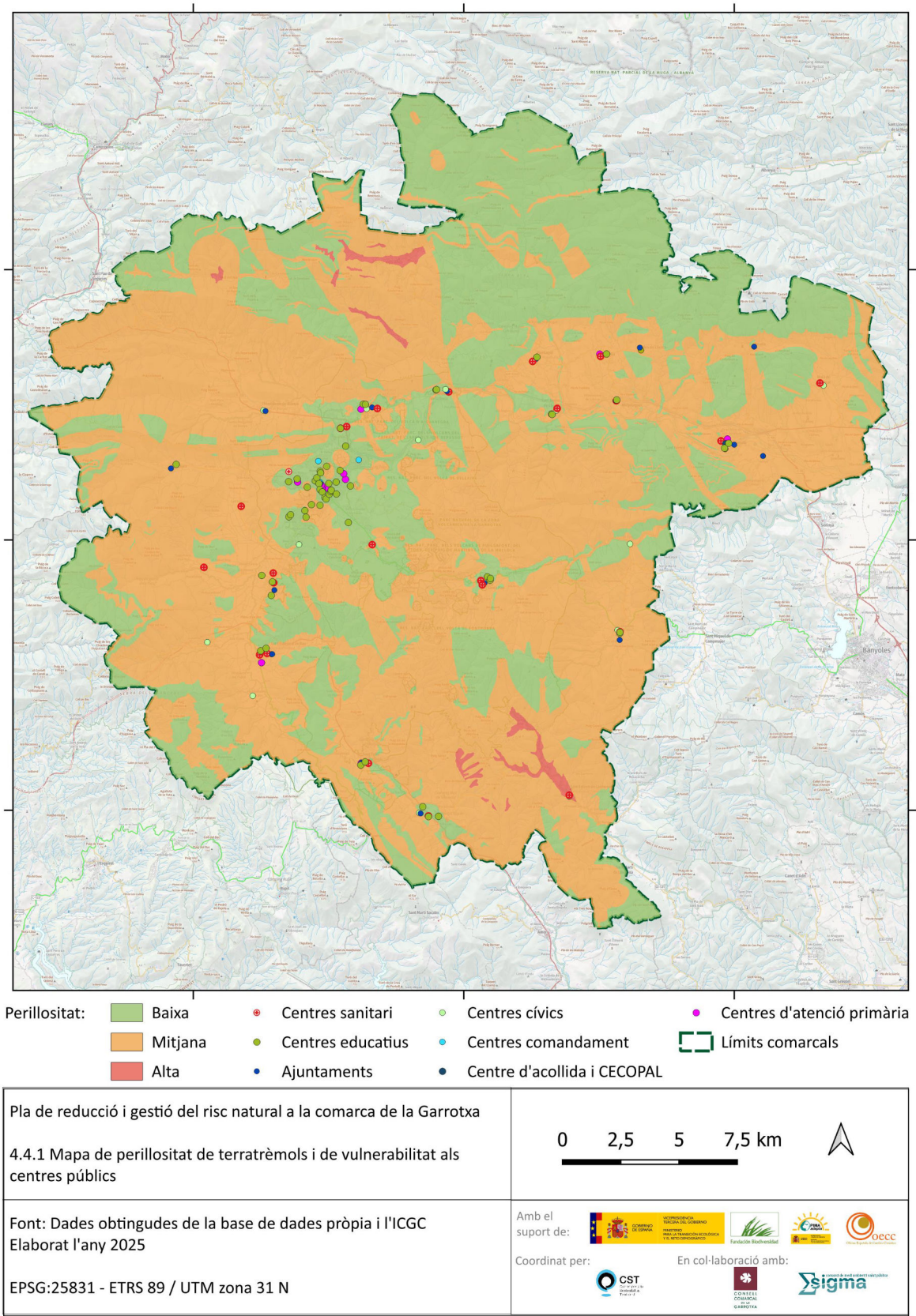
Vulnerabilitat
als centres públics

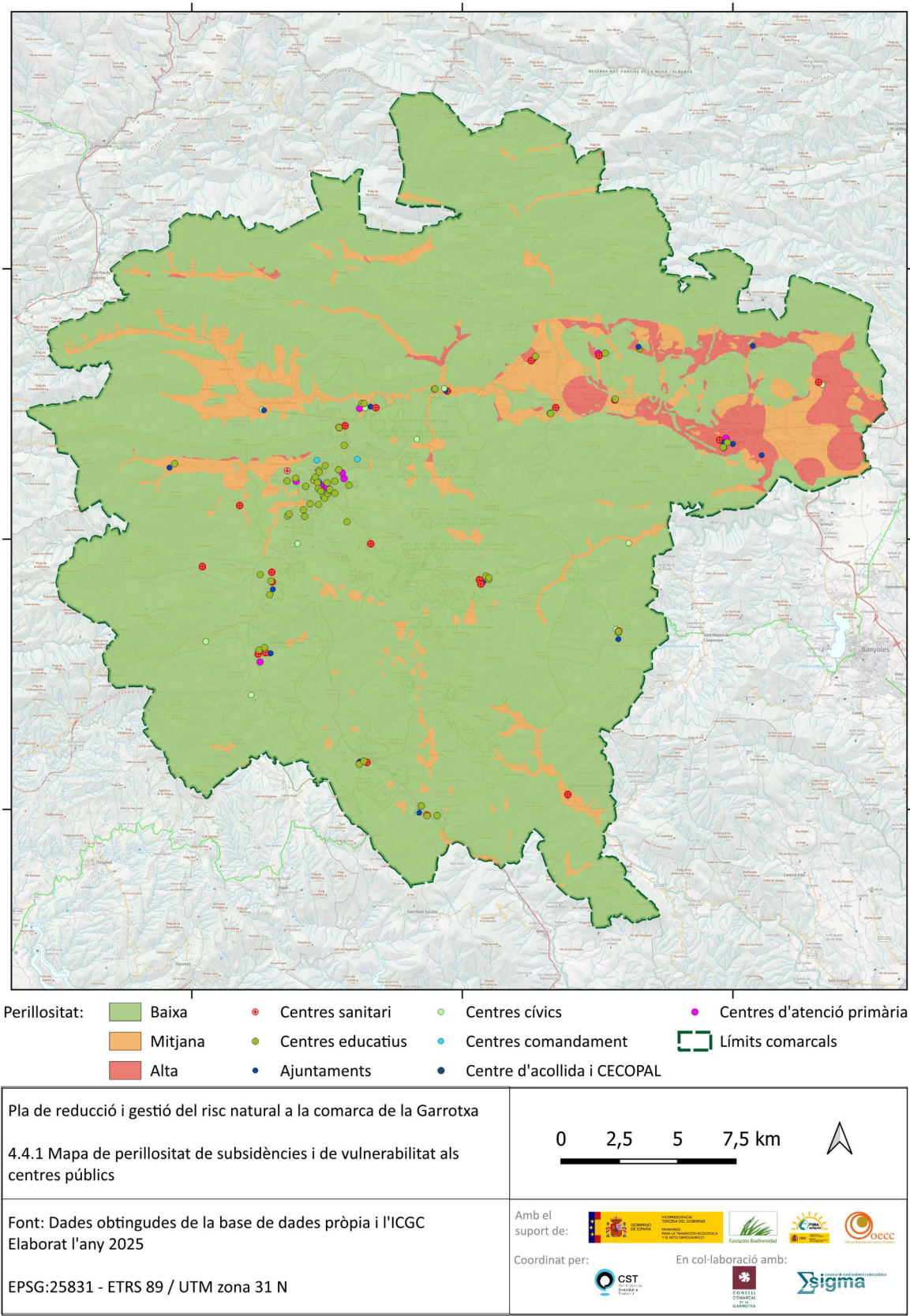




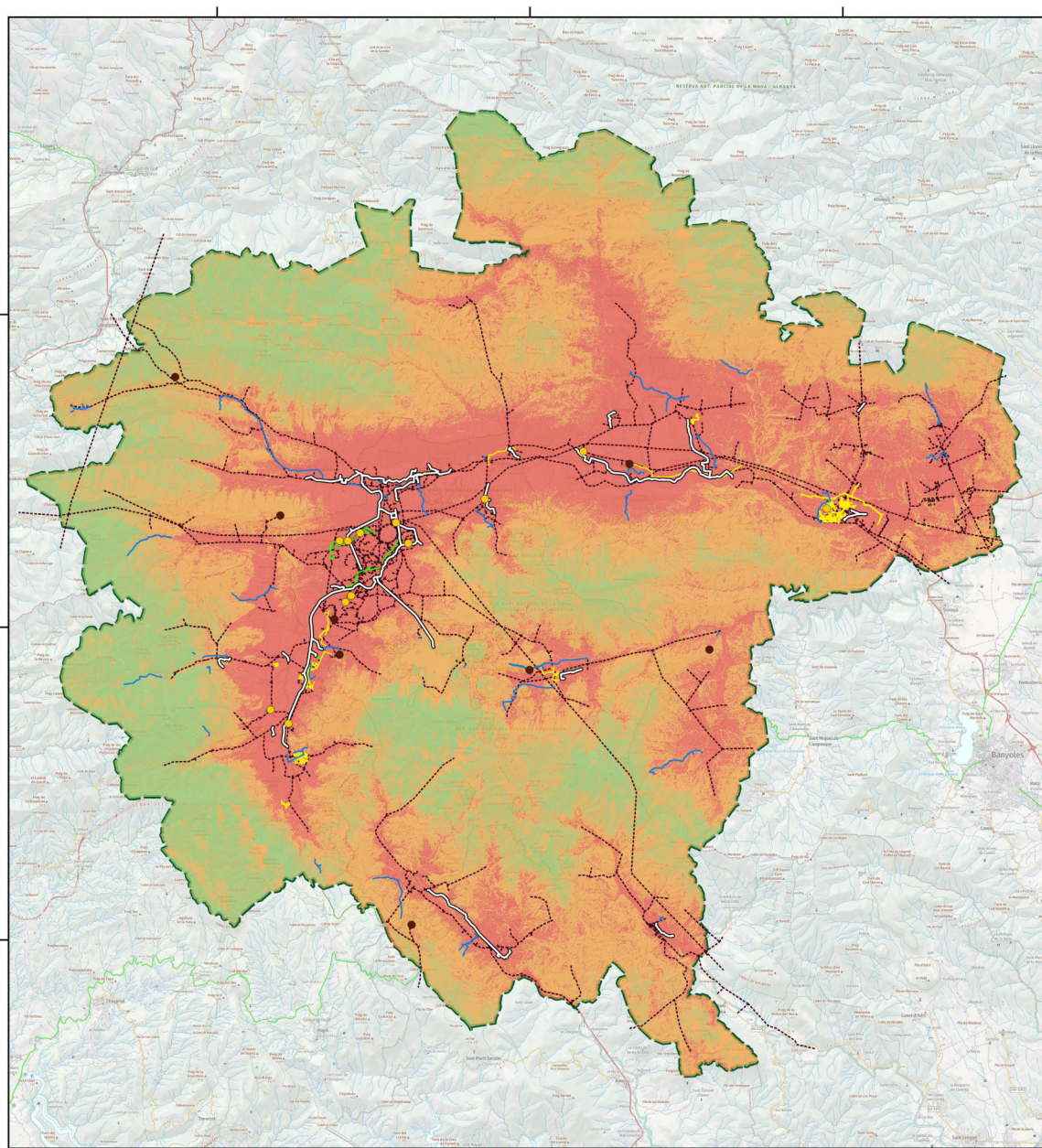








Vulnerabilitat
a la xarxa de
subministrament



Perillositat: ■ Baixa ■ Mitjana ■ Alta

● Gasolineres ● Antenes telecomunicació — Col·lector residual

— Abastament d'aigua — Xarxa de gas — Fibra òptica

- - - Xarxa elèctrica - - - Límits comarcals

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Mapa de perillositat d'inundacions i de vulnerabilitat a la xarxa de subministrament

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:

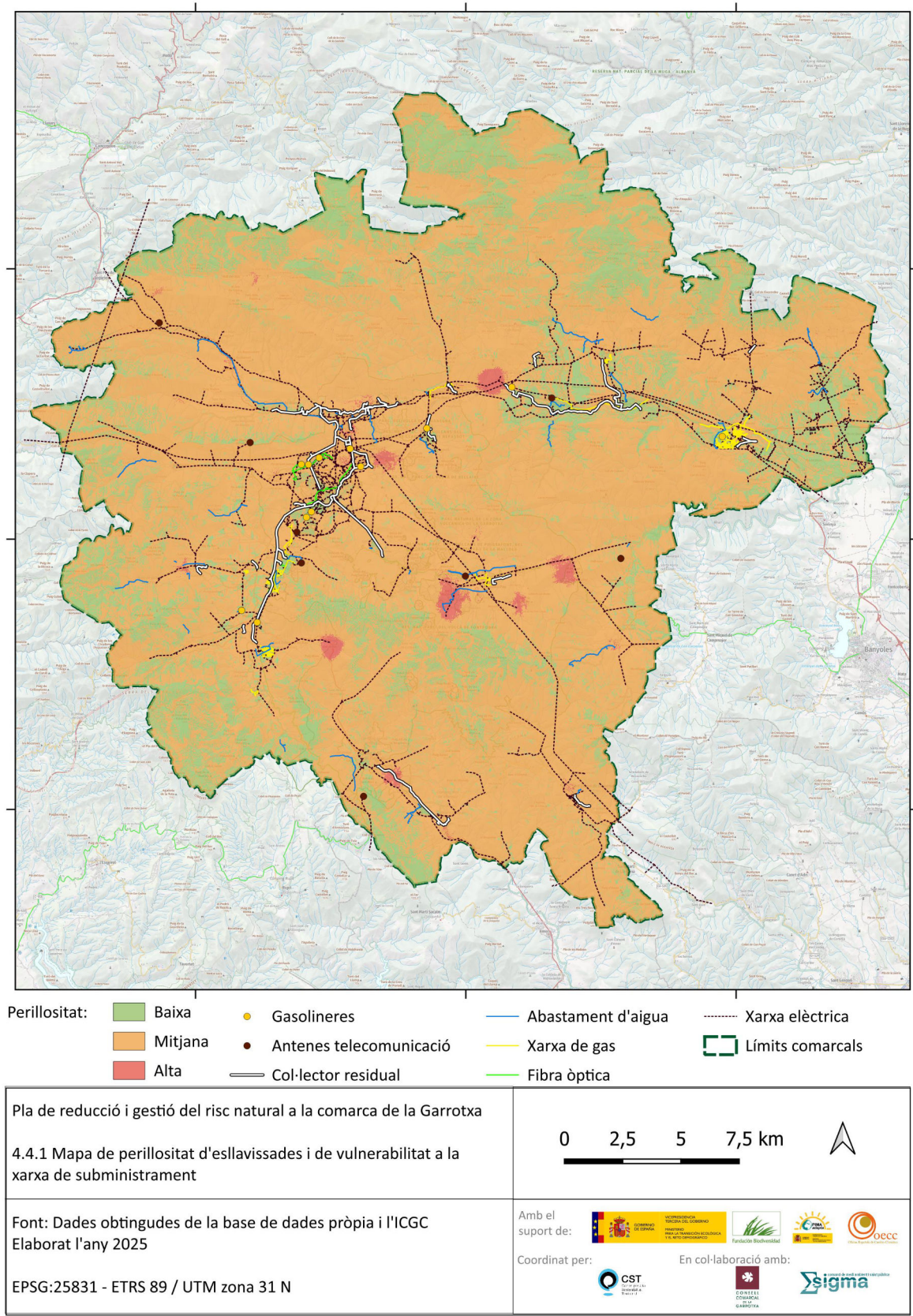


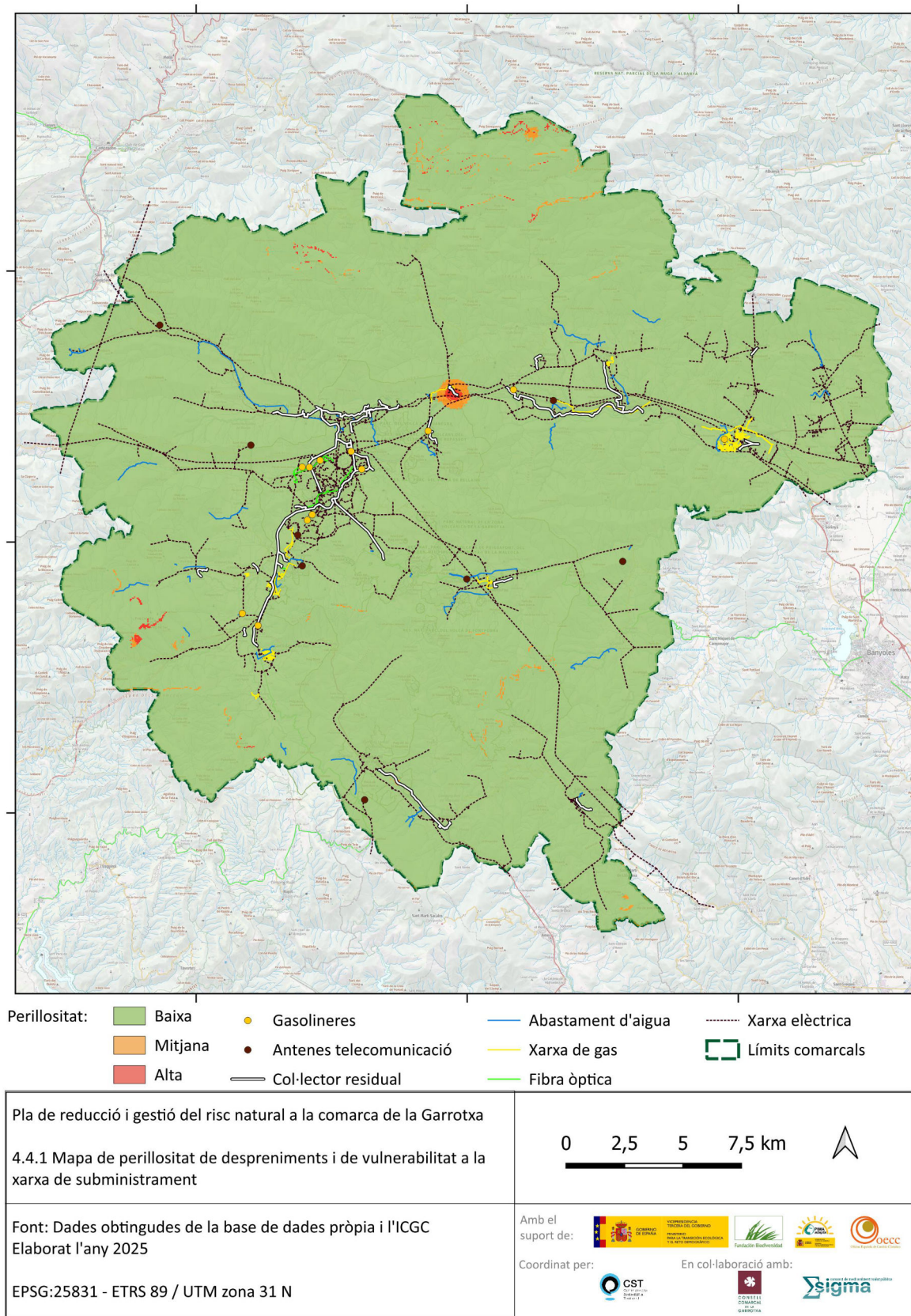
Coordinat per:

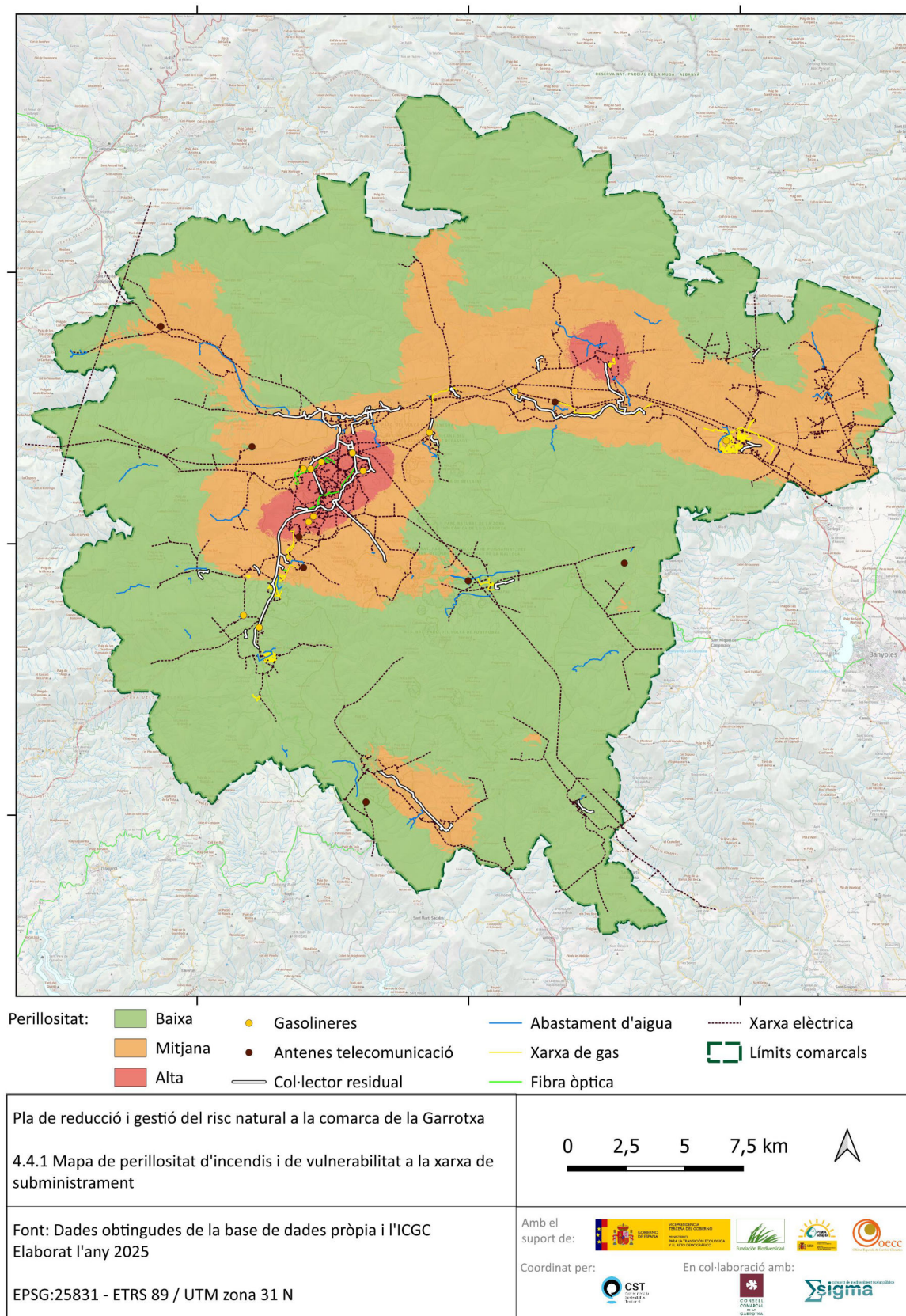


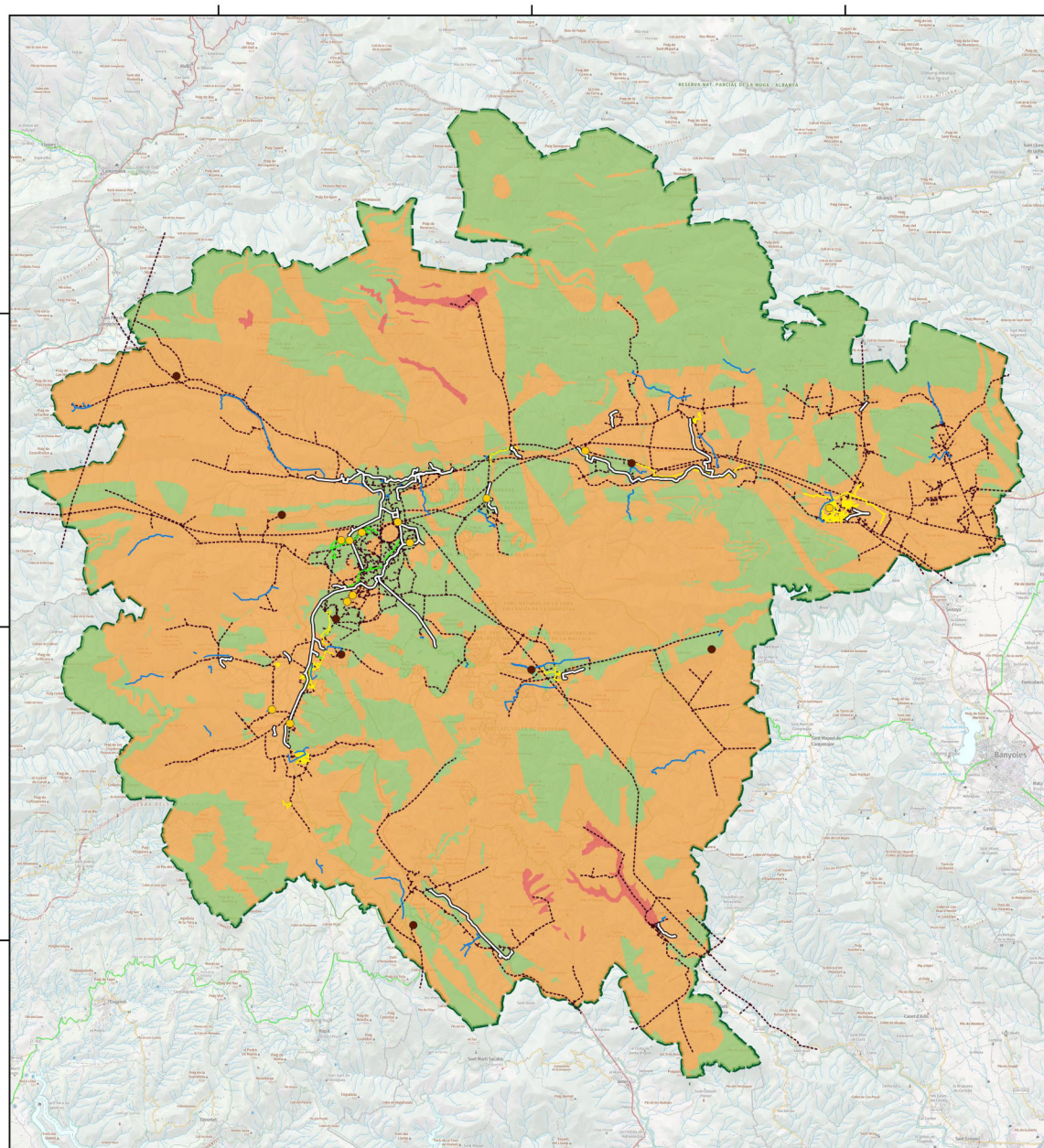
En col·laboració amb:











Perillositat: ■ Baixa ■ Mitjana ■ Alta

● Gasolineres ● Antenes telecomunicació — Abastament d'aigua — Xarxa de gas — Fibra òptica

— Col·lector residual — Xarxa elèctrica □ Límits comarcals

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Mapa de perillositat de terratrèmols i de vulnerabilitat a la xarxa de subministrament

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:

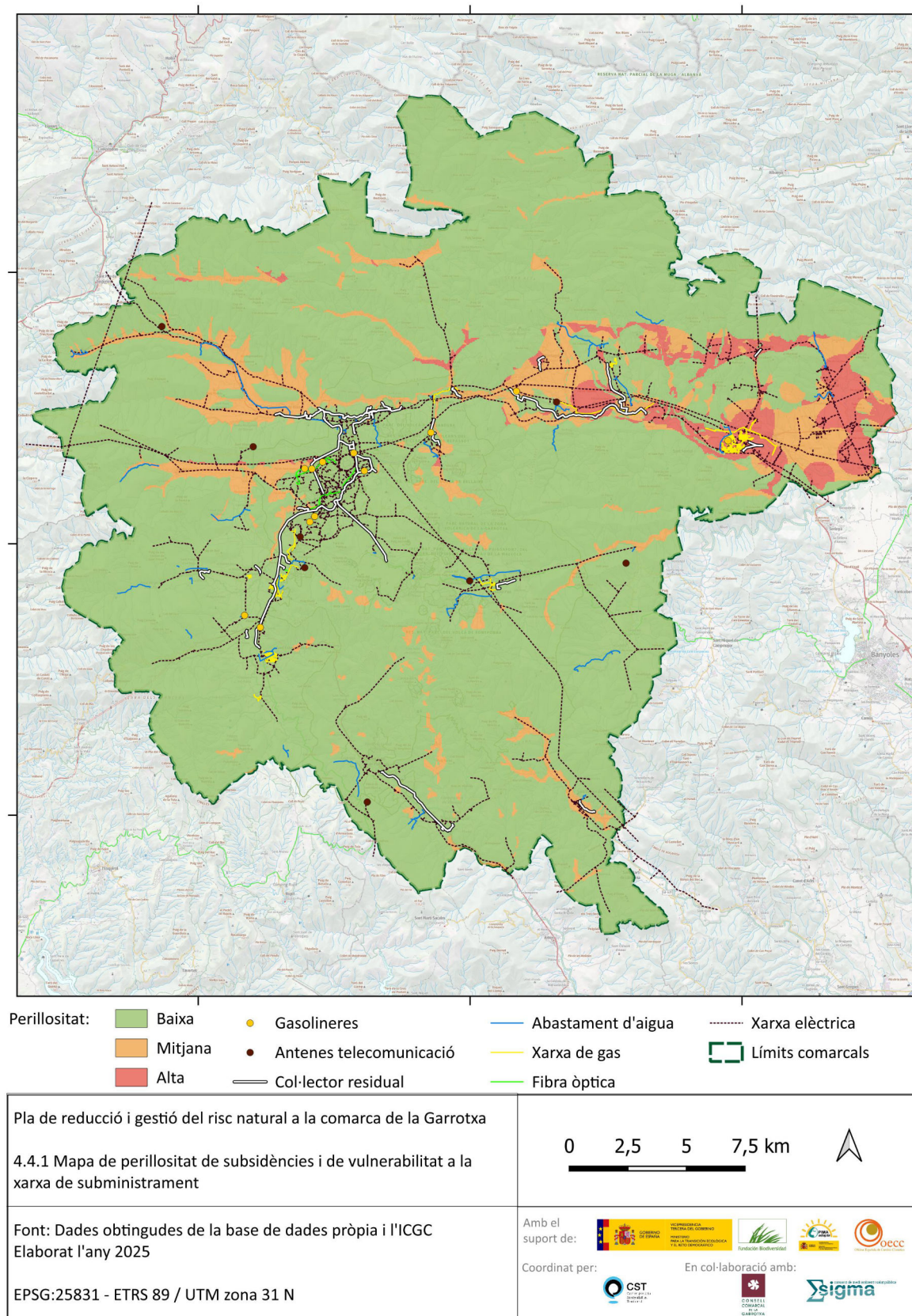


Coordinat per:



En col·laboració amb:

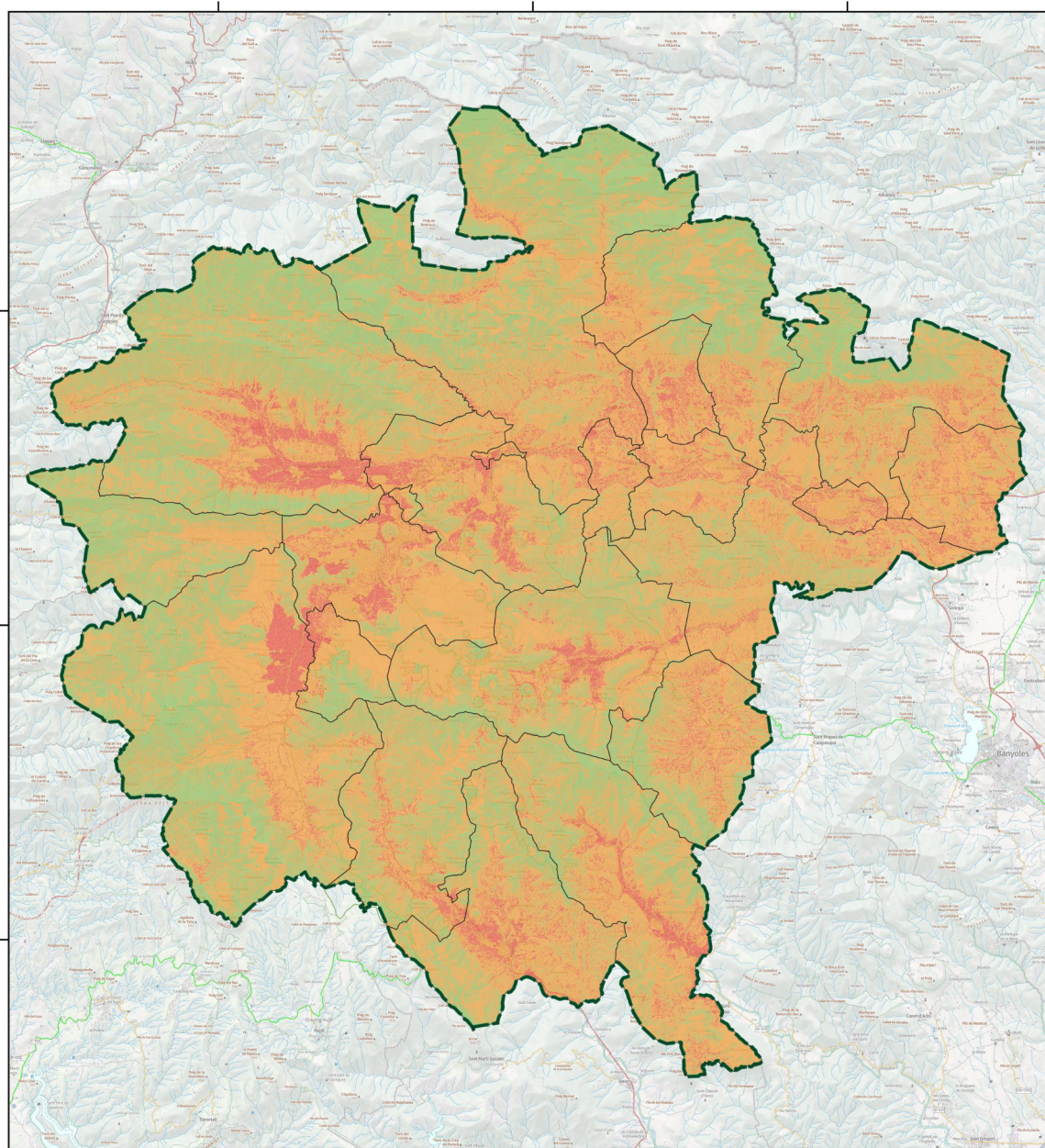




Annex 10

Mapes de susceptibilitat segons el canvi climàtic

Es mostren els mapes de susceptibilitat per a inundacions i incendis segons pronòstics de canvi climàtic a curt (2011-2040), mitjà (2041-2070) i llarg termini (2071-2100), utilitzant variables de temperatura i precipitació del Visor d'AdapteCCa.

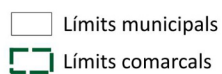


 Límits municipals
 Límits comarcals

Susceptibilitat a curt termini:

 Baixa
  Mitjana
  Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa 4.4.1 Prevenció Mapes de canvi climàtic d'inundacions	0 2,5 5 7,5 km 
Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia, AdapteCCa i l'ICGC Elaborat l'any 2025 EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N	Amb el suport de:  En col·laboració amb: 



 Baixa  Mitjana  Alta

0 2,5 5 7,5 km



Mapes de canvi climàtic d'inundacions

Amb el
suport de:

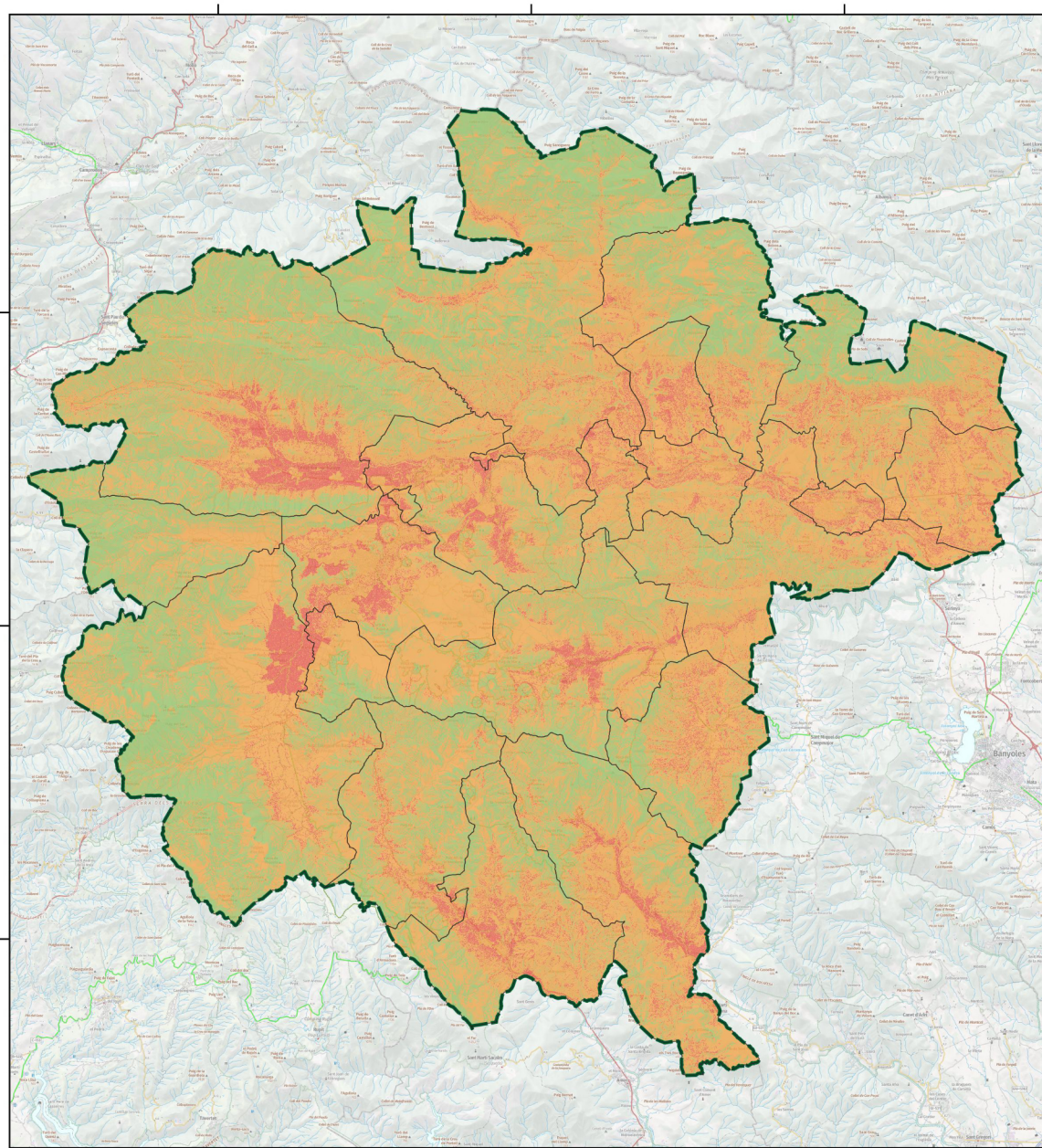


Coordinat per:

En col·laboració amb:



EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N



 Límits municipals
 Límits comarcals

Susceptibilitat a llarg termini:

 Baixa
  Mitjana
  Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Prevenció

Mapes de canvi climàtic d'inundacions

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia, AdapteCCa i l'ICGC

Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:

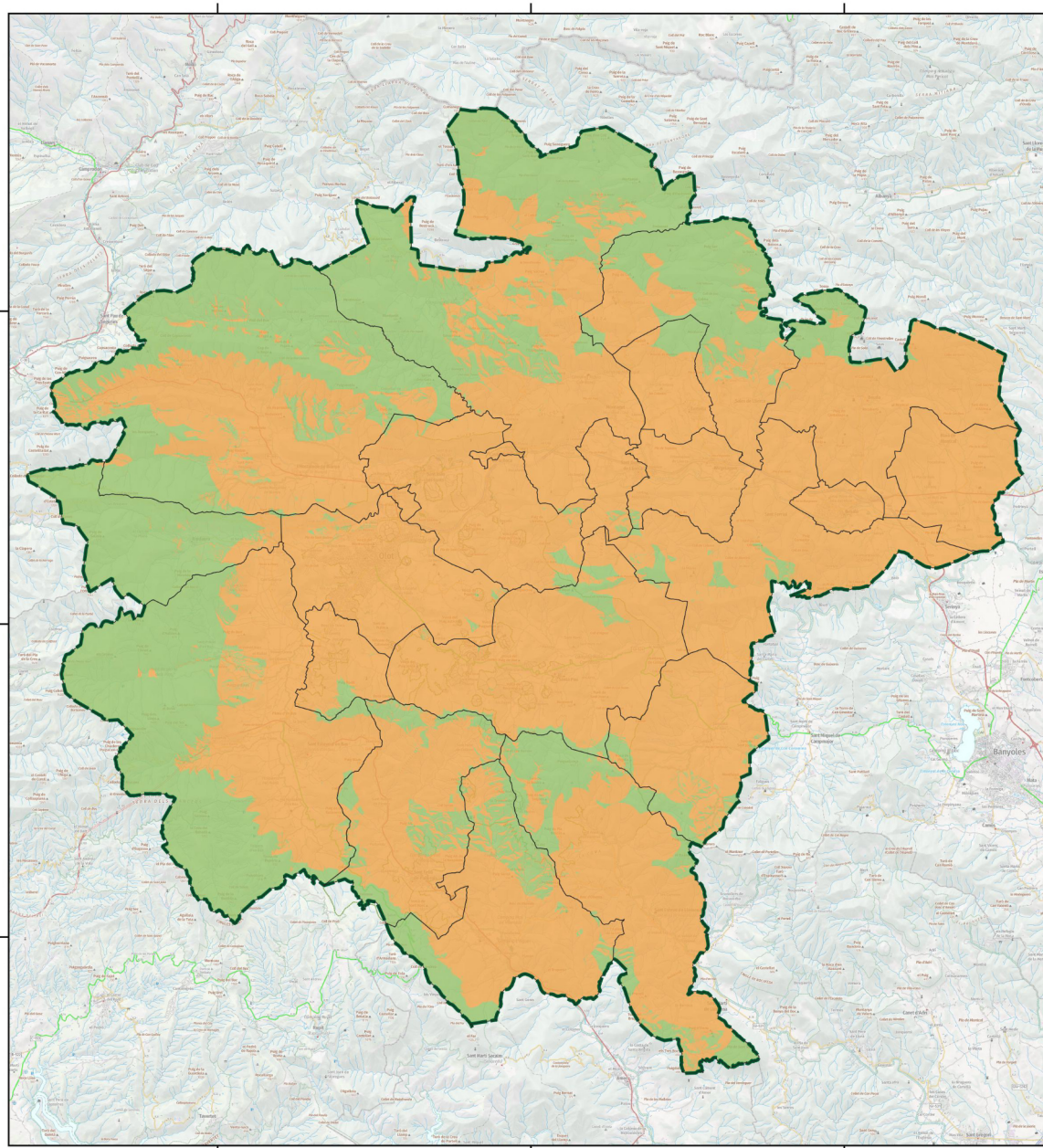


Coordinat per:



En col·laboració amb:





 Límits municipals
 Límits comarcals

Susceptibilitat a curt termini:

 Baixa
  Mitjana
  Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Prevenció

Mapes de canvi climàtic d'incendis

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia, AdapteCCa i l'ICGC

Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:

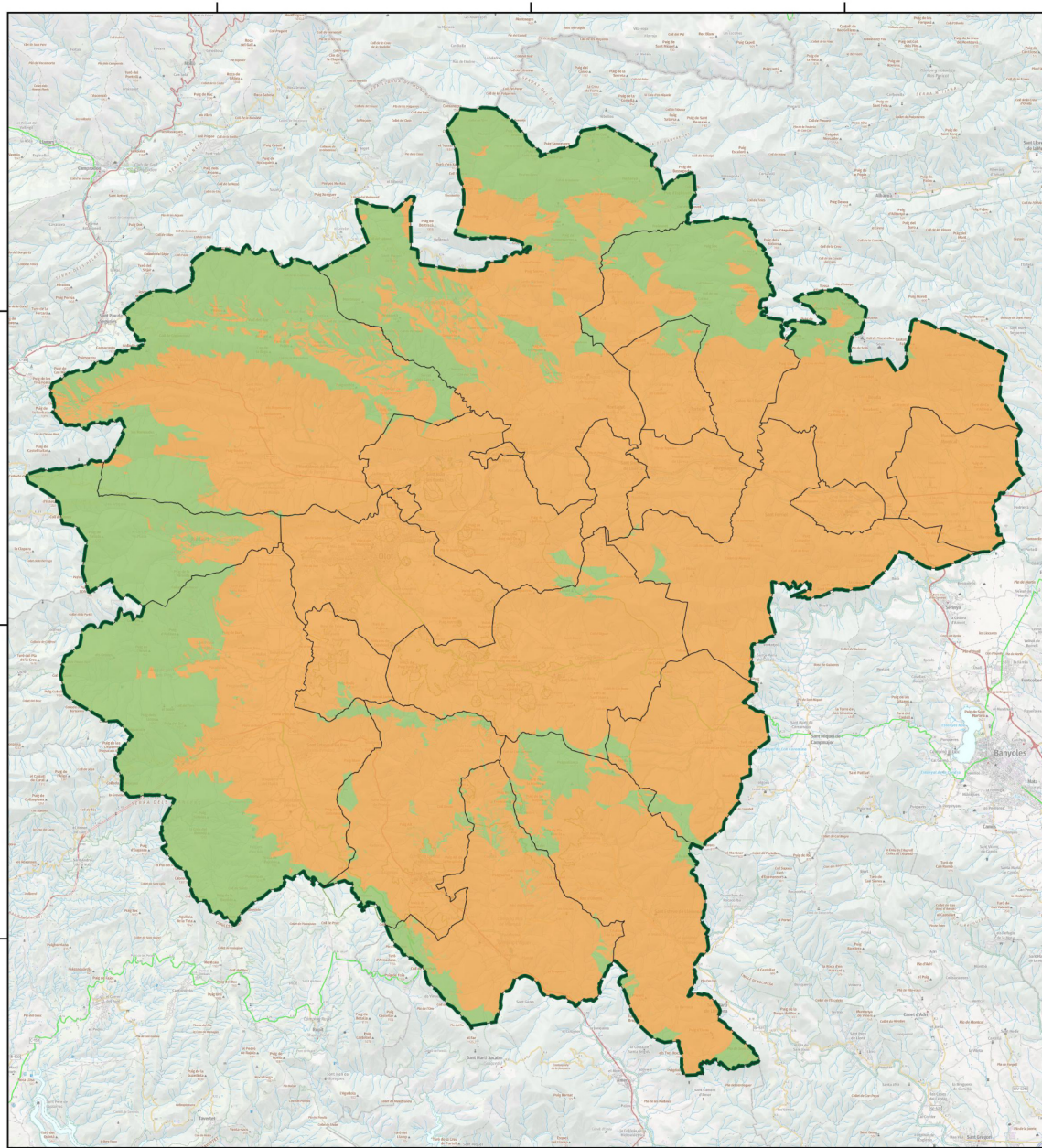


Coordinat per:



En col·laboració amb:





Límits municipals
 Límits comarcals

Susceptibilitat a mitjà termini:

Baixa
 Mitjana
 Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Prevenció

Mapes de canvi climàtic d'incendis

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia, AdapteCCa i l'ICGC

Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



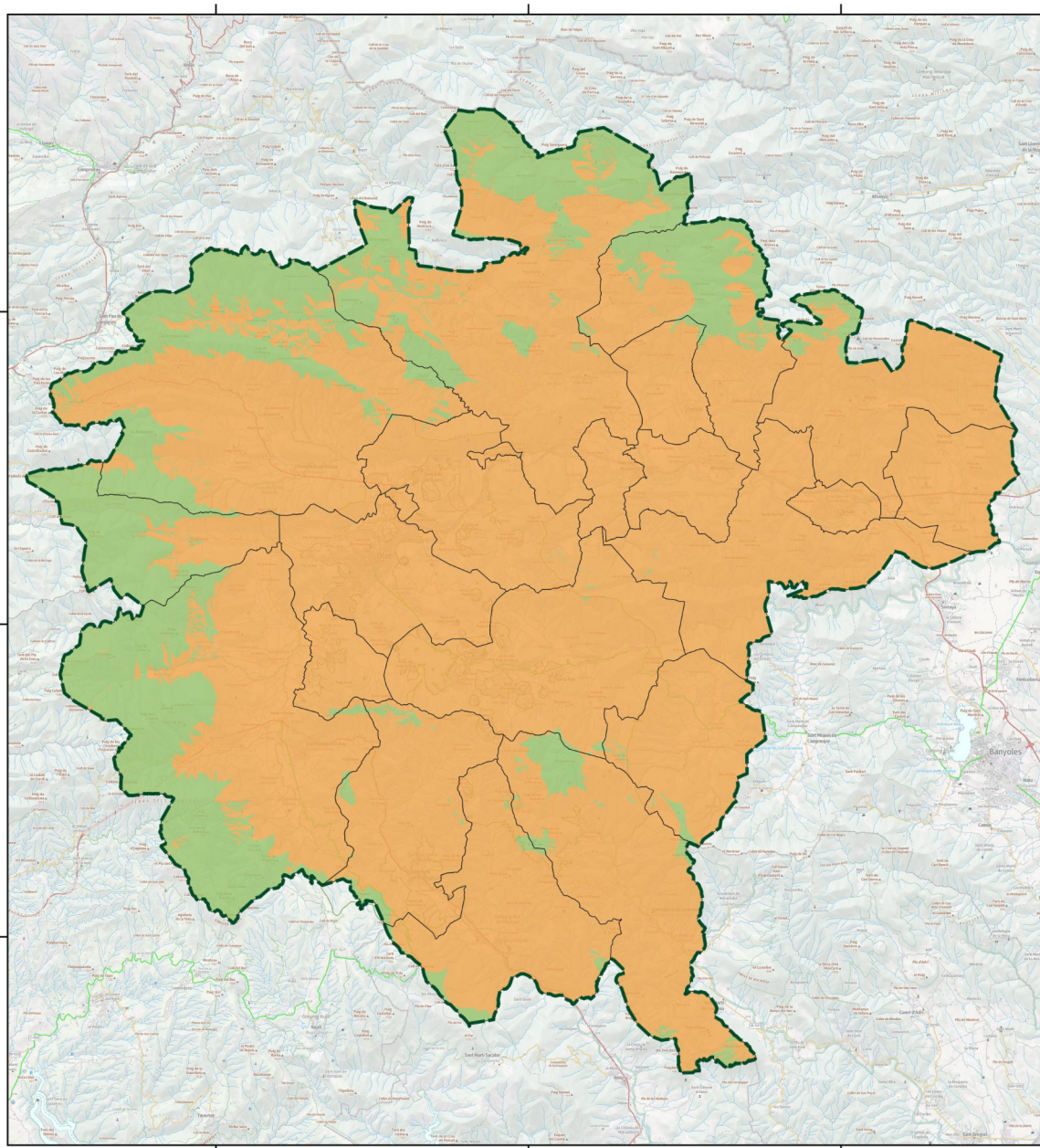
Amb el suport de:



Coordinat per:

En col·laboració amb:





Límits municipals
 Límits comarcals

Susceptibilitat a llarg termini:

Baixa
 Mitjana
 Alta

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.1 Prevenció
Mapes de canvi climàtic d'incendis

Font: Dades obtingudes de la base de dades pròpia, AdapteCCA i l'ICGC
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:



Coordinat per:



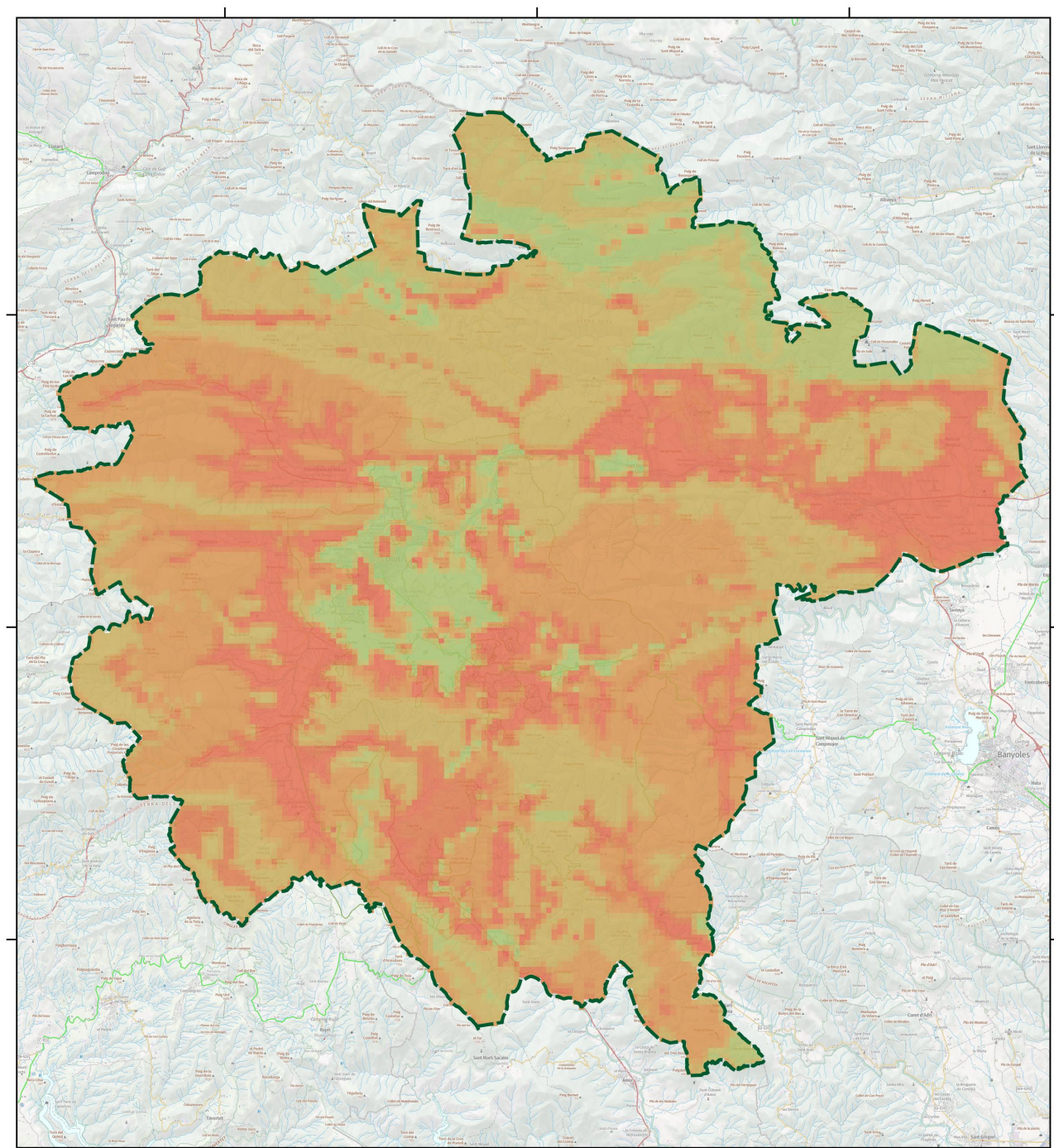
En col·laboració amb:



Annex 11

Escenaris de simulació

Es generen els escenaris de simulació generats a la comarca de la Garrotxa per als perills naturals d'inundacions, terratrèmols, incendis forestals, i erupcions volcàniques.



Shakemap amb una magnitud del moment (Mw) de 3.21
Els resultats s'expressen en cm/s2 i indiquen la sacsejada que representaria per a cada material



Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.2.1 Escenaris de simulació

Font: Dades obtingudes de l'ICGC i càlculs obtinguts de la tesi d'Alberto Nuñez Murillo
Elaborat l'any 2025

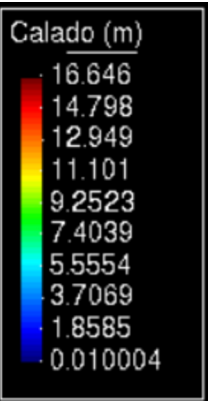
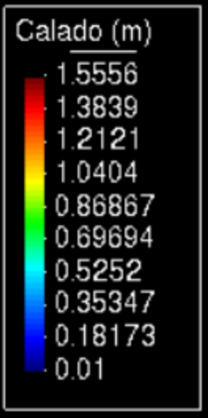
EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

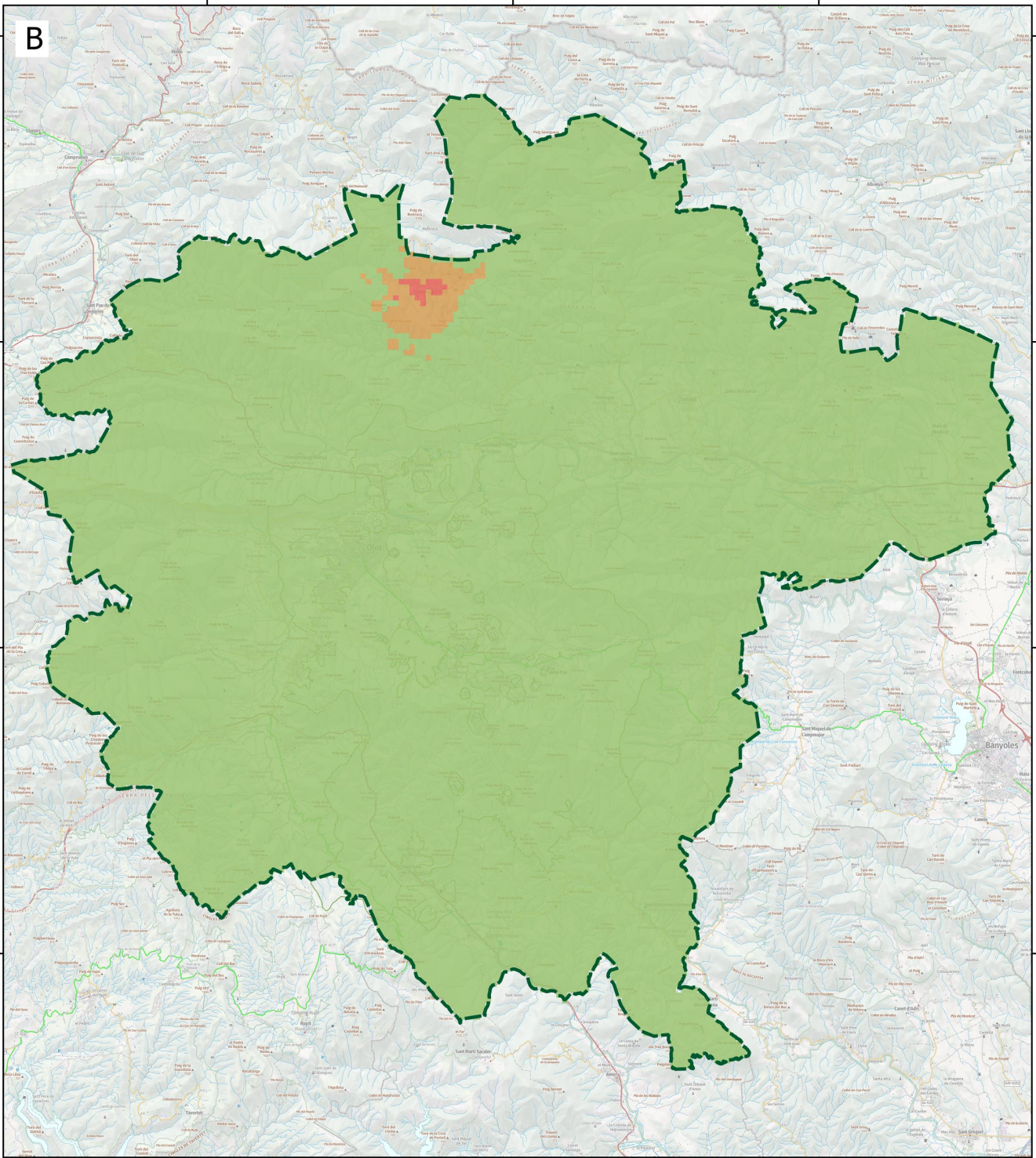
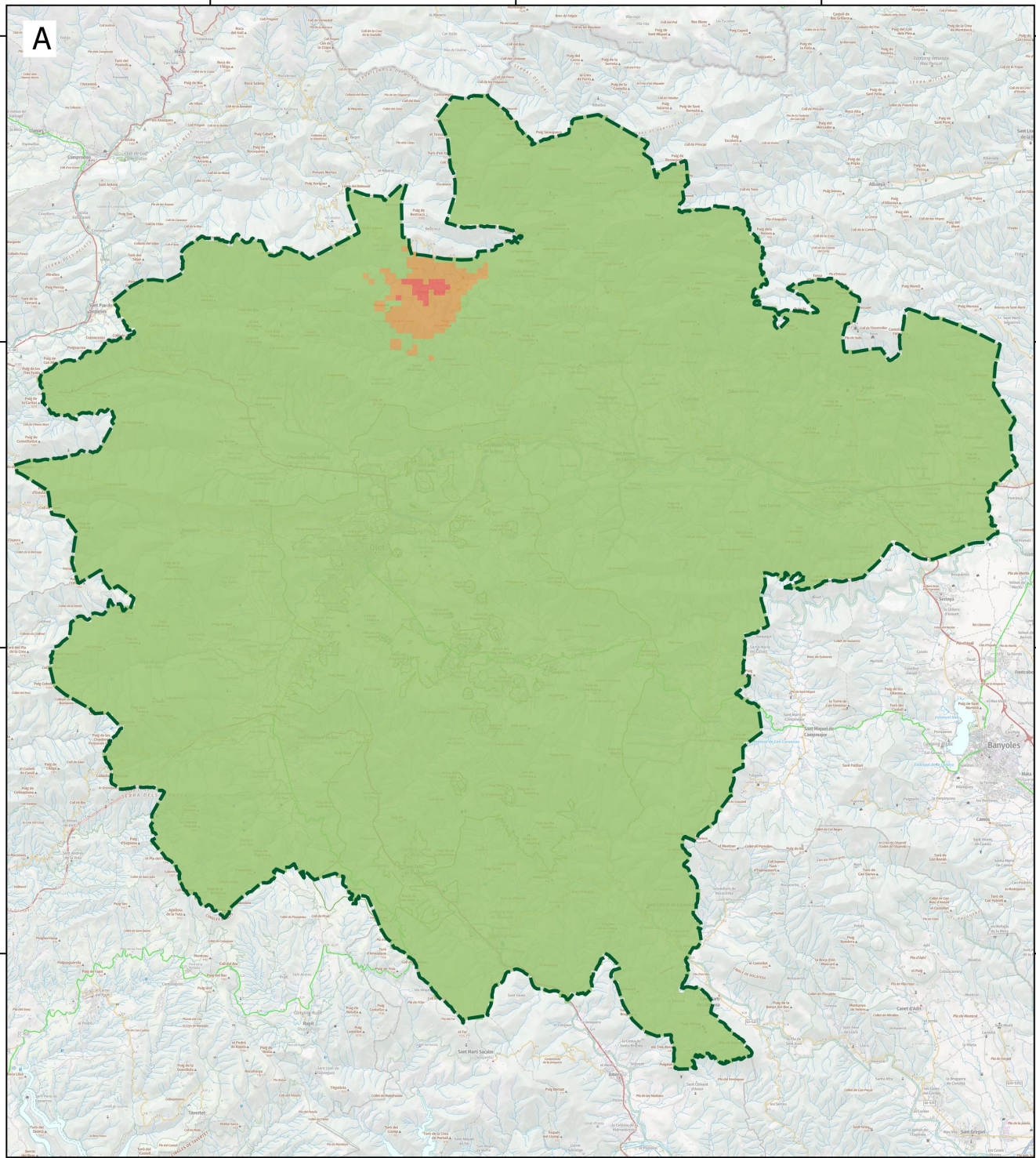


Amb el suport de:

Coordinat per:

En col·laboració amb:





Escenari de simulació de terratrèmols a la comarca de la Garrotxa. Els resultats s'expressen en cm/s²

Acceleració del sisme màxim (3.4)

 <= 16.38

 16.38 - 31.96

 >31.96



Límits comarcals

Acceleració del sisme promig (0.4)

 <= 2.42

 2.42 - 4.72

 > 4,72

A

B

Pla de reducció i gestió del risc natural a la comarca de la Garrotxa

4.4.2 Escenari de simulació

Font: Dades obtingudes de l'ICGC i càlculs obtinguts de la tesis d'Alberto Nuñez Murillo
Elaborat l'any 2025

EPSG:25831 - ETRS 89 / UTM zona 31 N

0 2,5 5 7,5 km



Amb el suport de:



DEPARTAMENT D'ENGINYERIA DE TERRA I OBRAS PÚBLIQUES
INSTITUT DE RECERCA EN ENGINYERIA DE TERRA I OBRAS PÚBLIQUES



Coordinat per:



En col·laboració amb:



