

PLA PARCIAL URBANÍSTIC PPU-GER-3

ANNEX 4: ESTUDI D'IDENTIFICACIÓ DE RISCOS GEOLÒGICS



GER, LA Cerdanya
DOCUMENT PER A L'APROVACIÓ INICIAL

JUNY DE 2019
EDUARD GRATACÒS i RIERA, GTA Arquitectes

Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG) en l'àmbit del PPU Ger-3, al municipi de Ger (Cerdanya)

Codi: GNR-180902

Març 2019



Taula de continguts

1	Introducció	1
1.1	Objectius i Abast.....	2
1.2	Bases utilitzades i antecedents.....	4
1.3	Marc territorial.....	5
1.4	Relleu	7
1.5	Clima i pluviometria	8
1.6	Marc geològic i geomorfològic	13
1.7	Aqüífers i aigües subterrànies	16
1.8	Sismicitat	19
1.9	Evolució del paisatge.....	24
2	Anàlisi de la perillositat	27
2.1	Esllavissades.....	28
2.2	Despreniments	30
2.3	Esfondraments	32
2.4	Inundabilitat	33
2.5	Fluxos torrencials.....	36
2.6	Allaus.....	37
3	Conclusions i recomanacions	39

1 Introducció

El present informe ha estat realitzat a petició de l'empresa IGREMAP SLP, qui sol·licita la realització d'un Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG) per al PPU Ger-3, al municipi de Ger, Cerdanya.



Figura 1. Zona àmbit del present EIRG, municipi de Ger (Cerdanya)

Per a tal finalitat, i d'acord amb els requisits establerts per a l'elaboració dels EIRG (ICGC, 2017), s'han realitzat les següents tasques:

1. Cerca documental
2. Anàlisi de la documentació i fotointerpretació
3. Entrevistes a testimonis
4. Inventari sobre el terreny de fenòmens i indicis d'inestabilitat
5. Anàlisi de les dades i elaboració de la cartografia

Amb la informació recollida i analitzada s'ha procedit finalment a redactar i editar el present document.

1.1 Objectius i Abast

Segons el que estableixen els articles 9 i 51 del decret legislatiu 1/2010, de 3 d'agost, Text refós de la Llei d'Urbanisme i els articles 5, 59, 69, 72, 84 i 86 del Decret 305/2006 de 18 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei d'Urbanisme, les figures de planejament urbanístic han d'incloure informació referent als riscos geològics.

Per altra banda, la Llei 4/1997, de 20 de maig, de protecció civil de Catalunya estableix que l'acció pública en matèria de protecció civil té com a finalitats bàsiques la previsió, la prevenció i la planificació, la intervenció i la informació en front als riscos que afecten al territori.

L'aptitud del territori per a la urbanització ve condicionada, en alguns casos, per l'acció de processos geodinàmics actius, tals com l'estabilitat dels vessants, avingudes de rius, erosions i torrentades. Segons la legislació vigent, el risc geològic és un dels factors que cal tenir en compte per a la planificació i la regulació urbanística. El planejament urbanístic ha de permetre assolir un nivell adequat de protecció enfront dels riscos naturals preservant de la urbanització i l'edificació aquelles zones que presentin riscos naturals, llevat que es prevegin mesures addicionals en relació a la seva prevenció o protecció. El present Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG) s'ha realitzat per donar compliment a les lleis esmentades, i té per objectiu avaluar, de forma preliminar, la perillositat geològica natural en l'àmbit del PPU Ger-3 al municipi de Ger, Cerdanya.

L'EIRG estableix que els riscos específics a estudiar corresponen a qualsevol fenomen geològic que pugui comportar un risc per a les persones, les edificacions i les infraestructures. Els fenòmens a considerar en l'EIRG són els següents:

- Despreniments (caigudes de blocs, bolcades, allaus de roques)
- Esllavissades (lliscaments rotacionals i translacionals)
- Fluxos torrencials (corrents d'arrossegalls)
- Esfondraments (subsidiències, col·lapses)
- Allaus de neu

- Terratrèmols

L'EIRG es realitza en base a la cerca d'indicis de processos geològics actius que siguin susceptibles de generar situacions de risc que convingui evitar, prevenir o mitigar. L'estudi no valora les qualificacions urbanístiques que s'assignaran a cada zona i les tracta totes igual, ja sigui sòl urbà, d'ocupació continuada de persones o sense qualificar. Un estudi més detallat podria valorar la relació entre perillositat geològica i vulnerabilitat en relació als usos. Aquesta tasca no és objecte del present treball.

L'anàlisi del risc geològic es basa en una estimació preliminar de la perillositat natural, definida com a la probabilitat de que succeeixi un fenomen natural potencialment destructiu. Queda fora de l'abast d'aquest estudi l'avaluació del risc, definit com el producte de la perillositat geològica per la vulnerabilitat de les diferents estructures existents i d'aquelles que es pot preveure implantar en el futur. No es considera la perillositat que es pugui generar per accions antròpiques futures (mineria, sobreexplotació d'aqüífers, abocaments, talussos, terraplens, ni altres obres d'origen antròpic).

L'estimació de la perillositat natural s'ha realitzat en funció de la intensitat i del grau d'activitat que podrien assolir els possibles fenòmens geomorfològics identificats. A partir d'aquests paràmetres, es poden determinar els següents graus de perillositat natural:

- **Perillositat Molt Baixa o Negligible:** zones en les quals no s'ha detectat una exposició a fenòmens actius (sense perillositat definida); o amb fenòmens de baixa intensitat i baixa activitat.
- **Perillositat Baixa:** zones exposades a fenòmens de baixa intensitat i d'activitat mitjana/alta; o de mitjana intensitat i d'activitat baixa.
- **Perillositat Mitjana:** zones exposades a fenòmens de mitjana intensitat i d'activitat mitjana/alta; o d'alta intensitat i d'activitat baixa.
- **Perillositat Alta:** zones exposades a fenòmens d'alta intensitat i d'activitat mitjana/alta.

A partir de l'avaluació de la perillositat geològica del territori es distingeixen tres situacions tipus:

- **Àrees en les quals no cal la realització d'estudis addicionals de perillositat geològica.** Corresponen a àrees amb perillositat de molt baixa a baixa.
- **Àrees en les quals no cal la realització d'estudis addicionals de perillositat geològica però que cal seguir alguna recomanació,** per protegir bens i immobles o el correcte funcionament de les estructures existents o planejades. Corresponen a àrees qualificades amb perillositat baixa i en ocasions mitjana.
- **Àrees en les quals es recomana la realització d'estudis de perillositat addicionals.** Normalment, corresponen a àrees que contenen àmbits amb perillositat de mitjana a alta. En aquestes àrees, com a criteri general, abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, es recomana efectuar estudis detallats, previs a la definició dels usos del sòl que hi poden ser compatibles, que avaluïn detalladament determinats aspectes de la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada.

1.2 Bases utilitzades i antecedents

Per a la realització del present EIRG, s'han consultat i utilitzat les següents bases cartogràfiques i d'informació:

- Models digitals del terreny (MDT) 5x5 i 2x2 de l'ICGC.
- Ortoimatges disponibles al portal Vissir de l'ICGC amb cobertura a la zona d'estudi, des de 1946: 1946, 1956, 1992, 1993, 1996, 2002, 2005, 2007, 2008, 2009 2010, 2012, 2013, 2014, 2015 i 2016.
- Base topogràfica 1:5.000 de l'ICGC.

- Bases de dades de l'ICGC d'esdeveniments de perillositat geològica (LLISCAT) i d'informes de perillositat geològica.
- Base de dades de riscos geològics de GeoNeu Risk.
- Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 (ICGC).

1.3 Marc territorial

La zona d'estudi es troba al municipi de Ger, situat al sector nord est de la comarca de la Cerdanya (Figura 2). El terme municipal té una extensió de 33,38 km² i el poble es troba a 1.034 metres d'altitud. Té una població de 429 habitants (dades del 2018). Limita al nord amb l'Alta Cerdanya francesa, a l'est amb Guils de Cerdanya, Bolvir i Fontanals de Cerdanya, al sud amb Das i Isòvol, i al sector oest amb el terme de Meranges.

La zona objecte del present EIRG, en endavant l'anomenem zona àmbit del present EIRG, o ZAE, correspon al sector est del nucli urbà de Ger, concretament al sector La Capella (Figura 3). Limita al nord amb el camí de la Devesa, al sud amb el camí vell de Puigcerdà i a l'oest amb el mateix nucli urbà de Ger. Té una extensió aproximada de 39.253 m².

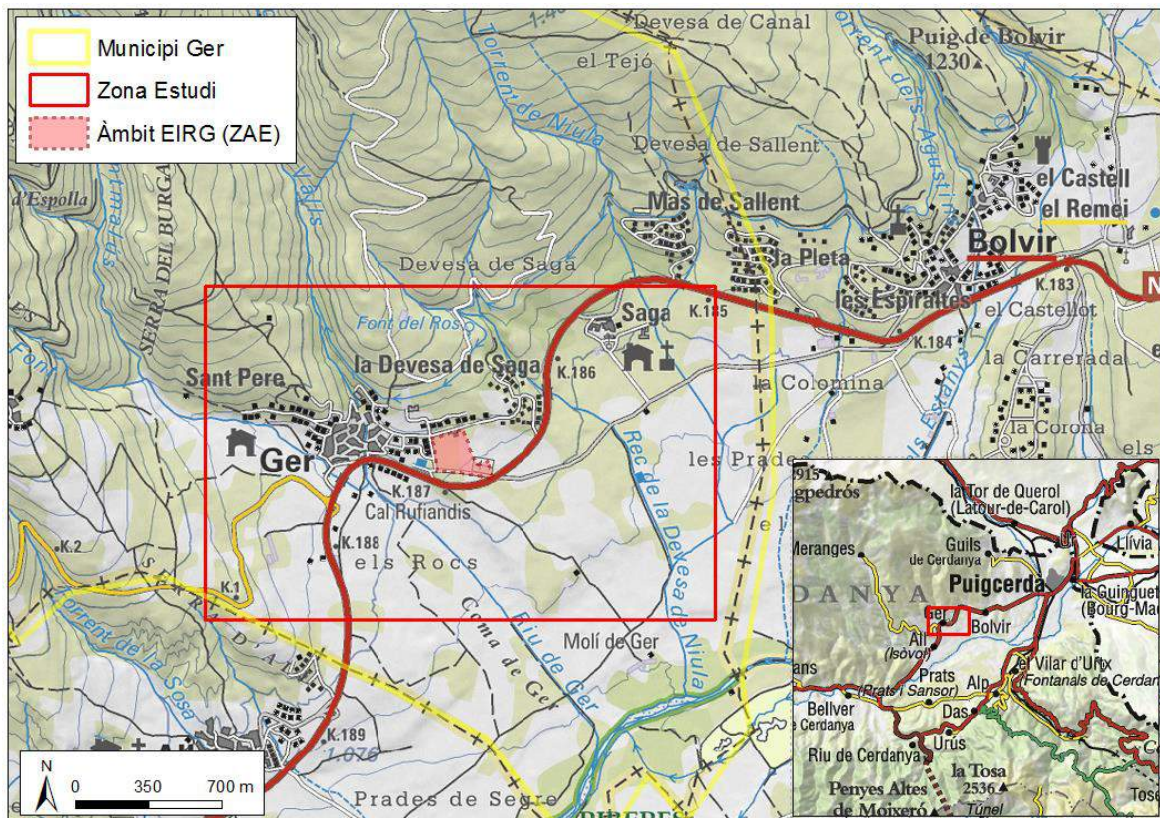


Figura 2. Zona d'estudi del present EIRG

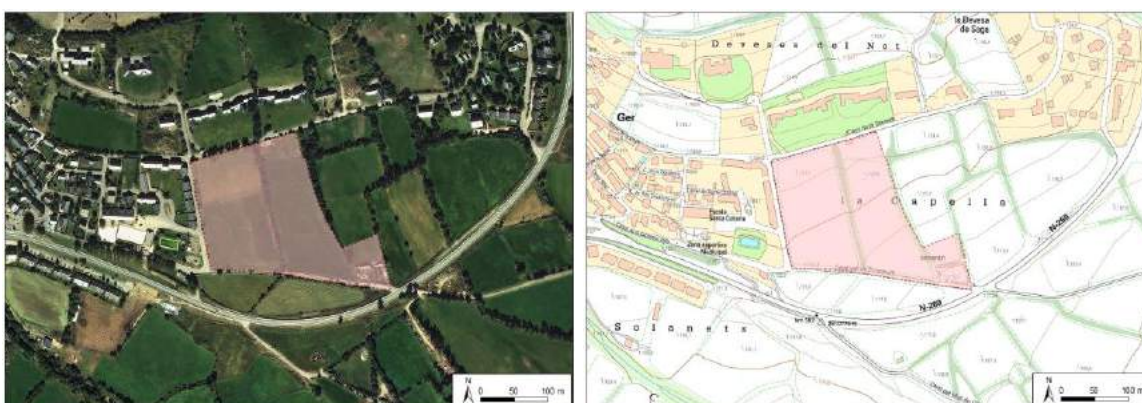


Figura 3. Detall de la zona àmbit del present EIRG, municipi de Ger (Cerdanya)

1.4 Relleu

El municipi de Ger s'estén pel vessant meridional del Puigpedrós (2.914 m) i inclou tota la conca del riu de Ger. El poble se situa a la falda de l'esmentat vessant, on es poden diferenciar dos grans sectors: les conques situades al nord del nucli urbà, que tenen com a cursos principals el barranc del torrent de les Valls i el barranc del rec de la Devesa de Niula, i la zona planera corresponent a la plana fluvial del riu Segre, situada al sud (Figura 4).

La zona àmbit del present EIRG es troba sobre les terrasses del Segre, amb pendents molt baixos (sempre inferiors a 15°). Les zones amb pendents més elevats corresponen als marges dels barrancs del torrent de les Valls i del rec de la Devesa de Niula, cap d'aquests es troba dins l'àmbit (Figura 5). La ZAE es troba a una alçada aproximada de 1.130 metres d'alçada, 75 metres per sobre de l'actual nivell del riu Segre.

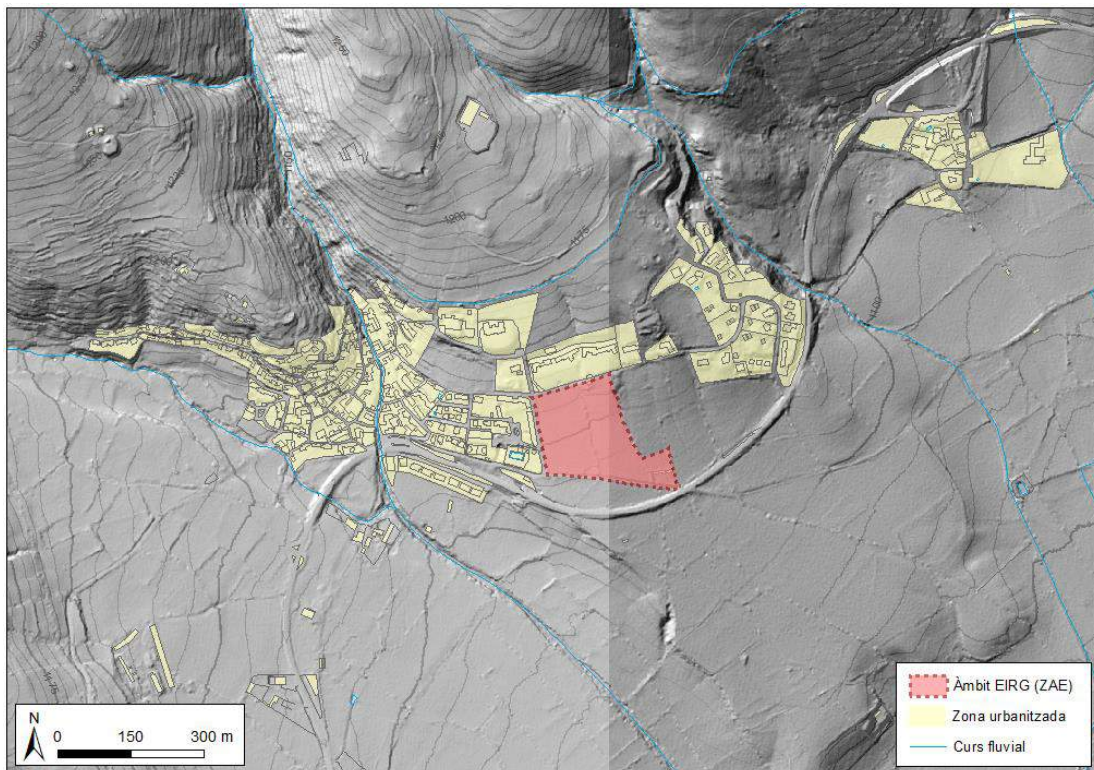


Figura 4. Relleu de la zona àmbit del present EIRG. Mapa d'ombres generat amb l' MDT (2x2).

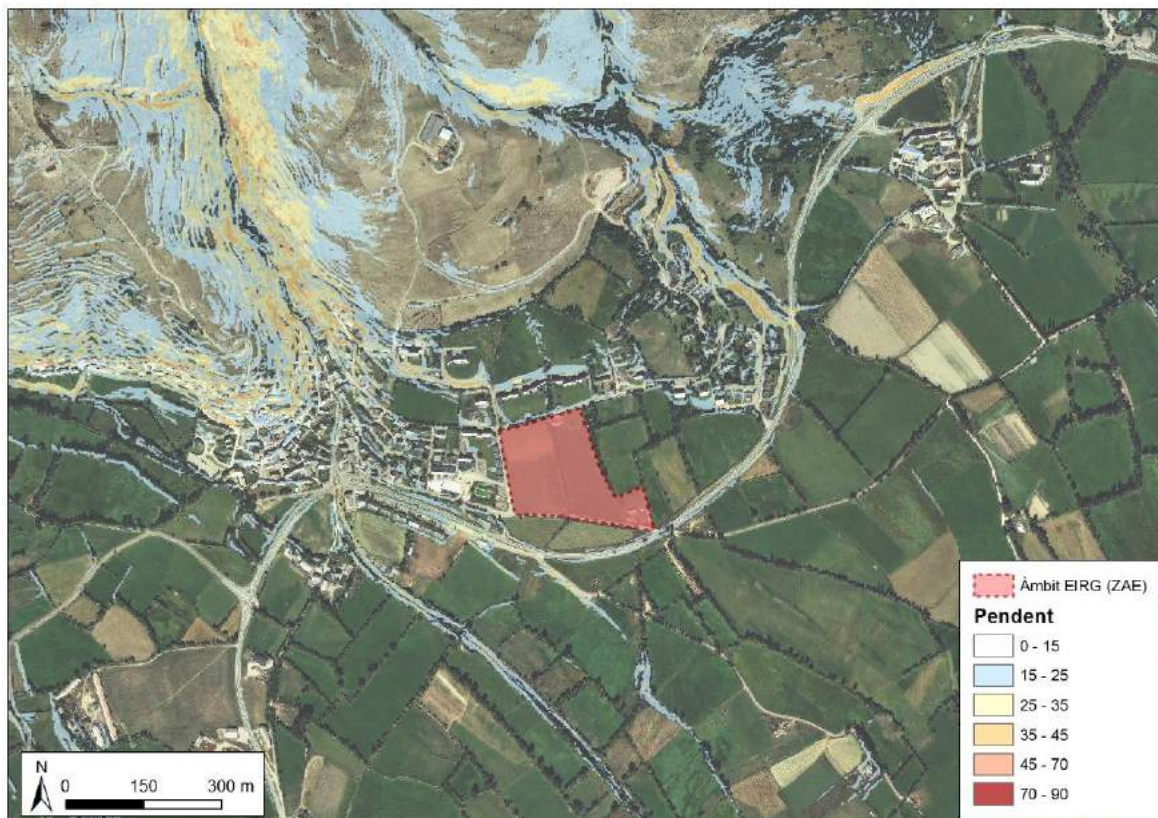


Figura 5. Mapa de pendents de la zona àmbit del present EIRG, municipi de Ger (Cerdanya)

1.5 Clima i pluviometria

L'àmbit d'estudi està en zona de clima mediterrani i es classifica, segons l'índex d'humitat de Thornthwaite, com Humit (B1). La capçalera de la conca del riu Ger, la qual drena a la zona d'estudi, presenta un índex d'humitat Humit IV, passant per la gradació corresponent del fons de vall a les capçaleres (Figura 6).

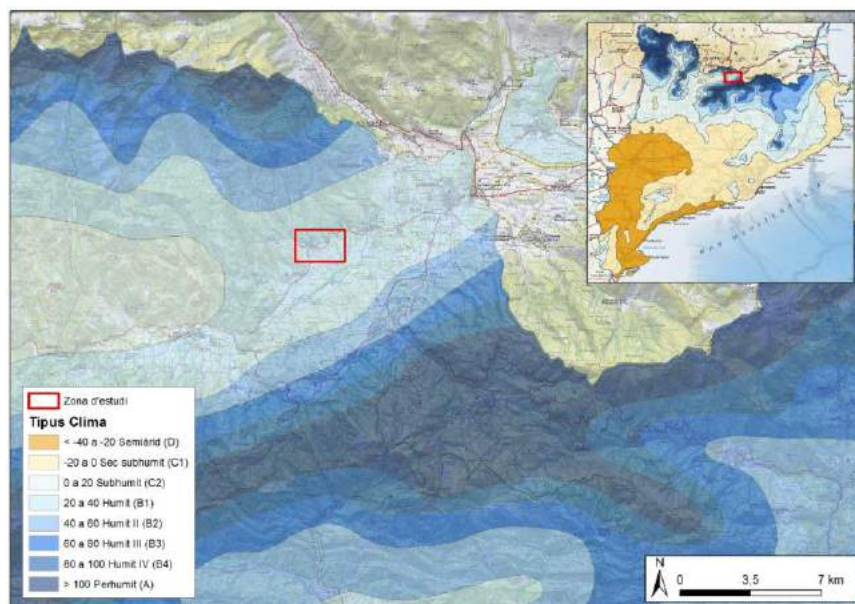


Figura 6. Tipus de clima a Catalunya. Font : Atlas Climàtic de Catalunya, 2008.

La precipitació mitjana anual és de 700-750 mm, mentre que a les capçaleres de la conca que drena la zona d'estudi augmenta fins els 950-1000 mm (Figura 7).

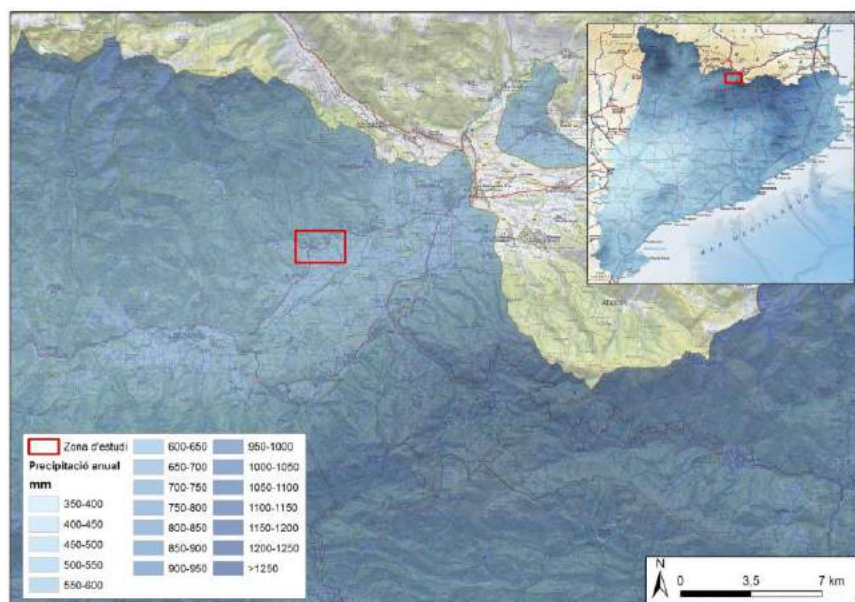


Figura 7. Precipitació anual a Catalunya. Font : Atlas Climàtic de Catalunya, 2008.

El règim pluviomètric a la zona és ETPH, essent l'estiu i la tardor les estacions amb major precipitació i la primavera i especialment l'hivern, les estacions de menor precipitació (Figura 8).

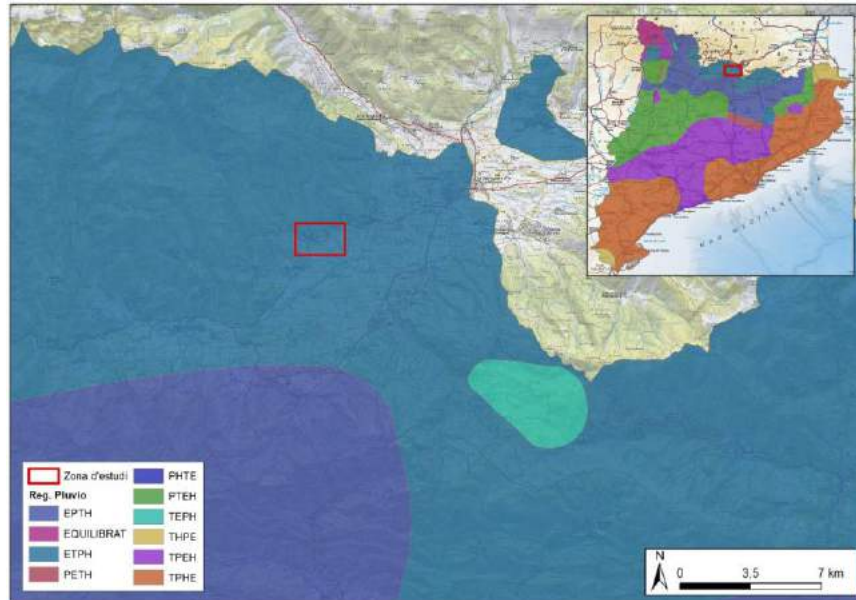


Figura 8. Règim pluviomètric de Catalunya. Font : Atlas Climàtic de Catalunya, 2008.

La temperatura mitjana anual és de 9-10°C a cota baixa i fins a 4-5°C a les capçaleres de la conca que drena a la zona d'estudi, amb una amplitud tèrmica mitjana de 16 a 17°C segons l'atles climàtic de Catalunya de 2008 (Figura 9, Figura 10).

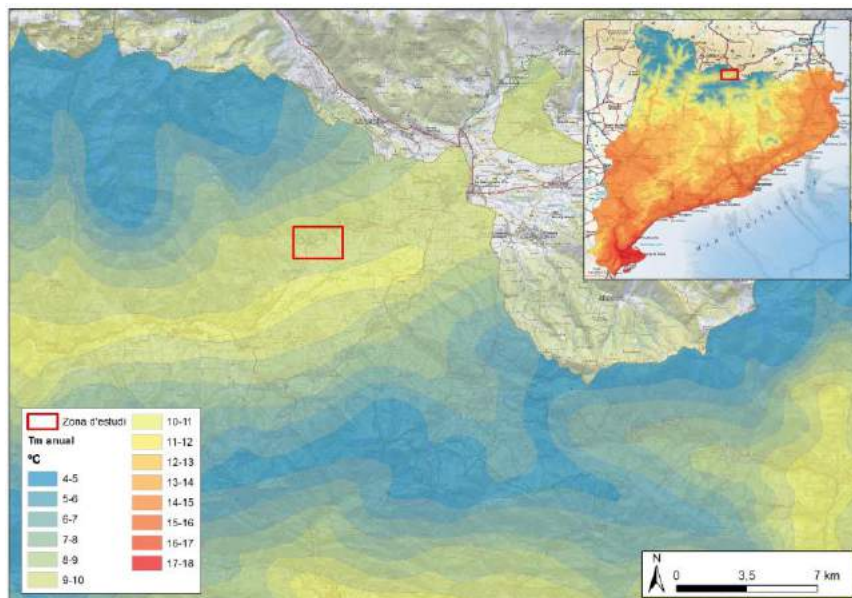


Figura 9. Temperatura mitja anual. Font : Atles Climàtic de Catalunya, 2008.

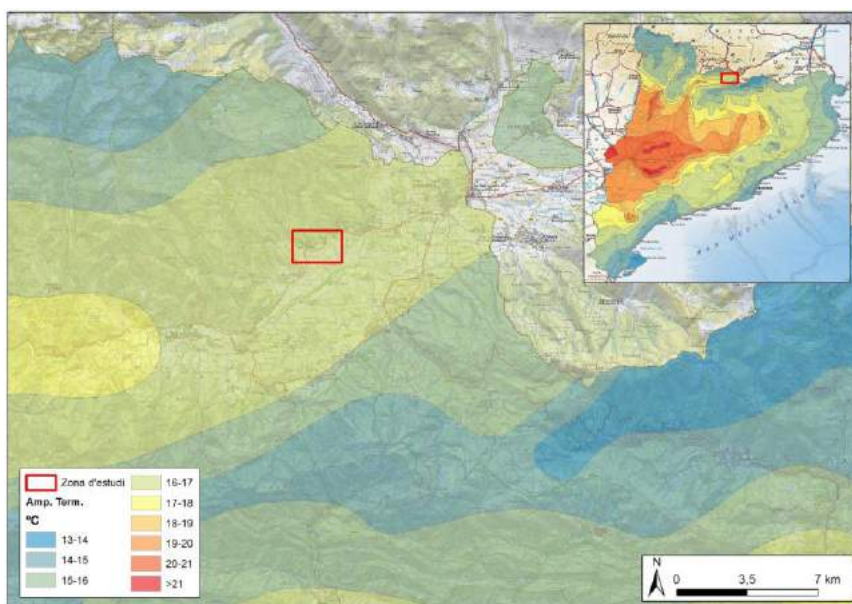


Figura 10. Amplitud tèrmica anual. Font : Atles Climàtic de Catalunya, 2008.

Pel que fa a la precipitació màxima diària, s'espera quantitats de l'ordre dels 140 mm per a un període de retorn de 25 anys, i de fins a 177 mm per a un període de retorn de 100 anys (Figura 11, Figura 12).

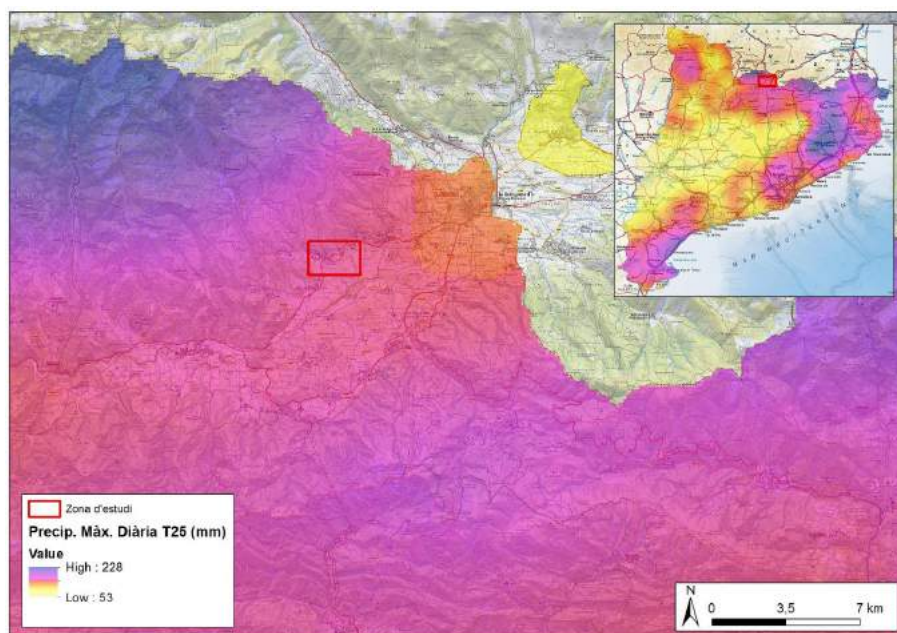


Figura 11. Precipitació màxima diària per a un període de retorn de 25 anys . Font : Atlas Climàtic de Catalunya, 2008

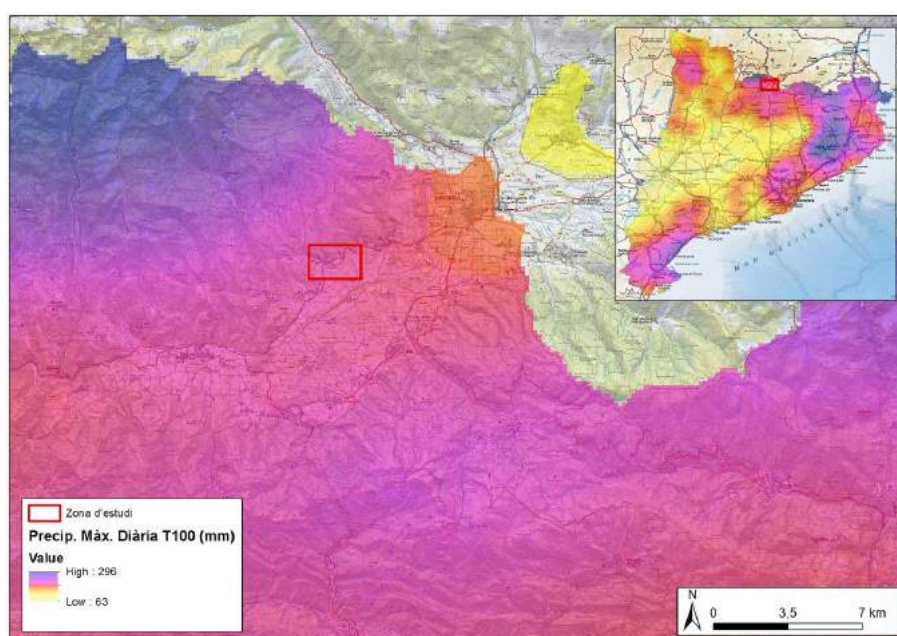


Figura 12. Precipitació màxima diària per a un període de retorn de 100 anys . Font : Atlas Climàtic de Catalunya, 2008

1.6 Marc geològic i geomorfològic

1.1.1 Geologia

La zona d'estudi estructuralment forma part de la fossa de la Cerdanya (Figura 13), constituïda principalment per rebliment miocènic. Els materials del Miocè es van sedimentar en el context tectònic extensiu que afectà la Mediterrània occidental durant el Neogen, en el qual es van generar sistemes de fosses tectòniques, limitades per falles normals. La majoria d'aquelles fosses tectòniques van esdevenir conques sedimentàries receptores dels materials procedents de l'erosió de les serres del voltant.

La fossa de la Cerdanya forma part de les conques intramuntanyoses pirinenques, associades a l'activitat del sistema de falles de la Cerdanya i de la Tet, que delimiten les fosses de la Seu d'Urgell i de la Cerdanya. El rebliment sedimentari de la conca de la Cerdanya és fonamentalment d'edat miocena superior, en bona part constituïts per bretxes, conglomerats, gresos i argiles dipositats per sistemes de ventalls al·luvials. La part topogràficament més deprimida de la conca era ocupada per un llac.

L'àmbit d'estudi es troba al límit dels materials de reblert de la fossa de la Cerdanya amb els materials paleozoics del vessant meridional del Puigpedrós.

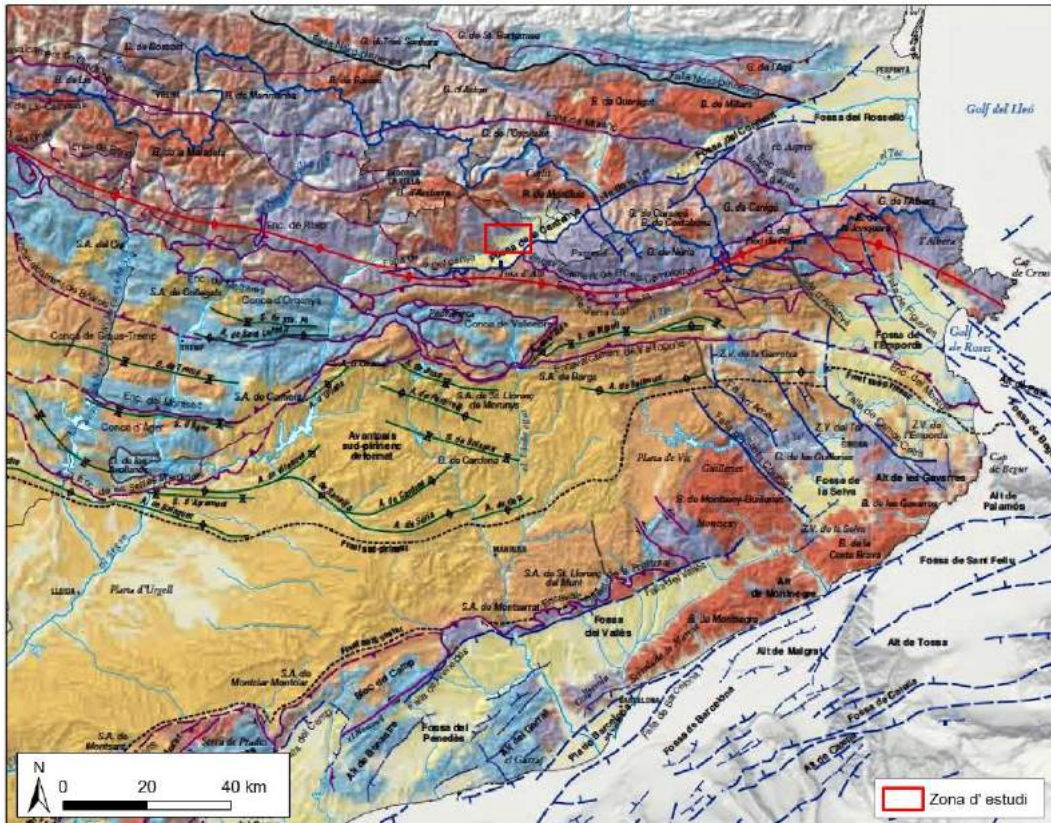


Figura 13. Mapa de l'estructura geològica de Catalunya. Font : Atles Geològic de Catalunya, 2010

Segons la cartografia geològica de la zona (1:50.000, ICGC, 2016), els materials aflorants a l'àmbit d'estudi són (Figura 14):

- **S_{Qt3}**: Terrassa del Segre i afluents. Es troba uns 40 metres sobre el nivell del riu. (Plistocè).
- **NMir**: Lutites, conglomerats, gresos i carbó (Miocè). Aflora exclusivament a l'extrem sud-oest de l'àmbit.
- **Qco**: Dipòsits col·luvials del Quaternari. Argiles amb còdols angulosos dispersos (Holocè). Aflora al vessant situat al nord de l'àmbit.
- **ÇOrgl**: Alternança centimètrica de gresos i lutites del Cambroordovicià. Aflora al vessant situat al nord de l'àmbit.

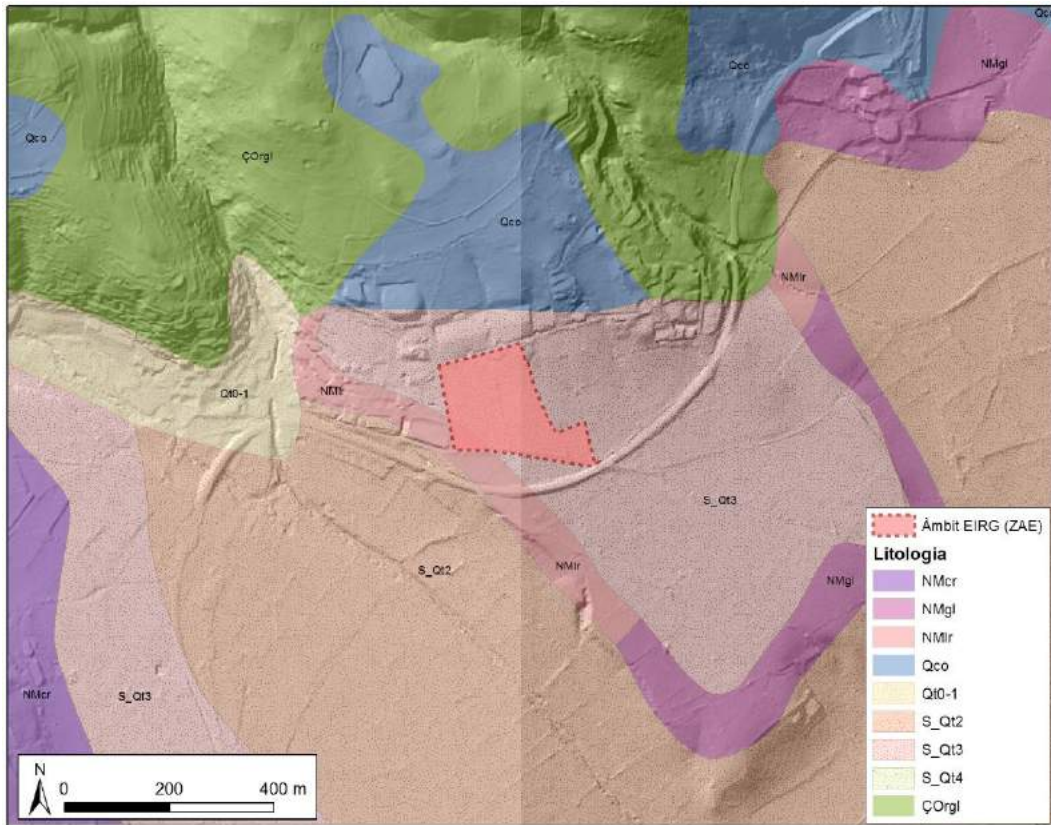


Figura 14. Base geològica 1:50.000 de la zona (ICGC).

1.1.2 Geomorfologia

Aquesta zona està constituïda per materials miocens procedents del reblert de la fossa de la Cerdanya. L'àmbit d'estudi es troba a la plana fluvial del riu Segre, a la falda del vessant meridional del Puigpedrós. La vall del Segre se situa en una depressió de fons pla a uns 1.000 metres d'alçada, amb una longitud de 40 km i entre 8 i 10 km d'amplada, i una orientació est-oest. Actualment la ZAE es troba a una distància d'aproximadament 1.300 metres del riu Segre, i a uns 75 metres sobre el nivell actual del riu.

Per la seva disposició sobre materials sedimentaris corresponents a les terrasses del riu Segre, presenta un relleu pràcticament pla sense cap estructura destacable.

1.7 Aqüífers i aigües subterrànies

Segons el mapa de masses d'aigua subterrànies de Catalunya, dins la zona de **La Cerdanya**, se li atribueix el codi de **massa d'aigua número 41** ACA (2013). Aquesta àrea correspon a la conca del Segre i té una extensió total de 244,66 km² (Figura 15).

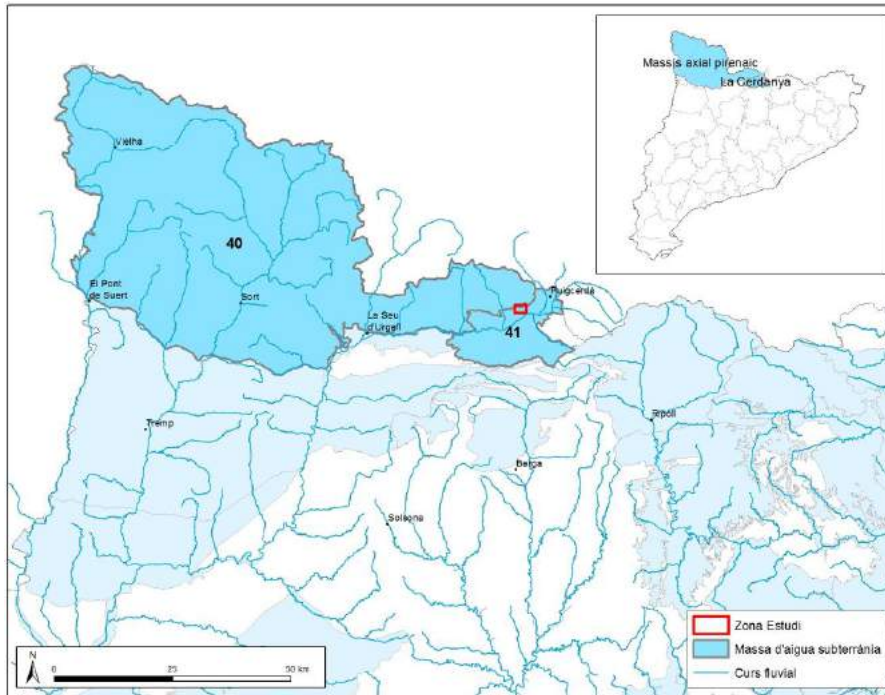


Figura 15. Situació geogràfica de la massa d'aigua 40 i 41 (ACA).

Les principals característiques de la massa d'aigua 41 són:

- Tipologia litològica dominant: Detrític (no al·luvial)
- Altres tipologies litològiques: Al·luvial; Carbonatada
- Característiques hidràuliques dominants: Aqüífers lliures i confinats amb predomini dels lliures

Segons l'ACA (2013), l'àmbit objecte d'aquest estudi es troba situat sobre l'aqüífer detrític neogen i quaternari de la Cerdanya (codi 111I01, Figura 16, Taula 1), caracteritzat per ser un aquífer porós en medi detrític granular (rebliments neògens i quaternaris).

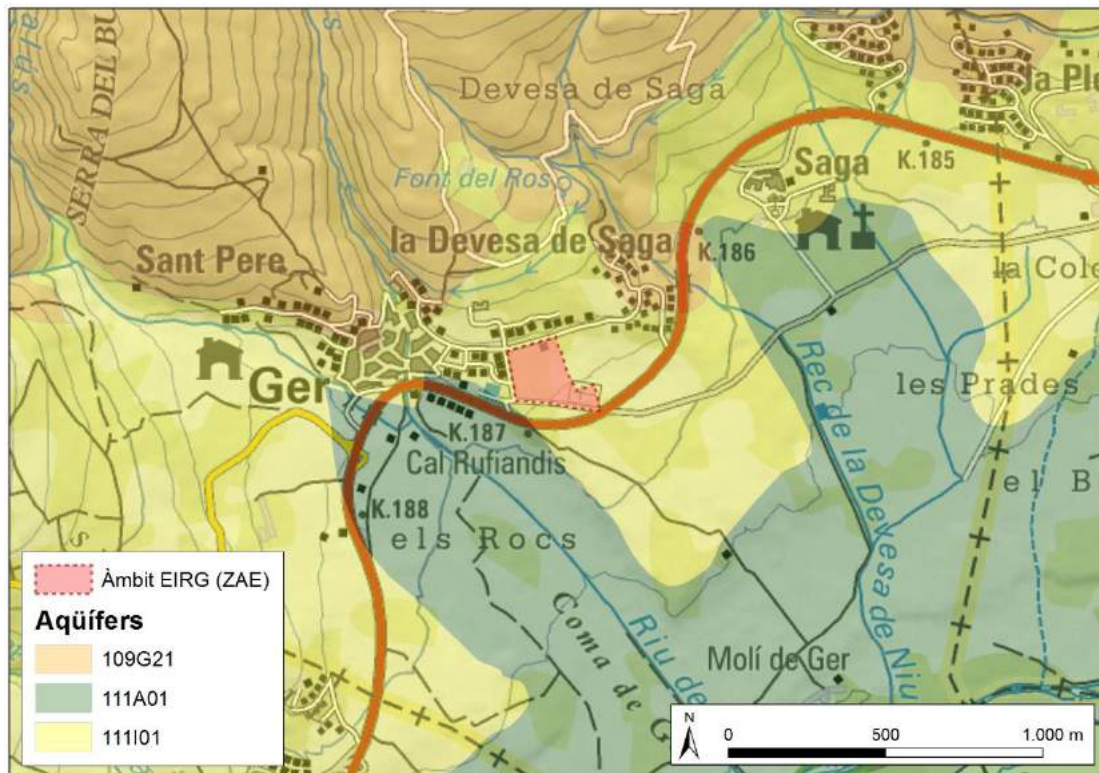


Figura 16. Mapa d'aqüífers de Catalunya (ACA, 2013). Detall de la zona d'estudi.

Els lloms que drenen cap a la ZAE, es troben també en l'aqüífer 111I01 i en l'aqüífer 109G21. Aquest últim constituït per aquífers locals en medis de baixa permeabilitat a les pissarres i granits d'Andorra – Meranges, en materials cambroordovicians i silurians (formacions de gresos, pissarres i esquists) (Figura 16, Taula 1).

Seguint el Segre i afluents, s'identifica l'aqüífer 111A01, definit com a aquífer al·luvial del Segre-Cerdanya, essent un aquífer porós en medi al·luvial-col·luvial en graves, sorres i argiles (Figura 16, Taula 1).

Les principals dades emmagatzemades a la base de dades de l'ACA d'aquests aqüífers es visualitzen a la Taula 1.

Taula 1. Dades del tipus d'aqüífers existents a la zona d'estudi (ACA 2013).

Codi Aqüífers	111I01	109G21	111A01
Posició aqüífer	S	S	S
aqüífer aflorant / No Aflorant	P2 + S	S	S
Nom aqüífer	Aqüífer detrític neogen i quaternari de la Cerdanya	Aqüífers locals en medis de baixa permeabilitat a les pissarres i granits d'Andorra-Meranges	Aqüífer al·luvial del Segre-Cerdanya
Demarcació hidrogràfica	CINT	CINT	CINT
Codi massa d'aigua associada	41	40	41
Nom massa d'aigua associada	La Cerdanya	Massís Axial Pirinenc	La Cerdanya
Classificació litològica	I	G	A
Descripció classificació litològica	Formacions mixtes de depressions neògenes i quaternàries	Formacions de gresos, pissarres i esquists	Formacions de graves, sorres i argiles
Classificació litostratigràfica	I00	G20	A00
Descripció classificació litostratigràfica	Dipòsits detrítics neògens i quaternaris	Dipòsits detrítics cambroordovicians i silurians	Dipòsits quaternaris indiferenciats
Classificació comportament hidràulic	D	Km	A
Descripció comportament hidràulic	Aqüífer porós en medi detrític granular (rebliments neògens i quaternaris)	Aqüífers locals en medis de baixa permeabilitat metamòrfics (pissarres i esquists paleozoics)	Aqüífer porós en medi al·luvial-col·luvial
Litologia predominant	Detrític no al·luvial	Metamòrfic	Al·luvial
Geometria	Tabular	Plegada	Tabular
Regim Hidràulic	Lliure	Predominantment lliure	Lliure
Tipus porositat	Intergranular	Doble porositat: intergranular i fissuració	Intergranular
Extensió total (Km²)	117,3595	266,9411	38,7693
Extensió aflorant (Km²)	79,391	266,9411	38,7693
Extensió no aflorant (Km²)	37,9685	0	0

1.8 Sismicitat

L'avaluació de la perillositat sísmica es basa en una estimació de la intensitat del moviment sísmic que s'espera que pot afectar una determinada zona.

L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) ha elaborat un mapa de zones sísmiques en el qual es valora la perillositat sísmica de cada municipi segons la probabilitat d'excedir una intensitat determinada en un període de temps donat de 500 anys segons càlculs sismotectònics. En aquest mapa es té en compte l'efecte del sòl sobre el qual es troba el nucli urbà de cada municipi segons una classificació geotècnica elaborada per l'ICGC (Figura 17)

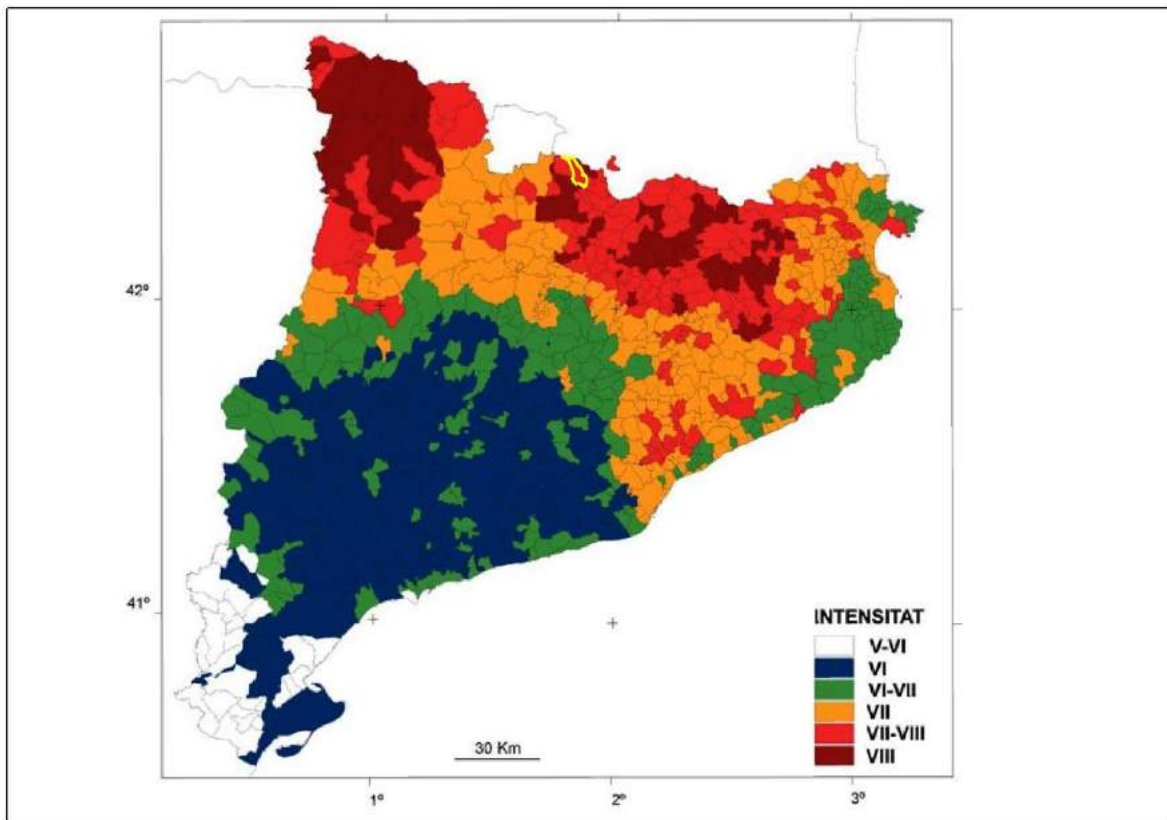


Figura 17. Mapa de zones sísmiques de Catalunya considerant l'efecte del sòl (ICGC 2001). En groc s'ha remarcat el municipi de Ger.

Segons aquest mapa, el municipi de Ger està exposat a un risc sísmic d'intensitat VII-VIII segons l'escala de MSK Medvédev-Sponheuer-Karnik.

El grau VIII es caracteritza per la destrucció d'edificis. Els efectes que caracteritzen aquest grau d'intensitat són:

1. Por i pànic general, també en persones que condueixen automòbils.
2. En alguns casos es trenquen branques dels arbres. Els mobles, fins i tot els pesats, es desplacen o tomben. Els llums penjats sofreixen danys parcials. Petites esllavissades als vessants de barrancs i en les trinxeres i terraplens amb pendents pronunciats. Esquerdes a terra d'uns quants centímetres d'amplada. S'enterboleix l'aigua dels pous. Apareixen noves deus. Tornen a tenir aigua els pous secs i s'assequen els existents. En molts casos canvia el cabal i el nivell d'aigua de les deus i pous.
3. Moltes construccions del tipus A (Taula 2) sofreixen destrucció i algunes col·lapse. Moltes construccions del tipus B sofreixen danys greus i algunes destrucció. Moltes construccions del tipus C sofreixen danys moderats i algunes greus. De vegades, es produeix el trencament d'algunes juntes de canalitzacions. Les estàtues i monuments es mouen i giren. S'ensorren murs de pedra.

Taula 2. Descripció dels danys en edificacions segons un grau d'intensitat VIII (MSK)

Tipus de construcció	Danys amb grau d'intensitat VIII (MSK)
Tipus A: Murs de maçoneria en sec o amb fang	Moltes destrucció i algunes col·lapse
Tipus B: Murs de fàbrica de maó	Moltes amb danys greus i algunes destruccions
Tipus C: Estructura metàl·lica o formigó armat	Moltes amb danys moderats i algunes greus

D'acord amb la Norma de Construcció Sismoresistent NCSE-02 (Ministerio de Fomento, 2002) , la perillositat sísmica del territori es defineix mitjançant el Mapa de Perillositat Sísmica que es recull en la citada norma (Figura 18).

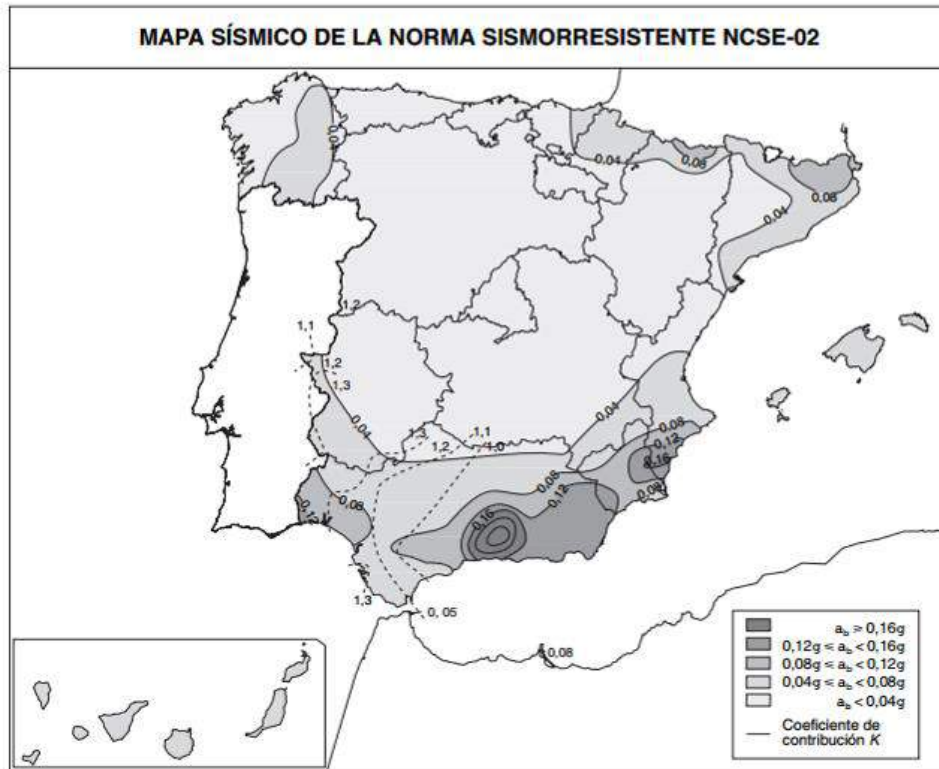


Figura 18. Mapa de Perillositat Sísmica amb (Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02), Font: Ministerio de Fomento).

Aquest mapa subministra (expressada en relació al valor de la gravetat g) l'acceleració sísmica bàsica a_b , valor característic de l'acceleració horitzontal de la superfície del terreny, i el coeficient de contribució K, que té en compte la influència dels diferents tipus de terratrèmols esperats en la perillositat sísmica de cada punt. Segons aquest mapa, el valor de l'acceleració sísmica bàsica a_b , a la zona de projecte, presenta un valor de 0,07, i segons el llistat de municipis que consta en l'annex 1 de la NCSE-02, per al municipi de Ger, el valor de l'acceleració sísmica bàsica de:

$$a_b / g = 0,07$$

Mentre que el coeficient de contribució K a la zona és de 1,0.

L'acceleració sísmica es calcula segons l'expressió:

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

On:

a_b = Acceleració sísmica bàsica

ρ = Coeficient adimensional de risc, funció de la probabilitat acceptable de que s'excedeixi a_c en el període de vida per el qual es dimensiona la construcció. Pren els següents valors:

Construccions d'importància normal $\rho=1,0$.

Construccions d'importància especial* $\rho=1,3$.

*Aquelles la destrucció de les quals pugui interrompre un servei imprescindible.

S=coeficient d'ampliació del terreny. En el cas que ens ocupa:

$$S = \frac{C}{1,25}$$

C= coeficient del terreny. Depèn de les característiques geotècniques del terreny de cimentació. Segons la norma, els terrenys es classifiquen en els següents tipus:

Taula 3. Classificació del terreny. Segons NCSE-02

Tipus de terreny	Característiques bàsiques
I	Roca compacta, sòl cimentat o granular molt dens. Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla $v_s > 750$ m/s.
II	Terreny tipus II: Roca molt fracturada, sòls granulars densos o cohesius durs. Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$ m/s.
III	Terreny tipus III: Sòl granular de compacitat mitja, o sòl cohesiu de consistència ferma o molt ferma. Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$ m/s.
IV	Terreny tipus IV: Sòl granular solt, o sòl cohesiu tou. Velocitat de propagació de les ones elàstiques transversals o de cisalla, $v_s \leq 200$ m/s.

A cadascun d'aquests tipus de terreny se'ls assigna el valor del coeficient C indicat a continuació:

Taula 4. Coeficients del terreny

Tipus de terreny	Coeficient C
I	1
II	1,3
III	1,6
IV	2

Els valors dels coeficients del sòl segons la capa de cimentació de l'estructura s'indiquen a continuació:

Taula 5. Coeficients dels materials de la zona

Unitat Geologica	Tipus de terreny	Coeficient C
Blocs, graves i/o sorres	IV	2
Lutites, conglomerats, gresos i carbó	III	1,6

Segons els coeficients C del terreny es determina el valor S per a cada material:

Taula 6. Coeficient d'ampliació S

Unitat Geologica	Tipus de terreny	Coeficient Ampliació S
Blocs, graves i/o sorres	IV	1,6
Lutites, conglomerats, gresos i carbó	III	1,28

I prenent un valor de $p=1,0$, l'acceleració sísmica de càlcul és de:

Taula 7. Acceleració sísmica per a les diferents unitats

Unitat Geologica	Tipus de terreny	Acceleració Sísmica
Blocs, graves i/o sorres	IV	1,12
Lutites, conglomerats, gresos i carbó	III	0,89

L'acceleració sísmica més desfavorable es presenta per als materials granulars poc compactats.

1.9 Evolució del paisatge

S'ha realitzat una revisió comparativa del llistat d'ortoimatges disponibles al portal Vissir de l'ICGC (<http://www.icc.cat/vissir/>). Tal com s'indica al punt 1.2, es disposa de 16 sèries d'ortoimatges que cobreixen la zona d'estudi des de 1946, o sigui, un seguiment de 70 anys, tot i que entre 1956 i 1992 hi ha un espai temporal de 36 anys sense informació.

A partir dels anys vuitanta bona part dels municipis de la Cerdanya van patir un important creixement urbanístic. Originàriament els pobles eren nuclis urbans d'edificacions aïllades, on la majoria de la població es dedicava a l'explotació forestal i a activitats agrícoles, ramaderes i comercials (Figura 19).

Amb les millores de les infraestructures, especialment amb la construcció del Túnel del Cadí l'any 1984 i la xarxa ferroviària transpirinenca Ripoll – Puigcerdà – La Tor de Querol, la comarca de la Cerdanya va millorar molt la seva connexió amb la resta del territori català.

Per aquest motiu, juntament amb la millora de la xarxa de carreteres i dels accessos als espais de muntanya, la comarca de la Cerdanya i els seus municipis van patir una gran transformació urbanística, social i econòmica. El reclam de la pràctica de l'esquí, dels esports de muntanya i del patrimoni natural de la comarca va generar un important creixement urbanístic de segones residències i de noves instal·lacions de serveis.

Durant les últimes dècades el nucli de Ger s'ha estès majoritàriament cap a l'est, fins al límit de la zona d'àmbit del present EIRG. La ZAE es troba situada entre el nucli de Ger i la urbanització de la Devesa de Saga, construïda també a finals dels anys vuitanta (Figura 20).

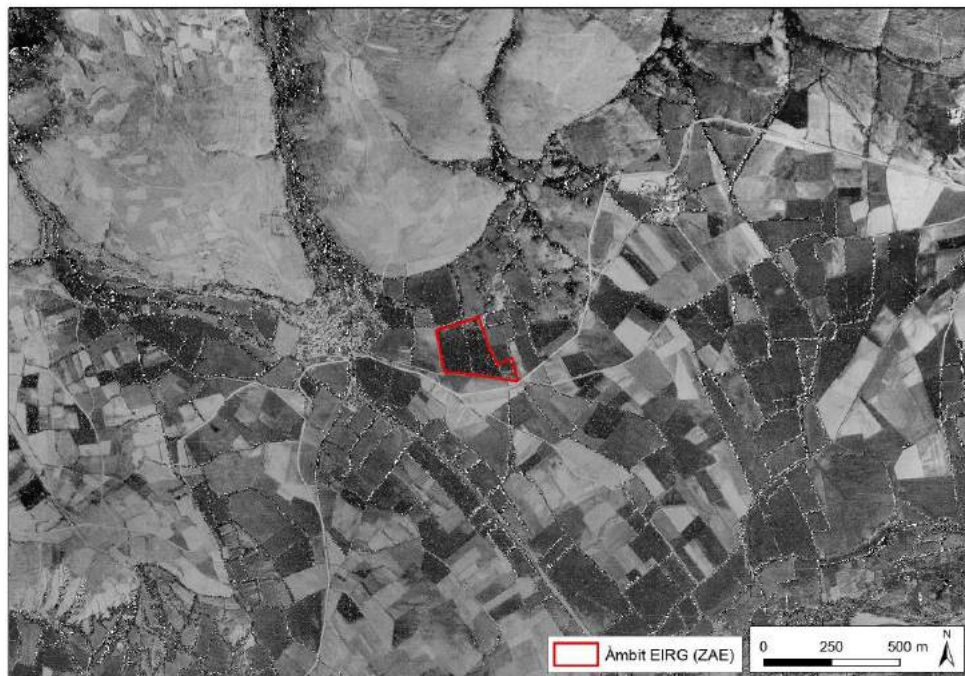


Figura 19. Ortoimatge de 1956 de la zona d'estudi.



Figura 20. Ortoimatge de 2016 de la zona d'estudi.

Tal com s'aprecia al fotograma anterior, extret de l'ICGC, l'àmbit del present EIRG està constituït per camps de conreu, a excepció de la parcel·la del cementiri i una edificació al nord de l'àmbit. De nord a sud creuen dos recs que coincideixen amb la línia d'arbres que limiten els camps (Figura 21).



Figura 21. Imatge de l'àmbit del present EIRG.

2 Anàlisi de la perillositat

Per a l'anàlisi de la perillositat s'han realitzat les següents tasques:

1. Cerca bibliogràfica i documental
 - a. Base de Dades de Riscos Geològics de l'ICGC
 - b. Base de dades de riscos geològics de GeoNeu Risk.
 - c. Publicacions locals
 - d. Internet
2. Fotointerpretació (Ortofotos de 1946, 1956, 1992, 1993, 1996, 2002, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)
3. Treball de camp: cartografia, inventari de fenòmens i indicis d'activitat geològica, geomorfològics i estructurals.
4. Entrevistes a persones coneixedores de la zona d'estudi
5. Representació cartogràfica de la informació recopilada en els punts 1 a 4.
6. Anàlisi i determinació de la perillositat

El treball de camp i les entrevistes es realitzen durant el mes de març de 2019. S'ha demanat informació sobre antecedents relacionats amb possibles fenòmens geològics que hagin afectat la zona. S'ha contactat amb en Josep Maria Isern de l'ajuntament de Ger, el qual indica que no es té constància de cap precedent, així mateix, confirma que al sector PPU Ger-3 no s'han identificat inestabilitats de vessant ni riuades.

L'alcalde de Ger, Alfons Casamajó, i l'arquitecta municipal de la mateixa població, Mireia Roset, confirmen que no es té constància de cap incidència relacionada amb riscos naturals a la zona.

2.1 Esllavissades

2.1.1 Susceptibilitat

A la zona d'àmbit del present EIRG hi afloren dos tipus principals de substrat (Figura 14):

- Dipòsits sedimentaris del Quaternari (Plistocè), corresponents a la terrassa del Segre i afluent (S_Qt₃.)
- Lutites, conglomerats, gresos i carbó del Miocè (NMIr).

Així mateix, per determinar la susceptibilitat també s'han considerat els materials que afloren al vessant adjacent a la ZAE:

- Dipòsits col·luvials del Quaternari (Holocè), constituïts per argiles amb còdols angulosos dispersos (Qço).
- Alternança centimètrica de gresos i lutites del Cambroordovicià (ÇOrgl)

Per determinar la susceptibilitat d'aquest sector s'ha considerat, entre d'altres factors, la litologia, el pendent del terreny i la presència d'aigua.

S'ha considerat, com a unitats susceptibles al desencadenament d'esllavissades, entenen esllavissades com a lliscaments, aquelles formacions superficials lutítiques i substrat format per materials argilosos o, per la banda de la seguret, materials detrítics que inclouen fins (unitats S_Qt₃, NMIr, Qço i ÇOrgl). Per determinar la susceptibilitat s'han considerat les zones on afloren les unitats esmentades amb pendents superiors als 15°.

El pendent del terreny a l'àmbit d'estudi és molt baix (sempre inferior a 15°), fet pel qual es conclou que, malgrat aflorar-hi litologies considerades susceptibles al desencadenament d'esllavissades, l'àrea no presenta susceptibilitat per aquest tipus de fenomen.

Així mateix, s'ha emprat la mateixa metodologia per valorar la susceptibilitat dels vessants situats al nord de l'àmbit, per descartar que esllavissades desencadenades fora de la zona d'estudi puguin afectar els límits de la ZAE.

A la figura Figura 22 es pot visualitzar la cartografia de susceptibilitat a les esllavissades, que combina pendent i litologia.

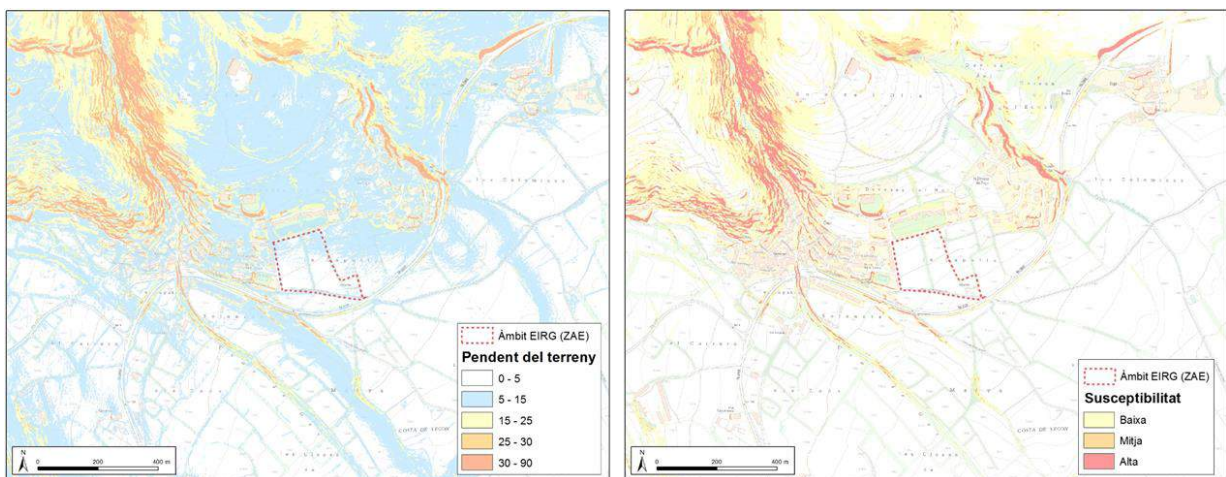


Figura 22. Susceptibilitat a les esllavissades a la zona d'estudi.

2.1.2 Indicis

No s'ha identificat cap indicati d'esllavissades a l'àmbit d'estudi.

2.1.3 Perillositat

L'àmbit de Ger, es troba completament sobre materials **S_Qt₃**, excepte a l'extrem sud-oest que afloren materials **NMir**. Dins l'àmbit de l'EIRG, els pendents són en general molt baixos i no s'hi ha identificat zones susceptibles destacables. Els vessants propers tampoc presenten susceptibilitat, fet pel qual es descarta que puguin arribar esllavissades procedents d'aquest sector dins el límit de l'àmbit.

Així doncs, **es considera que la perillositat per esllavissades al sector PPU Ger-3 és molt baixa o negligible.**

2.2 Despreniments

Per a la determinació de la perillositat per despreniments s'ha seguit la metodologia del Mapa per a la Prevenció dels Riscos Geològics de l'ICGC, basada en l'angle d'abast (Figura 23). En primer lloc, s'ha obtingut la susceptibilitat del terreny a generar despreniments. Amb el model digital del terreny de 2x2 s'ha generat un mapa de pendents identificant les superfícies rocoses (pendents entre 45° i 75°) i els escarpaments (pendents majors de 70°). Amb això, s'ha obtingut el mapa de susceptibilitat de sortida dels despreniments. A partir d'aquí, es cartografien els escarpaments, identificant, per cadascun d'ells, la seva altura i la major o menor presència d'indicis d'activitat.

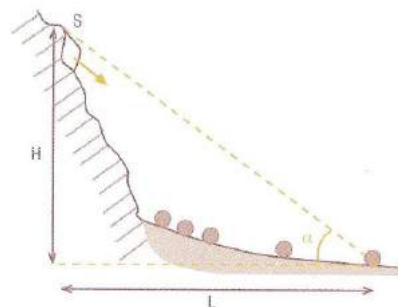


Figura 23. Representació esquemàtica de l'angle d'abast (α) d'un despreniment. S: massa rocosa que es desprèn. Extret de Copons, 2007.

2.2.1 Susceptibilitat i indicis

La zona àmbit del present EIRG (ZAE) no presenta susceptibilitat al fenomen dels desprendiments. Els pendents són molt baixos, sempre inferiors a 15° (Figura 25), i no s'ha identificat cap escarpament susceptible a generar desprendiments.

Així mateix, els vessants situats al nord de la ZAE presenten un relleu molt suavitzat sense escarpaments destacables que puguin generar desprendiments (Figura 24).



Figura 24: Vista general de la zona àmbit del present EIRG. Al fons, els vessants amb poc pendent.

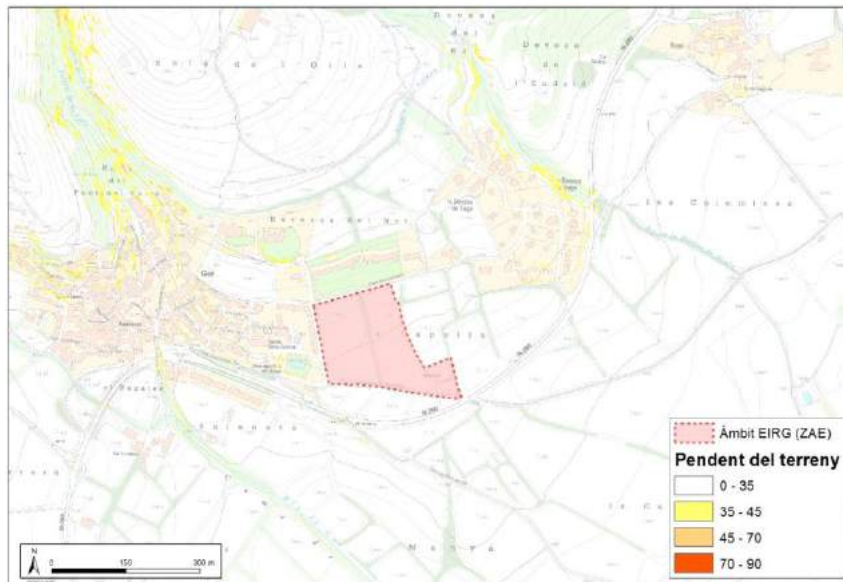


Figura 25: Mapa de pendents generat amb l'MDT 2X2. Els pendents de la zona d'estudi són inferiors als considerats susceptibles a generar desprendiments ($<45^\circ$).

2.2.2 Perillositat

En relació a la perillositat per desprendiments, dins l'àmbit PPU Ger-3, **la perillositat es considera molt baixa o negligible**. La manca d'escarpaments o superfícies rocoses a la zona descarten la possibilitat de produir-se aquest tipus de fenomen.

2.3 Esfondraments

2.3.1 Susceptibilitat i indicis

Per a la identificació d'indicis d'esfondrament, s'ha revisat el mapa geològic 1:50.000, el portal Espeleoíndex (www.espeleoindex.com), s'ha revisat l'MDT 2x2 processat en mapa d'ombres i les ortoimatges digitals disponibles al portal Vissir (www.icc.cat/vissir).

A la base de dades de l'Espeleoindex, com a cavitats més properes a la zona d'estudi, hi ha inventariades un sistema de cavitats en roques calcàries a la zona dels Tossals d'Isòvol i Olopte, a uns 4 km de l'àmbit. Aquestes cavitats estan formades sobre unitats carbonàtiques del Devonià, no aflorants a la ZAE.

La zona àmbit del present EIRG es troba situada sobre terrasses del riu Segre, amb gruixos d'ordre mètric, que a la vegada es troben situades sobre gresos i lutites del Miocè, materials no susceptibles d'esfondraments. Sobre el terreny tampoc s'ha identificat indicis d'esfondraments, el qual s'ajusta a l'absència de susceptibilitat dels materials al fenomen.

2.3.2 Perillositat

Tenint en compte que no hi ha susceptibilitat, i que no s'han observat indicis, s'estima una **perillositat molt baixa o negligible enfront a esfondraments** a la zona àmbit del present EIRG.

2.4 Inundabilitat

2.4.1 Susceptibilitat

El principal curs fluvial que drena la plana de la Cerdanya és el riu Segre, al qual tributen els barrancs que solquen els vessants meridionals de la serra del Puigpedrós. Aquest es troba a una distància d'aproximadament 1.400 metres de l'àmbit d'estudi i a una alçada d'uns 75 metres per sobre de l'actual nivell del riu Segre.

El riu Segre ja disposa de la modelització hidràulica realitzada per la CHE. Els cursos tributaris disposen de la cartografia de la zona potencialment inundable determinada segons criteri geomorfològic (ZPISCG), realitzada per l'ACA

Tal com s'observa a la Figura 27, la zona àmbit del present EIRG queda fora dels límits de la modelització hidràulica d'inundabilitat T500 del riu Segre, així com tampoc es veu afectada per la zona potencialment inundable segons criteri geomorfològic.

A la ZAE, l'únic element de drenatge existent és el rec que drena l'aigua procedent de la sèquia de la Solana (Figura 26).

2.4.2 Perillositat

Es considera una **perillositat molt baixa o negligible enfront a inundacions** a la zona àmbit del present EIRG.



Figura 26. Vista general de la zona àmbit del present EIRG, la línia d'arbres indica la presència dels recs que travessen l'àrea de nord a sud (A); Vista de detall d'un dels recs que travessen l'àmbit (B)

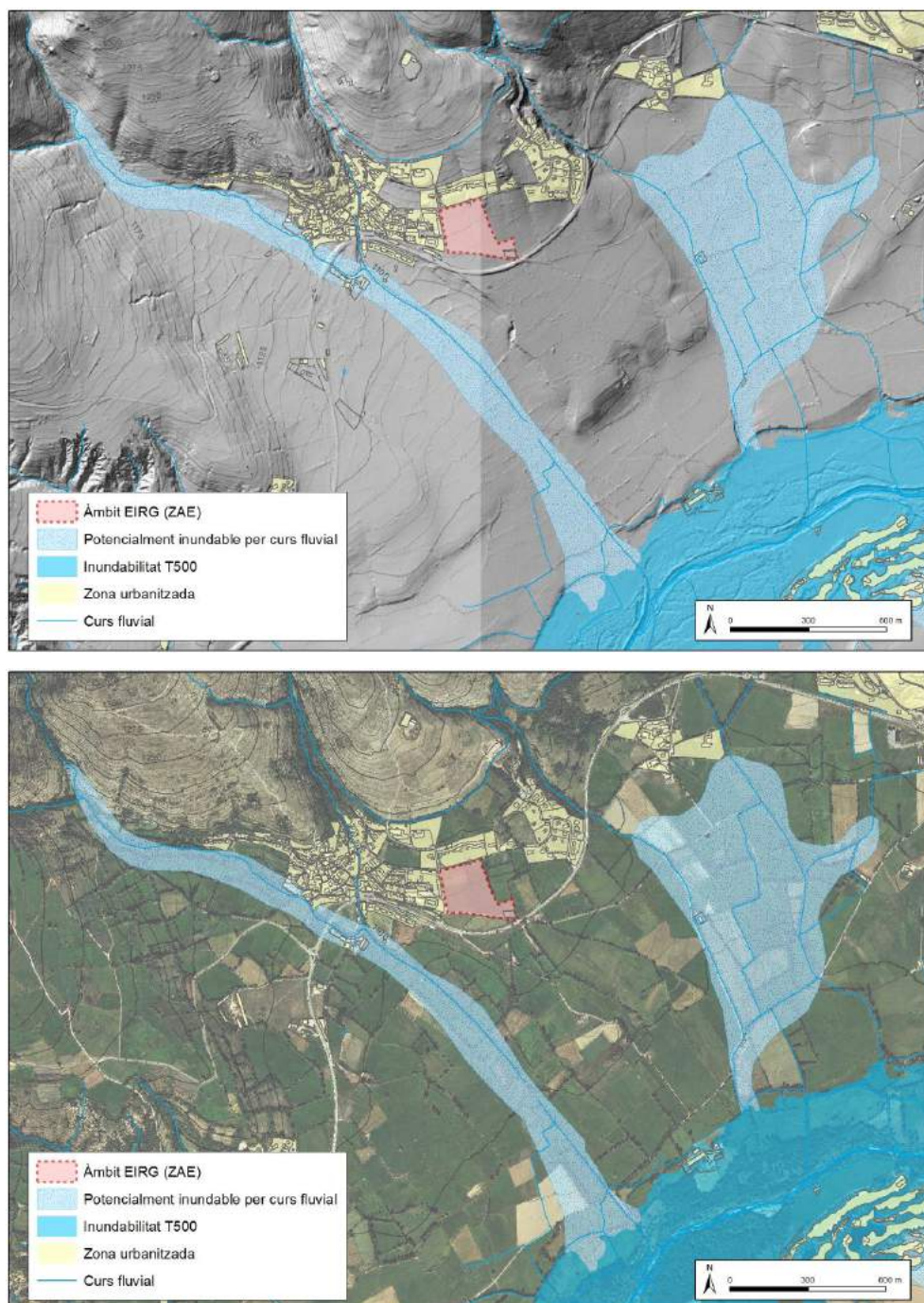


Figura 27. Cartografia d'inundabilitat obtinguda a partir de modelització hidràulica (T500, CHE), i zones potencialment inundables segons criteri geomorfològic identificades per l'ACA. A dalt, representada sobre el mapa d'ombres (MDT 2x2) i a baix, representada sobre l'ortoimatge de l'any 2016.

2.5 Fluxos torrencials

Per a determinar la susceptibilitat de la conca a generar fluxos torrencials, s'aplica el mètode de Melton (Wilford et al, 2004). Aquest mètode permet, a partir de l'anàlisi de diferents paràmetres morfològics de la conca hidrogràfica i de diferents relacions existents entre aquests, determinar la susceptibilitat del barranc a generar un tipus o altre de fenomen associat a la dinàmica torrencial: inundacions, fluxos hiperconcentrats o corrents d'arrossegalls.

2.5.1 Susceptibilitat i indicis

L'àmbit del sector de La Capella no es troba en zona susceptible d'abast de fluxos torrencials ja que està situat topogràficament en una zona més elevada, entre els barrancs del torrent de les Valls i el rec de la Devesa de Niula.

Sobre el terreny no s'ha identificat cap indicatiu de dipòsits torrencials. Així mateix, tampoc s'ha identificat cap conca de dejecció segons la cartografia de l'ACA, ni en l'anàlisi fotointerpretatiu ni de camp.

2.5.2 Perillositat

Per tant, en relació a la perillositat per fluxes torrencials, **s'estima una perillositat molt baixa o negligible**, ja que la probabilitat d'arribada de fluxes a aquest punt es considera nul·la.

2.6 Allaus

2.6.1 Susceptibilitat i indicis

Segons la base de dades d'allaus de l'ICGC (BDAC-ICGC), les zones d'allaus identificades es concentren a les capçaleres de la serra del Puigpedrós i al vessant sud del Roc Roig, per sobre dels 1.500 metres d'alçada (Figura 28). En cap cas les allaus desencadenades a cotes altes poden arribar a l'àmbit d'estudi, ja que sempre tendiran a canalitzar-se pels barrancs del Torrent de Montmalús i el torrent de les Valls. Així mateix, els vessants situats al nord de la ZAE no presenten susceptibilitat d'allaus, doncs el pendent del terreny és baix per produir-se aquest tipus de fenomen (Figura 29).

2.6.2 Perillositat

Per tant, **es considera que la perillositat per allaus és molt baixa o negligible.**

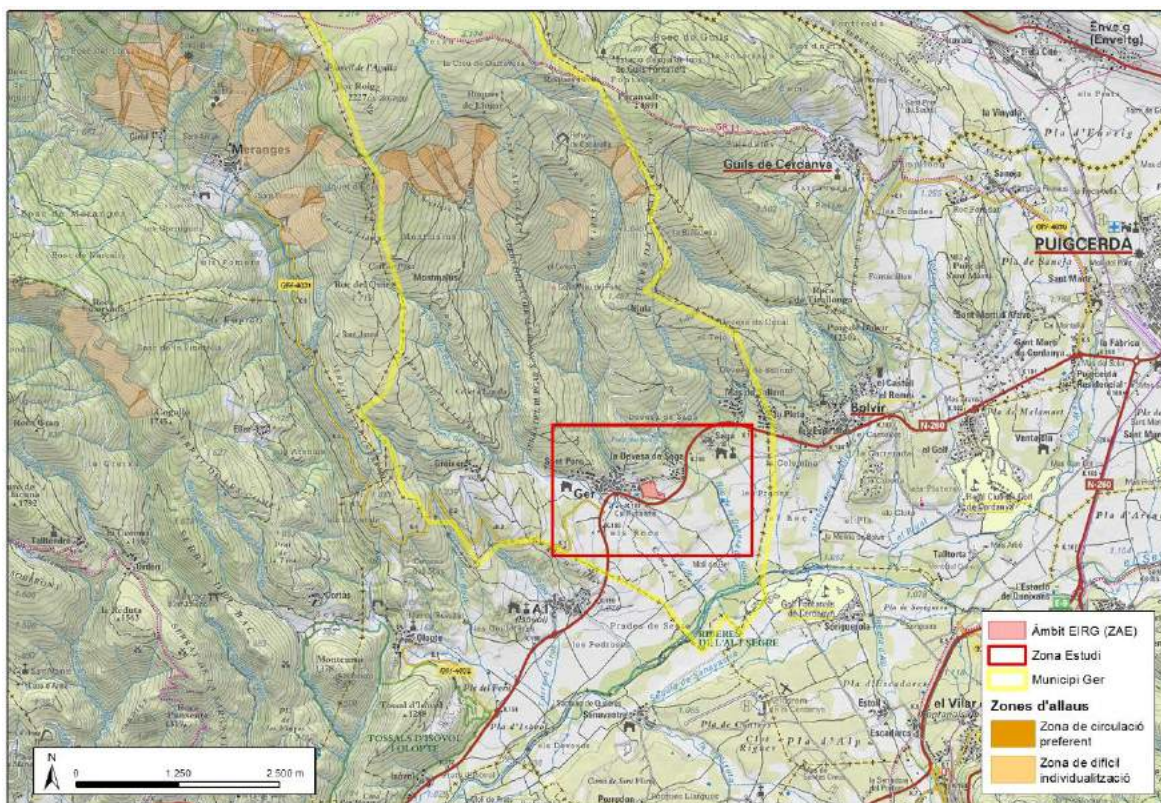


Figura 28. Zones d'allaus, zones delimitades a partir de testimonis, i límits d'allaus observades inventariats a la BDAC (BDAC-ICGC) a la zona d'estudi.



Figura 29. Vista general de l'àmbit, al fons s'observen els vessants amb pendent baix situats al nord de la ZAE.

3 Conclusions i recomanacions

Les característiques geomorfològiques i litològiques de l'àmbit PPU Ger-3, al municipi de Ger (Cerdanya) no indiquen l'existència de processos geodinàmics externs que puguin generar risc.

Després de l'avaluació amb la informació disponible, s'ha considerat que la perillositat geològica és **molt baixa o negligible per tots els fenòmens analitzats: esllavissades, desprendiments, esfondraments, inundabilitat, fluxos torrencials i allaus de neu.**

Tot i així, com a recomanacions generals, en cas d'edificació caldrà la realització dels corresponents estudis geotècnics, d'acord amb les directrius actuals del *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, i prendre les mesures adequades durant i posteriorment a l'execució d'excavacions o talussos per evitar el desenvolupament d'inestabilitats.

Barcelona, 15 de març de 2019



Laura Trabal Garmon

Geòloga col·legiada n° 7402

GeoNeu Risk

Pere Oller i Figueras

Geòleg col·legiat n° 7444

GeoNeu Risk

ANNEXOS:

QUADRE RESUM

REPORTATGE FOTOGRÀFIC

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Àmbit	Esllavissades	Despreniments	Esfondraments	Inundabilitat	Fluxos torrencials	Allaus
PPU Ger-3	<p>Sense indicis.</p> <p>Perillositat molt baixa o negligible.</p> <p>Sense recomanacions específiques.</p>	<p>Sense indicis.</p> <p>Perillositat molt baixa o negligible.</p> <p>Sense recomanacions específiques.</p>	<p>Sense indicis.</p> <p>Perillositat molt baixa o negligible.</p> <p>Sense recomanacions específiques.</p>	<p>Sense indicis.</p> <p>Perillositat molt baixa o negligible.</p> <p>Sense recomanacions específiques.</p>	<p>Sense indicis.</p> <p>Perillositat molt baixa o negligible.</p> <p>Sense recomanacions específiques.</p>	<p>Sense indicis.</p> <p>Perillositat molt baixa o negligible.</p> <p>Sense recomanacions específiques.</p>

REPORTATGE FOTOGRÀFIC



Figura 30. Vista general de l'àmbit d'estudi. Fotografia realitzada des de l'extrem sud de l'àmbit.



Figura 31. Vista general de l'àmbit d'estudi. Fotografia realitzada des del cementiri de Ger.



Figura 32. Vista general de l'àmbit d'estudi. Fotografia realitzada des de l'edificació situada al nord del la ZAE.



Figura 33. Vista general de l'àmbit d'estudi. Fotografia realitzada des del camí de la Devesa de Saga, a l'extrem nord de l'àmbit.



Figura 34. Vista general de l'àmbit d'estudi. Fotografia realitzada des del camí de la Devesa de Saga, a l'extrem nord de l'àmbit.



Figura 35. Detall dels recs que travessen l'àmbit PPU Ger-3, els quals drenen l'aigua procedent de la sèquia de la Solana.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

ACA (2013). Cartografia d'aqüífers de Catalunya (www.gencat.cat/aca).

Copons, R. (2007). Avaluació de la perillositat de caigudes de blocs rocosos al Solà d'Andorra la Vella. Institut d'Estudis Andorrans. 211 pp.

ICGC (2006) Mapa Geològic Comarcal de Catalunya. Full 15 – Cerdanya.

ICGC (2017). Criteris bàsics per a la realització de l'estudi d'identificació de riscos geològics (EIRG)

ICGC (2018). Mapa per a la prevenció dels riscos geològics (MPRG25M). Especificacions Tècniques. V. 2018. Realització. (AP-0016/18)

Wilford, D.J., Sakals, M.E., Innes, J.L., Sidle, R.C. i Bergerud, W.A. (2004). Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics. Landslides (2004) 1: DOI 10.1007/s10346-003-0002-0. Published online: 5 March 2004, Springer-Verlag, pp. 61-66.