



VILA TORRENTS ALICIA

30/03/2023 19:31:07

Càrrec: Secretària. DILIGÈNCIA: Per fer constar que aquest document forma part del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal, aprovat provisionalment per majoria absoluta, pel Ple de l'Ajuntament de data 29 de març de 2023. En dono fe.



ESTUDI PER A LA IDENTIFICACIÓ DE RISCOS GEOLÒGICS

Pla d'Ordenació Urbanística Municipal de Figueres

Juny 2021



Ajuntament de Figueres
www.figueres.cat

1.	INTRODUCCIÓ	3
1.1	Objecte	3
1.2	Situació i Abast Territorial.....	4
1.3	Metodologia	6
1.4	Anàlisi de Risc	6
2.	MARC GEOLÒGIC I GEOMORFOLÒGIC	8
2.1	Estratigrafia.....	9
2.2	Tectònica i vulcanisme	12
2.3	Xarxa de drenatge	12
3.	IDENTIFICACIÓ I AVALUACIÓ DELS RISCOS GEOLÒGICS	14
3.1	Antecedents. El Mapa per la prevenció de Riscos Geològics 1:25.000.....	14
3.2	Riscos causats per materials geològics.....	15
3.3	Riscos causats per processos geodinàmics	15
4.	CONCLUSIONS I RECOMANACIONS	29

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Objecte

La legislació vigent estableix que les figures de planejament urbanístic han d'incloure informació referent als riscos geològics en la seva tramitació i aprovació per tal d'assolir, en benefici de la seguretat i el benestar de les persones, uns nivells adequats de qualitat de vida, de sostenibilitat ambiental i de preservació enfront dels riscos naturals i tecnològics. En consonància, l'Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG d'ara en endavant) és preceptiu en els instruments de planejament urbanístic general i, a tal efecte, forma part de la documentació del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM) de Figueres.

L'objectiu fonamental del present estudi és detectar les àrees del municipi de Figueres amb risc geològic potencial per tal que aquest factor sigui pres en consideració en el planejament d'usos del sòl.

Per a la redacció d'aquest estudi s'han tingut en compte les indicacions contingudes al document "Guia per a l'elaboració d'Estudis d'identificació de Riscos Geològics (EIRG) per a urbanisme", redactat i publicat per parat de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC). Segons aquest document, l'objecte d'estudi principal són els moviments de massa o gravitacionals així com altres fenòmens de tipus geològic que puguin comportar un risc per a les persones, les edificacions i les infraestructures: desprendiments i caiguda de roques, fluxos, lliscaments, allaus de neu i enfonsaments (subsidiència i col·lapses).

Algun dels riscos geològics considerats en el document de l'ICGC són irrellevants en el cas del municipi de Figueres com és el cas dels allaus.

Com es pot veure, l'ICGC no considera completament el risc d'inundació. Respecte a aquest risc natural on el component geològic i especialment el geomorfològic també hi és present val a dir que existeix un cos de coneixement adient generat en els darrers anys per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) al que indubtablement caldrà fer referència. En relació a això, cal tenir en compte que el POUM de Figueres inclou, en la seva documentació, un Estudi d'Inundabilitat específic (abril 2021) en què s'avalua específicament el risc actual del territori municipal, tenint en compte els models hidràulics disponibles, l'estudi i l'avaluació hidràulica d'una nova proposta d'infraestructura hidràulica en l'àmbit dels recs Susanna i Malpàs, atenent a les noves propostes d'ordenació del sòl d'aquest mateix POUM i del municipi veí de Vilafant.

En relació a les situacions de risc derivades de l'ocupació de terrenys desfavorables (retrocés d'escarpaments, erosió i deposició relacionats amb la dinàmica fluvial i litoral o problemàtiques geotècniques per reblliments antròpics), no es consideren aplicables al cas de Figueres.

A banda, en aquest cas s'ha inclòs el risc sísmic com a risc general present a tot el territori, tenint en compte les valoracions derivades de fonts d'informació generals.

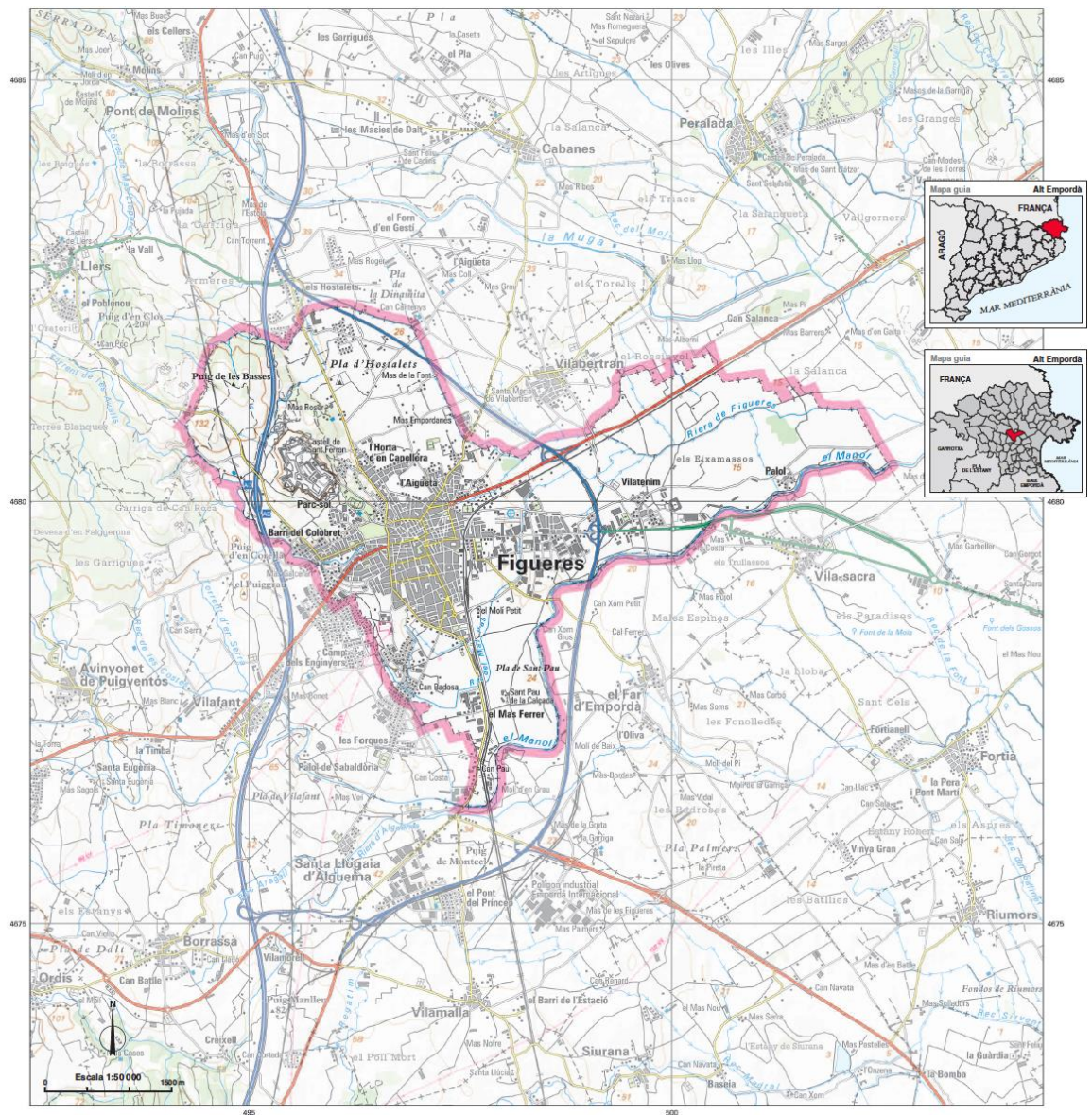
Així doncs el present document EIRG s'ha adequat a les característiques del territori objecte d'estudi incorporant aquells aspectes que s'han considerat rellevants i prescindint d'aquells del tot irrellevants.

1.2 Situació i Abast Territorial

El municipi de Figueres té una extensió de 18,87 km² i es localitza en el límit entre la plana al·luvial empordanesa i els primers relleus pirinencs del Pirineu Oriental. Limita amb el terme del Far d'Empordà al sud-est, amb el de Vila-sacra a l'est, amb el de Peralada al nord-est, amb els de Vilabertran i Cabanes d'Empordà al nord, amb el de Llers al nord-oest i finalment amb el de Vilafant al sud-oest.

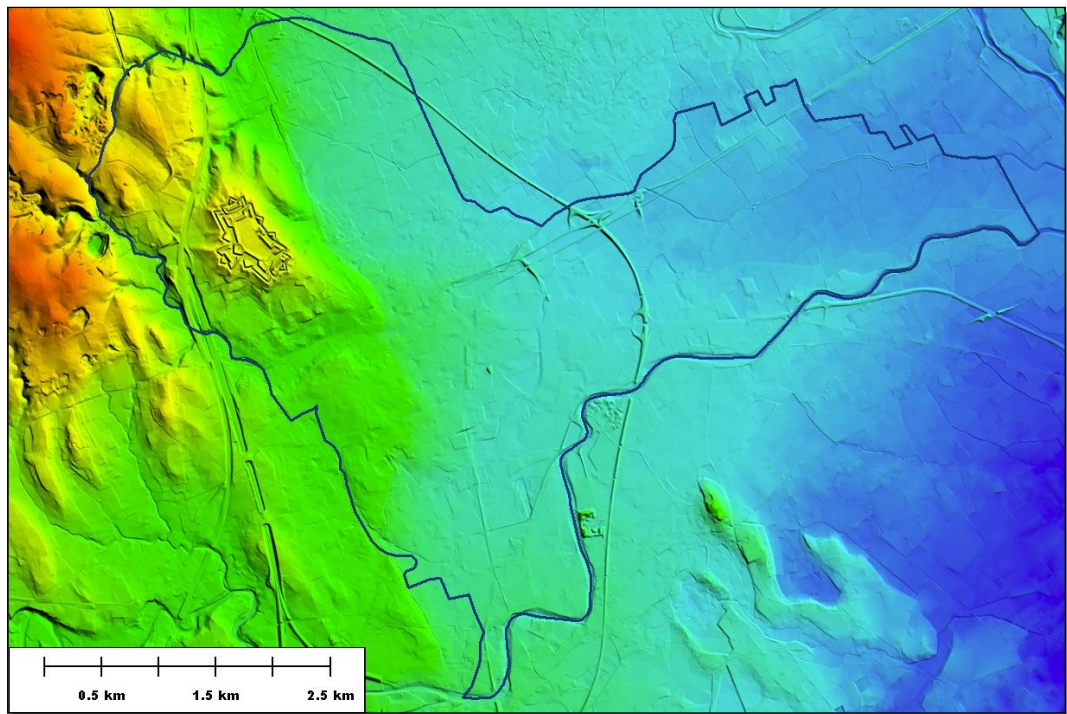
El municipi de Figueres es troba a l'esquerra orogràfica del riu Manol, que en constitueix el límit sud-oriental tot separant-lo del Far d'Empordà. En el terme recorren també les aigües de la riera de Galligants o riera de Figueres, que el travessa d'est a oest per l'interior del nucli urbà de la ciutat per acabar desembocant a la Muga, al terme de Peralada. El sector de ponent és el més accidentat, a causa de la presència de turons tot i que no arriben a superar els 136 m d'altitud. El terme municipal comprèn altres nuclis, com l'antic poble de Sant Pau de la Calçada, el Veïnat de l'Aigüeta i l'antic municipi de Vilatenim, agregat a Figueres l'any 1975.

Figura 1 Plànol de situació amb el límit del municipi de Figueres ressaltat



Origen: ICGC

Figura 2 Municipi de Figueres (traç blau fosc) representat sobre el MDT 5x5 m



Origen MDT: ICGC

1.3 Metodologia

La metodologia emprada en la confecció del present estudi comprèn:

RECONeixEMENT GEOLÒGIC I GEOMORFOLÒGIC:

El reconeixement s'ha realitzat a partir de la cartografia geològica i de riscos existent 1:25000, d'ortofoimatges 1:5000 i cartografia 1:5000 digital, i les dades recalades del reconeixement de camp; així com de documentació del nostre arxiu i altres estudis i documentació geològica diversa.

TREBALL DE GABINET:

Confecció de l'estudi, mitjançant la utilització i el tractament informàtic de cartografia i documentació i bibliografia complementària diversa.

1.4 Anàlisi de Risc

L'anàlisi del risc geològic es basa en una estimació preliminar de la perillositat natural, entesa com a la probabilitat de què succeeixi un fenomen natural potencialment destructiu. Queda fora de l'abast d'aquest estudi l'avaluació del risc, entès 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 (minería,

sobreexplotació d'aqüífers, abocaments, talussos, terraplens, ni altres obres d'origen antròpic) tot i que se'n pot fer esment.

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 o geològics identificats. A partir d'aquests paràmetres, es poden determinar els següents graus de perillositat natural:

- **Perillositat Molt Baixa o Negligible:** zones on 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.

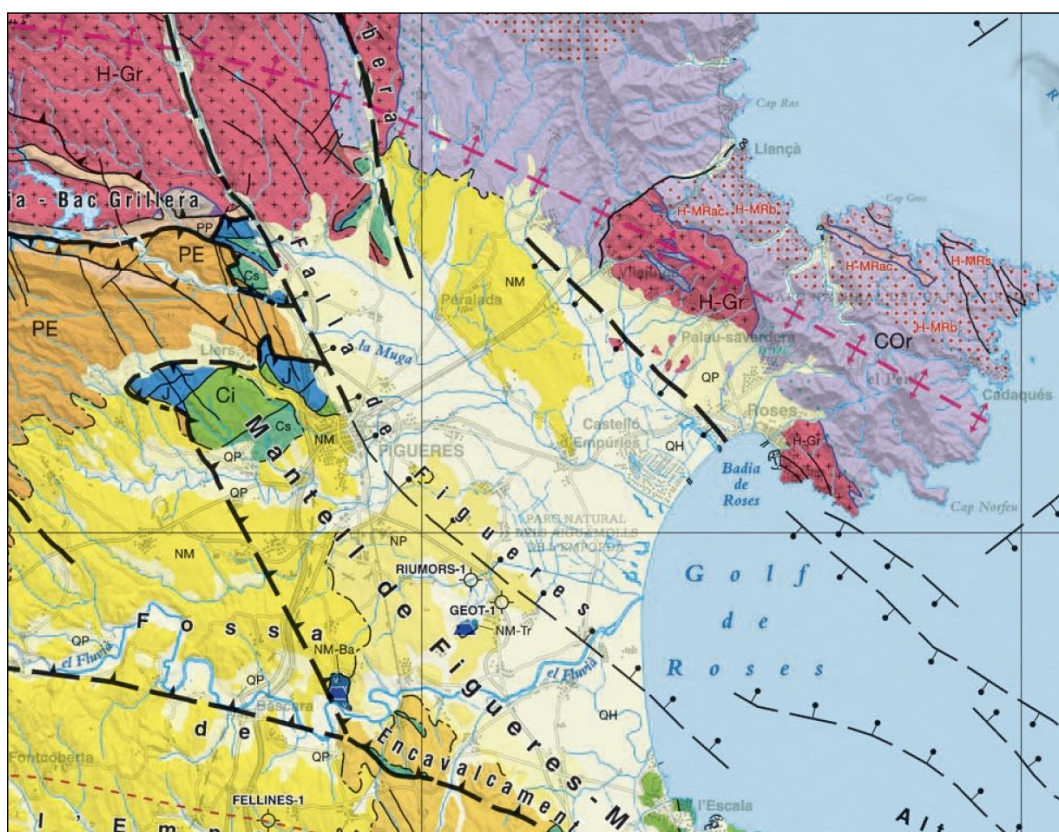
A partir de l'avaluació de la perillositat geològica del territori es distingeixen tres situacions tipus:

- **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 addicional,** per protegir béns i immobles o el correcte funcionament de les estructures existents o planejades. Corresponen a àrees qualificades amb perillositat de 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.

2. MARC GEOLÒGIC I GEOMORFOLÒGIC

El municipi de Figueres es troba situat majoritàriament en la conca neògena de l'Empordà excepte la part més septentrional del terme (Castell de Sant Ferran, Centre Penitenciari de les Basses) que s'ubica sobre de materials pertanyents al Mantell de Figueres-Montgri on els relleus prepirinencs presents estan constituïts per materials calcaris mesozoics al·lòctons i constitueixen la superfície d'erosió del pla d'en Vinyes, amb presència de dolines. La divisió d'aquests dos àmbits ve donada per una de les fractures que compartimenta la fossa neògena de l'Empordà, l'anomenada **Falla de Figueres** en el mapa de les unitats estructurals de Catalunya, o també Falla de la Jonquera en la el mapa geològic 1:25.000 (Geotrellat I) de l'ICGC.

Figura 3 Geologia de la fosa de l'Alt Empordà



Origen: ICGC

El municipi de Figueres es relaciona íntimament amb aquesta fossa tectònica neògena de l'Empordà situada entre l'extrem oriental dels Pirineus, les Cadenes Costaneres Catalanes i el Sistema Transversal Català. La fossa l'omplen sediments continentals i marins, amb alguns materials volcànics bàsics, dipositats en l'interval de temps del Miocè al Quaternari. El substrat rocós, adjacent a la Falla de Figueres i aflorant a la part de ponent del municipi, inclou calcàries del Mesozoic, i formacions siliciclàstiques del Paleogen. Aquest substrat es afectat per les estructures compressives pirinenques (plecs i

encavalcaments de direcció OE i vergència sud) a les que es superposa el conjunt de falles normals orientades predominantment NO-SE, que compartimenten la fossa neògena on el gruix de sediments neògens arriba gruixos hectomètrics.

2.1 Estratigrafia

Les unitats geològiques de referència que afloren al terme municipal de Figueres segons la cartografia geològica més detallada disponible (Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Geotrell I), són les següents:

TRIÀSSIC:

- **Tk: Argiles vermelles i verdes, guixos i carnoles ocre i dolomies laminades.** La unitat està molt replegada i no s'observa cap sèrie continua. Les argiles formen trams decimètrics a mètrics, i hi són freqüents cristalls de quars bipiramidal. Els guixos estan intercalats en argiles vermelles i sovint bretxificats. La part alta és formada per una alternança de nivells mètrics de carnoles i nivells centimètrics d'argiles verdes, i localment per dolomies ocre laminades. La potència aflorant és d'uns 50 m. Els límits inferior i superior són sempre contactes mecànics. Facies **Keuper**. Atribuïdes a dipòsits de salines i planes lutitiques. Triàssic Superior.

JURÀSSIC:

- **JD: Calcàries grises i dolomies** de color gris fosc on es reconeix una alternança de calcàries laminades algals, amb nivells de bretxes i oolítics. L'estratificació és centimètrica i dècimètrica. La unitat està afectada per una dolomitització penetrativa i destructiva; el resultat d'aquesta són dolomies fosques però que en tall fresc presenten tons blanquinosos i rosats. El límit inferior és un contacte net amb la unitat JLPT. La seva potència màxima és d'uns 100m. S'interpreten com a sediments de plataforma proximal i litorals. S'atribueixen al **Dogger**.
- **JLPT: Calcàries, calacarenites bioclàstiques ocre i margues.** Les calcàries i calacarenites són suportades pels grans, estan estratificades en nivells centimètrics i decimètrics i formen cicles grano i estratocreixents. Les margues són groguenques, però negres en tall fresc. Contenen ammonítids, belemnítids, braquiòpodes, lamel·libranquis i crinoïdeus. El nivell calcarenític superior de vegades està dolomititzat. El límit inferior és localment discordant i està representat en la majoria dels casos per un nivell de condensació. La potència de la unitat és d'uns 60 m. Les fàcies de calacarenites s'atribueixen a dipòsits de plataforma energètica oberta i les margues a plataforma distal. Edat Pliensbaquià- Toarcià. **Lias**.
- **JLS: Calcàries i dolomies grises.** L'estratificació és milimètrica a decimètrica. Alternen amb laminacions algals, nivells amb laminacions encreuades planes de petita escala i ripples, nivells de mudstones amb abundant bioturbació, nivells de bretxes d'intraclasts i nivells oolítics. Els trams més alts solen estar dolomititzats. La potència és d'uns 70 m. El límit inferior és un contacte net sobre l'unitat inferior que no aflora. El límit superior és una superfície irregular associada a un nivell ferruginós (hardground). S'interpreten com a sediments de plataforma restringida amb trànsit a plataforma marina protegida cap a la part superior. S'atribueixen al Sinemuria. **Lias**.

CRETÀCIC INFERIOR:

- **CBB: Calcàries oolítiques** de tonalitats blanques i rosades amb intercalacions de calcàries amb elevat percentatge de fang calcari de tonalitat gri fosc. Aquestes intercalacions són més abundants a la part alta de la unitat. L'Estratificació dels nivells grollers és d'ordre decimètric a mètric i ocasionalment presenten estratificació encreuada plana de gran

escala. En els nivells fins l'estratificació és d'ordre decimètric. Ocasionalment, en el contacte entre ambdós tipus afloren nivells de condensació amb glauconita. Contenen principalment miliolids, trocolines i dasicladàcies. La potència màxima mesurada és de 675 m. S'interpreten coma a sediments de plataforma que conclouen tant en parts energètiques com parts més internes i restringides. L'Edat va del Berriasià fins l'Auterivia-Barremià.

PALEOGEN:

- **EBb: Alternança d'argiles i gresos amb canals de conglomerats** polimíctics. Els clasts són de materials paleozoics, mesozoics i terciaris, destacant els de granitoids i els de calcàries bioclàstiques eocenes. El límit inferior d'aquesta unitat és una discordança. La potència és d'uns 450 m. Corresponen a sediments de plana al·luvial amb fàcies distals de ventalls al·luvials i de rius trenats. Unitat superior de la Fm. Bellmunt. S'atribueix al Bartonian. **Eocé.**

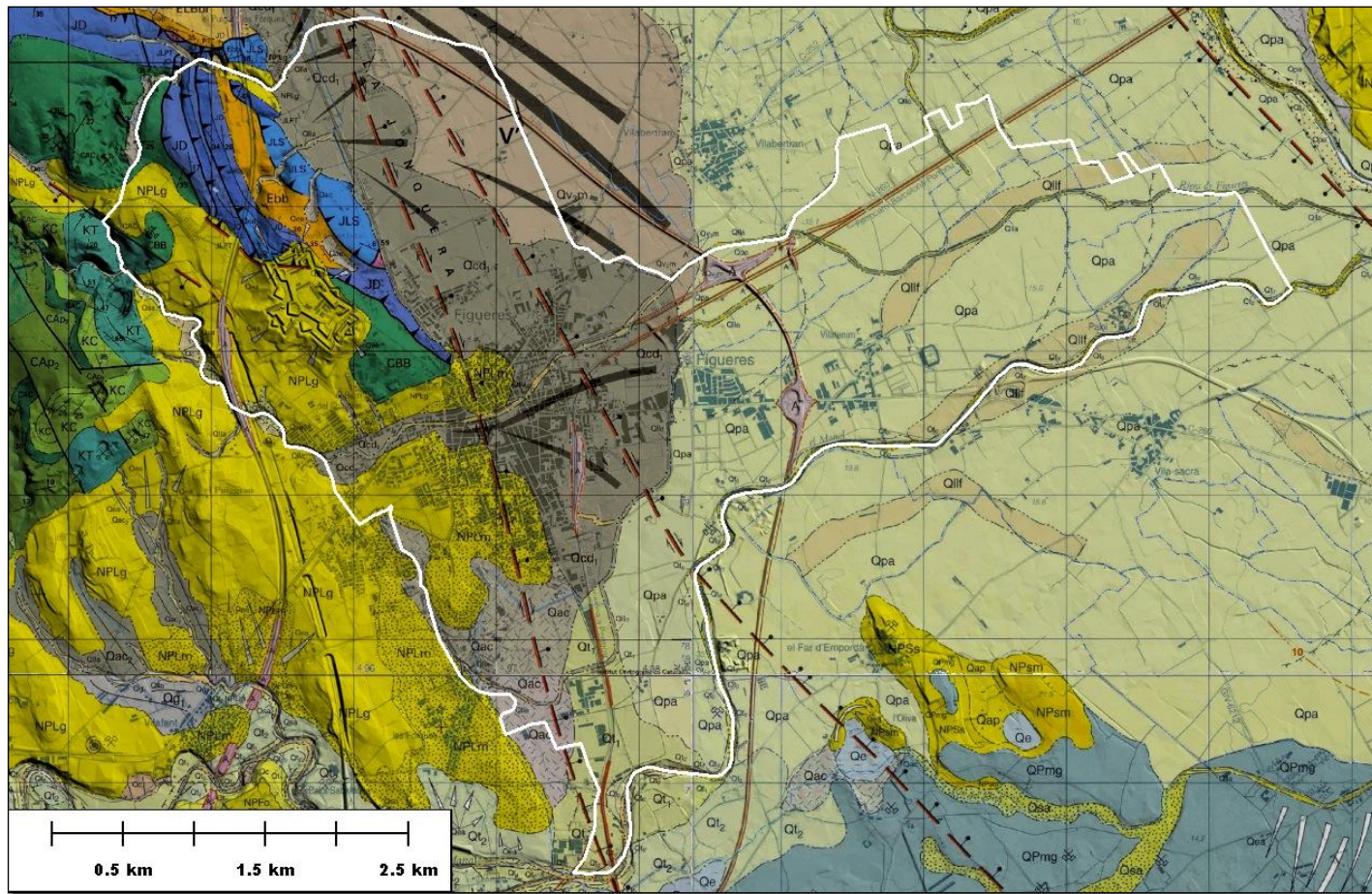
NEOGEN:

- **NPIg: Graves i sorres** formant nivells intercalats entre trams d'argiles. Els nivells de graves presenten cicatrius internes. Els còdols són de gresós, calcàries, granits, roques volcàniques i quars dins d'una matriu sorrenca. El límit inferior és discordant. La potència mínima es de 30 m. **Pliocé.**
- **NPLm: Graves i sorres** amb trams massiu i trams amb laminacions encreuades de mitjana escala. Els còdols són de granits, gresós, calcàries, basalts i quars. El límit inferior és una discordança sobre materials mesozoics i eocens. El gruix màxim és d'uns 30 m. **Pliocé.**

DIPOSITS QUATERNARIS:

- **Qcd1:** Sorres argiloses de colors marrons i vermells, amb intercalacions de nivells lenticulars de graves subarrodonides. **Plistocé-Holocé**
- **Qt1:** Graves i sorres recobertes per materials més fins. Nivell de terrassa +4-5m. **Plistocé-Holocé.**
- **Qpa:** Argiles, llims, sorres i graves. Dipòsits de desbordament i plana d'inundació. **Holocé**
- **Qt0:** Graves i sorres recobertes per materials més fins. Nivell de terrassa +2-3m. **Holocé.**
- **Qlla:** Argiles, llims i sorres amb nivells de graves. Dipòsits de la llera dels torrents actuals. **Holocé.**
- **Qllf:** Argiles, llims, ocasionalment turba. Dipòsits fins en antics cursos o meandres abandonats. **Holocé**
- **Qac:** Argiles, sorres, llims que inclouen còdols aïllats. Sediments poligènics d'origen mixte al·luvial, col·luvial. **Holocé.**
- **A:** Dipòsits antròpics. Materials heterogranulars a base d'arids naturals. Terraplens d'obres viaries. **Antropocé.**

Figura 4 Municipi de Figueres destacat en blanc) representant sobre el mapa geològic 1:25:000 de Catalunya de l'ICGC i el MDT 5 x 5 m. Els epígrafs es troben descrits al text.



Origen: Elaboració pròpia a partir de l'ICGC

2.2 Tectònica i vulcanisme

La Fossa de l'Empordà s'emmarca en el context tectònic extensional que va afectar a la Mediterrània occidental durant el Neogen i el Quaternari. Forma part del sistema de *rifting* que s'estén al llarg de 1.100 km des de la fossa del Rin fins al sud-est de la Península Ibèrica, i que evoluciona des del Eocè tardà fins a l'actualitat.

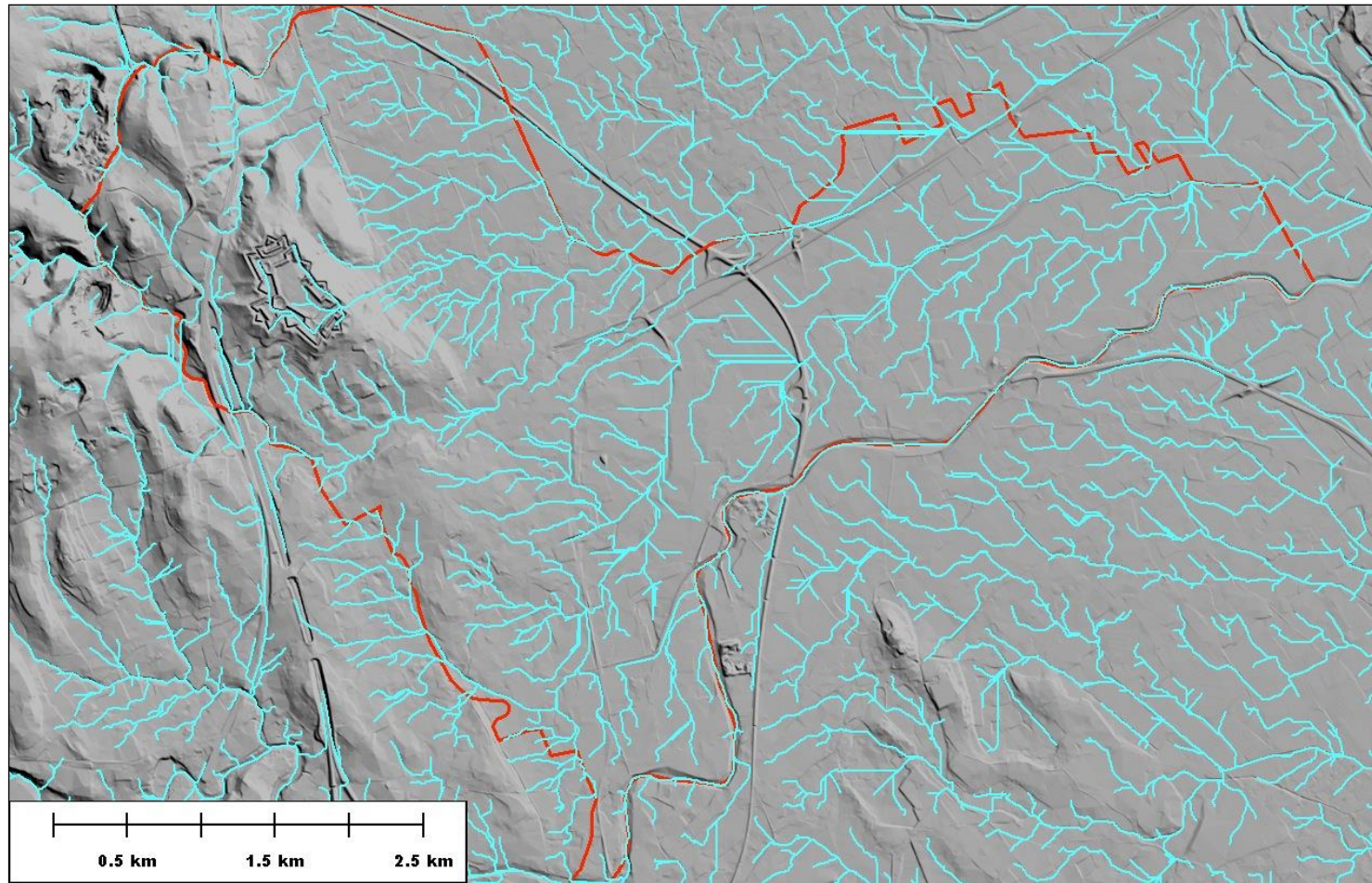
Dins d'aquest marc, la fossa de l'Empordà està definida per un sistema de falles normals de direcció NW-SE que es superposa a les estructures pirinenques i a la conca d'avantpaís alpina. Aquest sistema forma el segment de salt sinistre entre els segments de direcció NE-SW del Golf de Lleó - la Têt - la Tech- la Cerdanya i Vallés-Penedès-Golf de València.

Una de les particularitats del segment en direcció NW-SE és la presència de nombroses manifestacions volcàniques, d'edat neògena i quaternària. Les característiques petrològiques i geoquímiques, així com el context geològic, indiquen que el vulcanisme en aquest sector correspon al d'un model de rift amb baixa manifestació volcànica, conseqüència de la fusió parcial de roques mantel·liques per descompressió en un context distensiu. Les mostres més properes al municipi de Figueres d'aquest vulcanisme són els afloraments basàltics de Llers al N i de Pedret i Marça al E.

2.3 Xarxa de drenatge

La xarxa de drenatge del municipi s'ha determinat a partir del tractament digital del MDT 5 x 5 m vigent de l'ICGC i es mostra a la pàgina següent.

Figura 5 Xarxa de drenatge del municipi de Figueres calculada a partir del MDT 5 x 5 m del ICGC



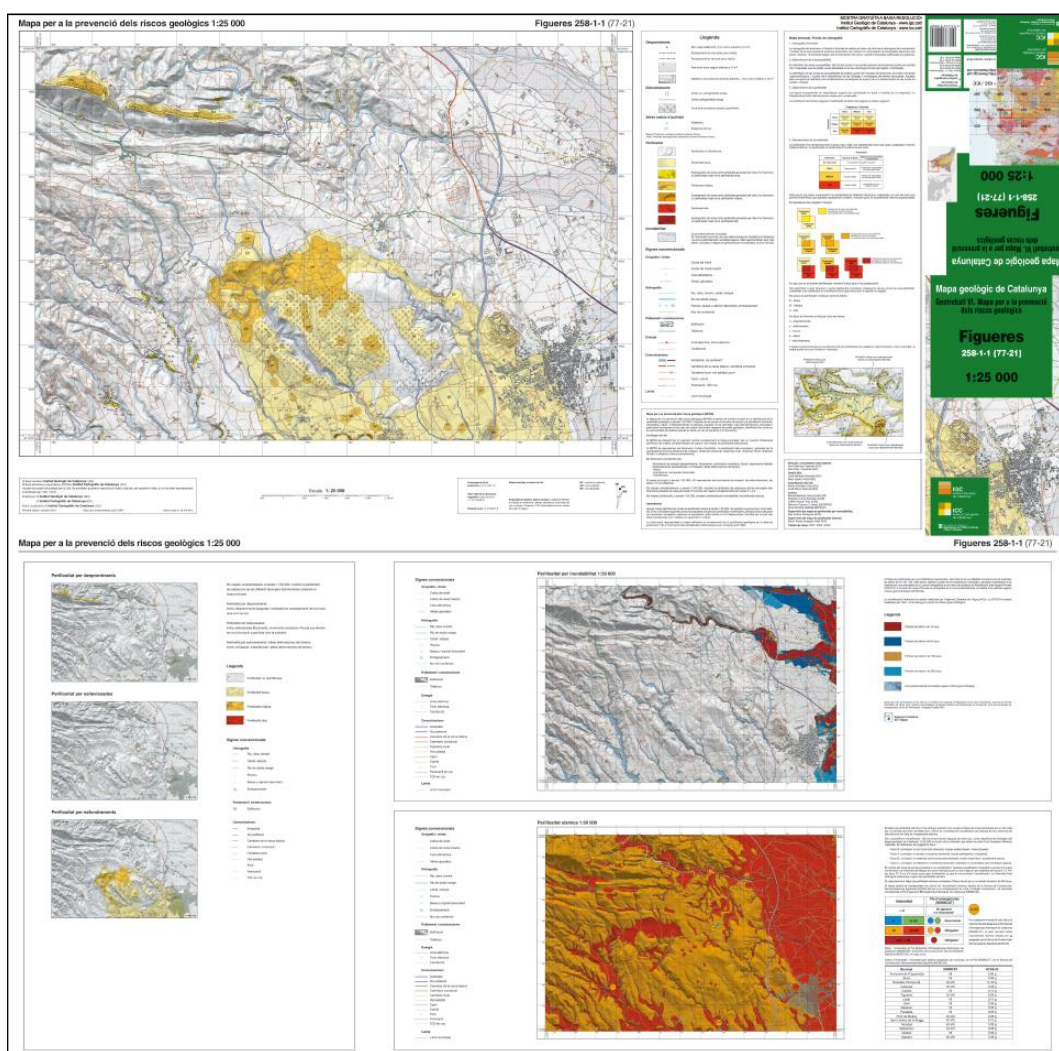
Origen: Elaboració pròpia a partir de l'ICGC

3. IDENTIFICACIÓ I AVALUACIÓ DELS RISCOS GEOLÒGICS

3.1 Antecedents. El Mapa per la prevenció de Riscos Geològics 1:25.000

L'octubre de l'any 2010 l'Institut Geològic de Catalunya va publicar el mapa per la prevenció de riscos geològics 1:25.000, fulla de Figueres que, si bé no cobreix la totalitat del terme municipal, sí inclou el nucli urbà. El treball de camp fou realitzat en el període 2007-2009.

Figura 6 Mapa Geològic de Catalunya. Geotrell VI. Mapa per la prevenció de riscos geològics 1:25.000, fulla de Figueres. 258-1-1 (77-21)



Origen: ICGC

Es tracta d'un mapa de contingut geotemàtic aplicat, en el qual el terreny es troba zonificat d'acord amb la identificació de la perillositat geològica.

En aquest mapa s'hi representen els fenòmens geològics perillosos i els indicis d'activitat, i la perillositat dels processos generats per la geodinàmica externa (dinàmiques de vessant, torrencial, nival, litoral i fluvial) i la geodinàmica interna (terratrèmols). Els fenòmens considerats són els desprendiments, lliscaments, moviments complexos, fluxos de materials i expansió lateral, les subsidències i els col·lapses del terreny, les inundacions i les avingudes torrencials i els terratrèmols.

En la realització del Mapa per a la prevenció dels riscos geològics hi col·labora l'Agència Catalana de l'Aigua en els aspectes relacionats amb la perillositat per inundabilitat i altres ens de l'Administració de la Generalitat i de l'Administració local, especialment en el que té relació amb l'aportació de documentació històrica de processos ocorreguts als termes municipals.

En l'àmbit d'aquest estudi **no es té constància** d'antecedents pel que fa als riscos geològics següents:

- Fluxos torrencials (corrents d'arrossegalls).
- Desprendiments (caigudes de blocs, bolcades, allaus de roques)
- Esllavissades (lliscaments rotacionals i translacionals, en sols o roques, reptacions)

3.2 Riscos causats per materials geològics

En el reconeixement realitzat **no s'han** identificat riscos ocasionats per minerals reactius susceptibles de provocar sols expansius (argiles expansives, sulfurs de ferro). No obstant, no es pot descartar la presència de guixos i anhidrites a les unitat triàsiques del nord del municipi, tot i que a priori no es considera significatiu pel risc, caldrà tenir present aquest factor. El mapa de riscos per expansivitat d'argiles de l'estat espanyol a 1:1.000.000 (AYALA et al. 1986) confirmaria un risc nul per a la zona d'estudi. Els estudis de detall de les futures fonamentacions hauran de confirmar però cada cas particular.

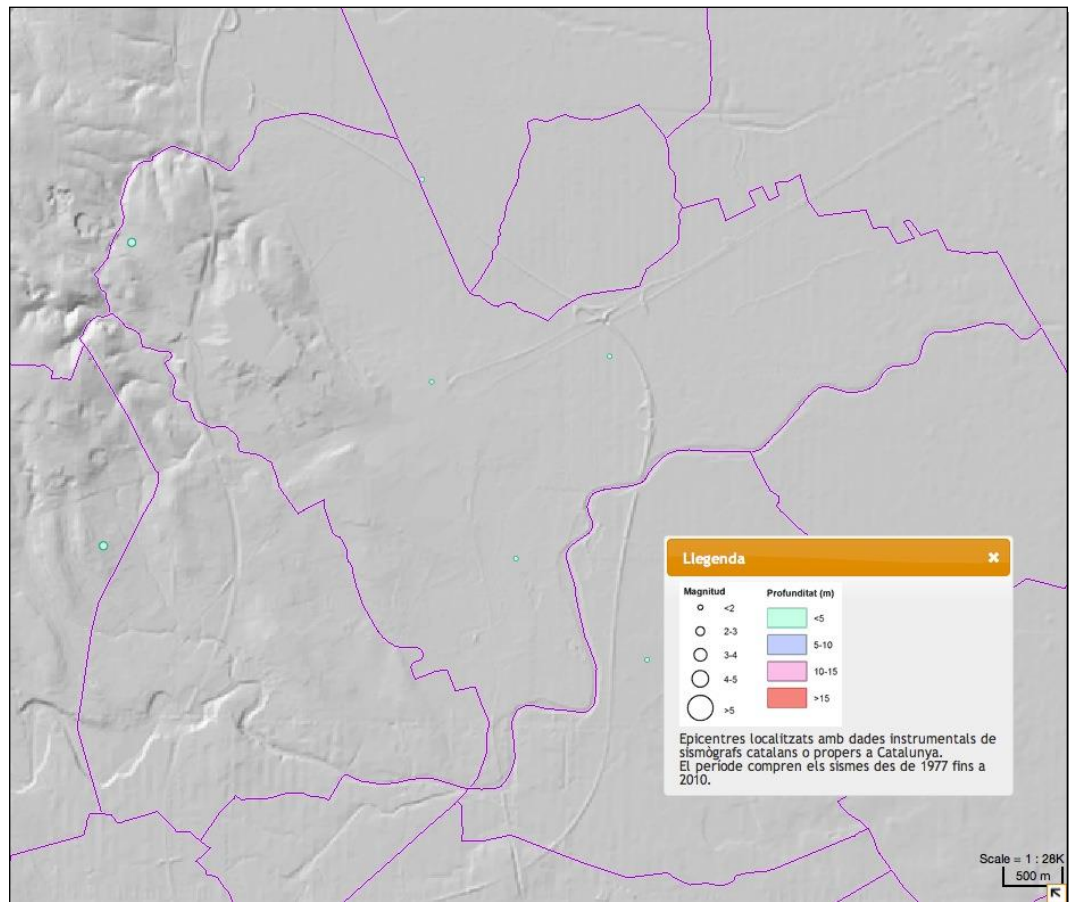
3.3 Riscos causats per processos geodinàmics

3.3.1 Riscos deguts a processos geodinàmics interns

3.3.1.1 Risc Sísmic

La zona d'estudi pertany a una de les àrees a Catalunya que estan exposades a situacions d'emergència sísmica. Si més no, degut a la sismicitat moderada de la regió, la vulnerabilitat sísmica dels edificis actuals no ha estat posada a prova per cap terratrèmol important. Per similitud amb construccions de vulnerabilitat coneguda, i a partir del coneixement de les tècniques constructives del país, el ICGC disposa d'una estimació de la vulnerabilitat sísmica del parc d'edificis existents al municipi.

Figura 7 Epicentres instrumentals (3) al municipi de Figueres 1977-2012. Probablement formen part del clúster que indica una certa activitat a la Falla de Figueres.



Origen: ICGC

La intensitat del moviment sísmic que pot raonablement esperar-se al municipi de Figueres a estat determinada en el Pla Sismicat en els valors VII-VIII MSK. Aquests valors superen el llindar d'intensitat establert a partir del qual **el municipi està obligat a disposar d'un manual d'actuació per a emergències sísmiques**. El municipi disposa d'un PAM homologat des de l'any 2009, que va ser actualitzat el 2019.

L'avaluació de la vulnerabilitat sísmica de les construccions fa una estimació dels danys que el moviment sísmic considerat pot causar sobre el municipi a partir de la classificació dels edificis del municipi en classes de vulnerabilitat A, B, C i D (classificació EMS'92). L'avaluació dels danys dels edificis s'ha realitzat per part de l'ICCG a partir de matrius de probabilitat de danys, obtingudes a partir de les observacions de terratrèmols recents a altres indrets (Itàlia). **El municipi de Figueres pertany al grup de municipis on el grau de dany seria gran en el cas d'un desastre sísmic**. Això vol dir que tindria més del 40% dels seus edificis amb danys moderats o greus.

APLICACIÓ DE LA NORMA SISMORRESISTENT

La norma sismorresistent en vigor, NCSE 02, indica els valors de l'acceleració sísmica bàsica a_b , en relació al valor de la gravetat, i que representa el valor característic de l'acceleració horitzontal de la superfície del terreny, corresponent a un període de retorn de 500 anys. A la zona estudiada li correspon una acceleració sísmica bàsica de 0.09 g.

Als efectes d'aquesta norma, la construcció dels possibles habitatges es classifica com d'*importància normal*.

ACCELERACIÓ SÍSMICA DE CàLCUL

L'acceleració sísmica de càlcul a_c es defineix com el producte:

$$a_c = S \rho a_b$$

On:

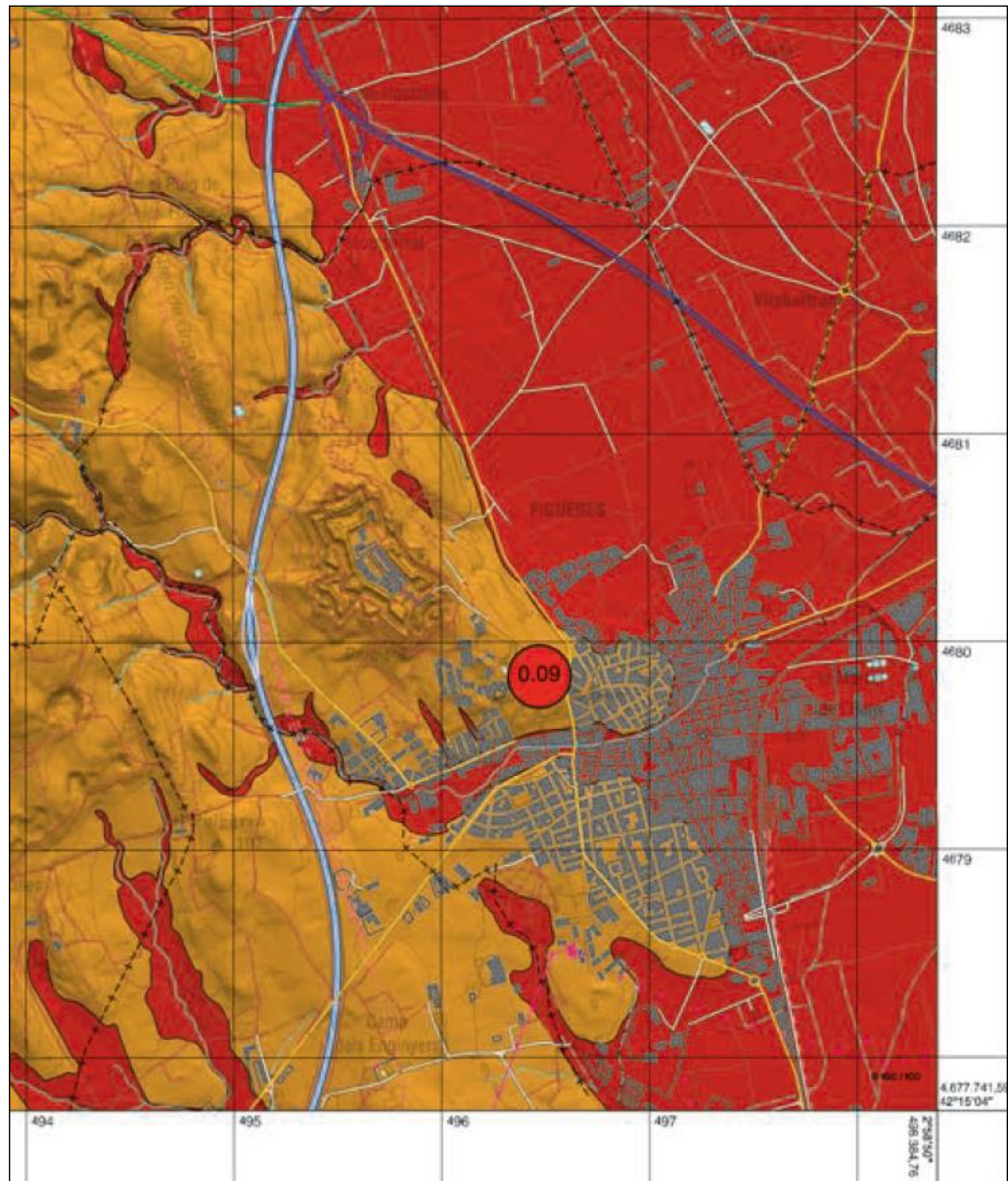
a_b : és l'acceleració sísmica bàsica

ρ : és el coeficient adimensional de risc, que és igual a 1 per a construccions d'importància normal.

S: coeficient d'amplificació del terreny, que en el nostre cas és 1,6.

Per tant, l'acceleració sísmica de càlcul a_c és 0,144 g i l'equivalent numèric en m/s^2 és 1,4121 m/s^2 .

Figura 8 Fragment del mapa de perillositat sísmica a escala 1:50.000 de Figueres. En tons vermells àrees amb intensitat VIII, en tons taronges intensitat sísmica VI. La xifra 0.09 correspon a la acceleració sísmica bàsica



Origen: ICGC

3.3.2 Processos deguts a processos geodinàmics externs

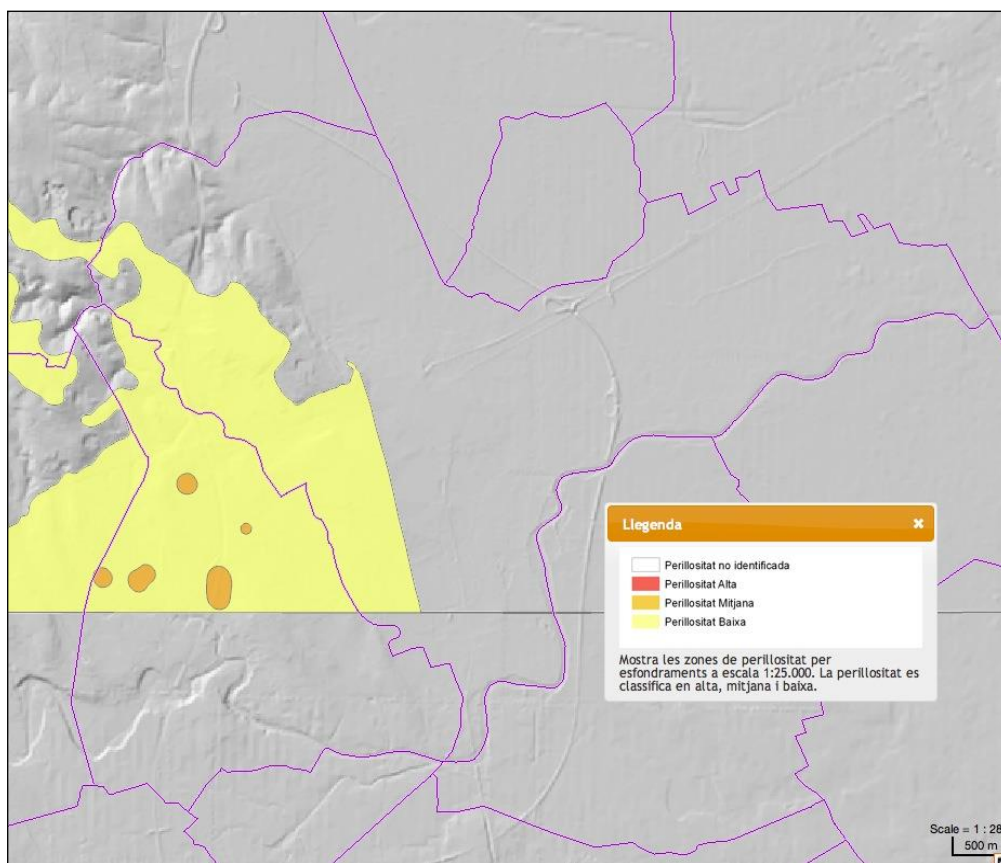
3.3.2.1 Esfondraments

En aquest apartat es fa esment als esfondraments relacionats amb litologies solubles lligats a fenòmens de tipus càrstic. **No** es consideren els episodis d'esfondraments producte de la fallida d'infraestructures com les produïdes després de pluges torrencials recentment (novembre 2014) a la Rambla de Figueres. Aquest altre risc es comenta al capítol d'inundacions.

En el cas dels **esfondraments** lligats a litologies solubles s'ha de explicitar que, tot i la falta d'antecedents significatius, el risc potencial sí hi existeix, associat amb la possible activitat càrstica que pugui desenvolupar-se sobre algunes zones del municipi de Figueres, concretament en les ubicades sobre les unitats mesozoiques (triàsiques, juràsiques i cretàciques) com són els Camps del Mas de la Coma, els vessants orientals i glacis del Castell de Sant Ferran, Mas Roser, Can Burgués, el Centre Penitenciari del Puig de Les Basses, el propi Puig de les Basses, així com el Parc-sol. En aquests indrets la perillositat potencial està directament relacionada amb la solubilitat de la roca i amb la circulació d'aigua. Cal alertar que **curiosament algunes d'aquestes zones queden fora de les àrees marcades (de perillositat baixa)** en el Mapa de prevenció de riscos al municipi de Figueres 1:25.000 editat pel ICGC. En aquest mapa el contorn de l'àrea afectada per una perillositat baixa als esfondraments coincideix exactament amb el límit de la unitat neogena NPlg formada per graves i sorres. Es obvi que caldria afegir les zones esmentades a dalt. De manera genèrica, la valoració d'aquesta perillositat natural es basa en el tipus de litologia existent i la presència d'antecedents d'esfondraments mitjançant una matriu genèrica de perillositat enfront d'esfondraments.

Per tal de valorar més acuradament la perillositat i ponderar la presència conjunta de diferents litologies solubles en el substrat i en la cobertura quaternària, en el cas concret de Figueres s'aplica l'esmentada matriu tot seguidament.

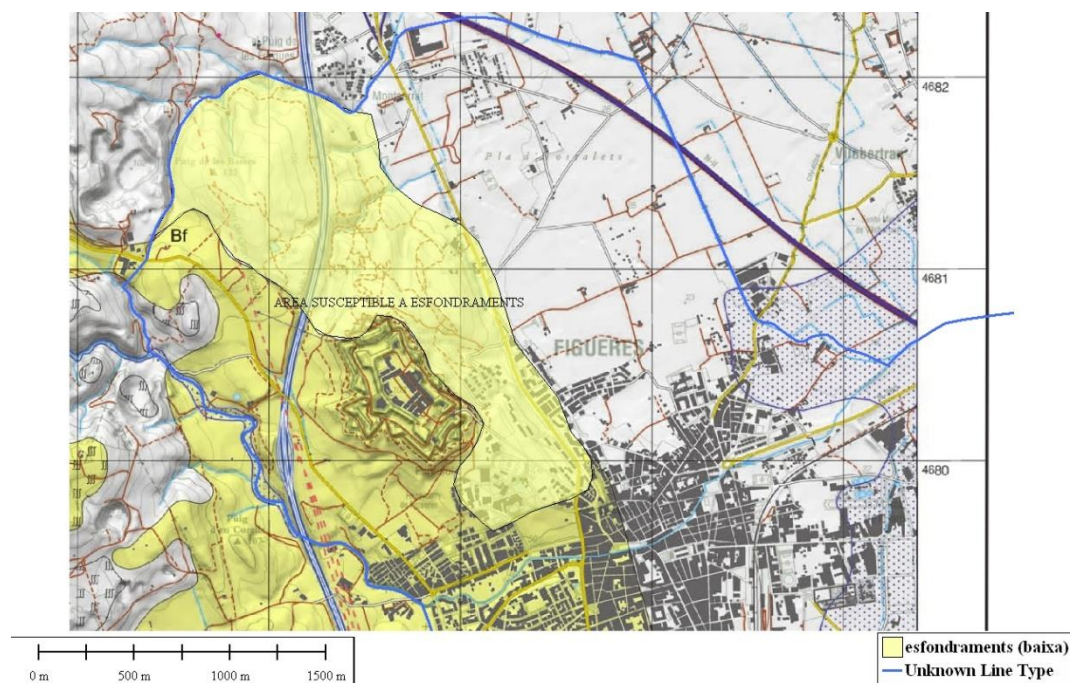
Figura 9 Situació de la informació sobre perillositat d'esfondraments procedent del Mapa de prevenció al municipi de Figueres



Origen: ICGC

En primer lloc no es coneix l'existència de sals sòdiques al subsòl pel que les litologies susceptibles es circumscriuen als guixos de les unitats triàsiques i als carbonats de les unitats juràsiques i cretàciques. D'altra banda no es té constància d'indis recentis ni antics amb circulació d'aigua. Amb aquests dos condicionants **la perillositat es redueix a nivells mitjos com a màxim en el cas dels guixos i baixos en el cas dels carbonats.**

Figura 10 Situació de la informació sobre perillositat d'esfondraments procedent del Mapa de prevenció al municipi de Figueres esmenada amb els nou polígon que inclou les zones susceptibles Camps del Mas de la Coma, els vessants orientals i glacis del Castell de Sant Ferran, Mas Roser, Can Burgués, el Centre Penitenciari del Puig de Les Basses, el propi Puig de les Basses



Origen: Elaboració pròpia a partir de l'ICGC

3.3.2.2 Moviments en Massa. Esllavissades

La disponibilitat de sòl planer és un factor limitant per al desenvolupament urbanístic. Al municipi de Figueres el sòl pendent, amb més del 20% de pendent, és significatiu als voltants del Castell de Sant Ferran. El risc geològic que pot afectar l'àmbit d'estudi és el relacionat amb l'erosionabilitat i els moviments en massa.

Encara que el desencadenament d'un procés gravitatori sigui difícil de precisar, existeixen uns factors, externs i interns, així com determinats valors crítics que condicionen l'ocurrència d'aquests fenòmens. Per regla general els moviments de terreny son generalment iniciats per causes que ocasionen un canvi de les forces actuant en el terreny.

Els factors més destacats, aplicables a priori al cas present, són:

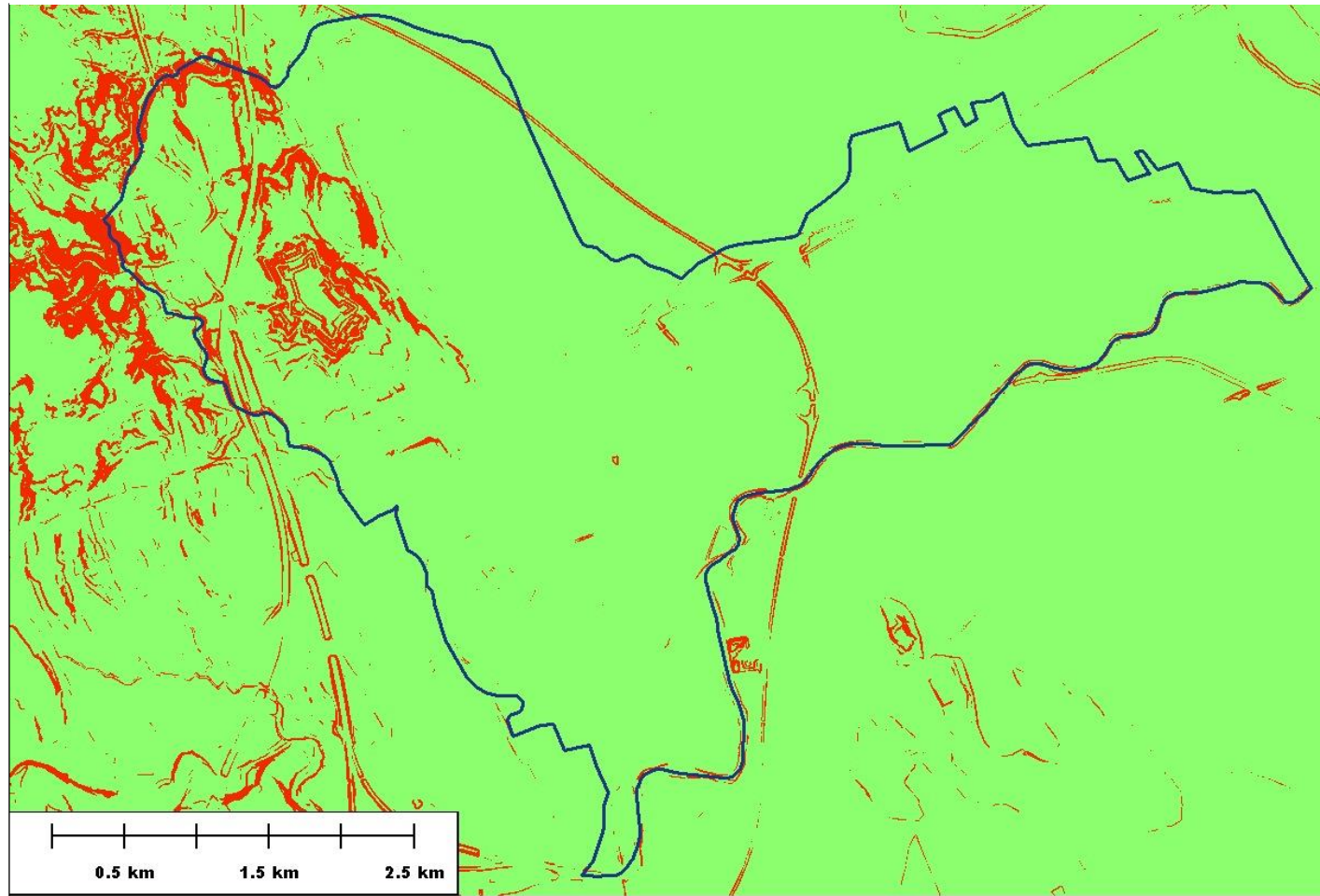
- Fenòmens climàtics: fenòmens hídrics que condicionen tensions humit sec, increment de la pressió de fluids degut a la infiltració d'aigua de pluja, erosió del material durant pluges intenses o episodis tempestuosos així com accions de gel i desgel.
- Existència de litologies susceptibles en el substrat.

Malgrat això, durant la realització d'aquest estudi, no s'ha tingut constància ni indici de l'existència de cap episodi d'esllavissades significatiu al municipi ni les envistes d'aquest.

Actualment no existeix un risc remarcable d'esllavissades. Es recomana però realitzar estudis per tal de determinar l'angle màxim de talús en cas que es pretenguin excavar murs en futures obres civils.

En general, cal evitar l'ocupació dels terrenys amb major pendent (pendents superiors al 15-20% comporten ja un cert risc). La legislació vigent prohibeix urbanitzar en terrenys amb pendent superior al 20%.

Figura 11 Mapa de pendents del municipi de Figueres (destacat en to fosc). Els tons verds son pendents inferiors al 20% i els tons vermells son pendents superiors al 20%.



Origen: Elaboració pròpia a partir de l'ICGC

3.3.3 Risc d'Inundació i fluxos torrencials

Les inundacions són el principal risc que afecta a l'Alt Empordà, tant per la freqüència d'episodis que causen situacions de perill i danys, com per les magnituds dels danys que causen. La xarxa fluvial pot provocar situacions de risc per avingudes i desbordaments que provoquen inundacions, mentre l'aigua de pluja caiguda de manera intensa pot generar inundacions difuses sobre espais impermeables o cursos soterrats com són els nuclis urbans. Recentment (novembre de 2014) la Rambla de Figueres patí un esfondrament degut a la fallida del calaix que condueix la riera de Figueres o Galligants, soterrada en aquesta zona.

Un altre tipus d'inundació està associada a l'augment del nivell freàtic que provoca la inundació de determinades zones més deprimides.

Tot plegat és conseqüència de les pròpies característiques geomorfològiques i pluviomètriques de les conques de drenatge alt empordaneses, a més del paper que juga la societat amb la progressiva ocupació dels espais inundables i l'alteració de la dinàmica natural dels diferents cursos fluvials.

L'Agència Catalana de l'Aigua disposa de força documentació al respecte. Dins d'aquesta l'àmbit d'estudi de la Planificació de l'Espai Fluvial de la Conca de la Muga inclou els principals cursos fluvials de les dues conques hidrogràfiques dels principals afluents de la Muga. Pel que fa al municipi de Figueres cal fer esment de les següents situacions.

RIU MANOL

En el tram entre el pont del Príncep de la carretera N-IIa i el pont de la N-II del cinturó de Figueres una extensa àrea d'ambdós marges, al marge esquerre corresponent al terme municipal de Figueres i al marge dret al municipi del Far d'Empordà, resultaria afectada pels desbordaments del Manol. Les inundacions afectarien fonamentalment als terrenys rústics de conreu i a les edificacions i instal·lacions agrícoles ubicades en la zona per a avingudes a partir de 100 anys de període de retorn. Al marge dret la superfície assolida pel flux de l'anterior avinguda quedaria limitada pel talús de la carretera N-II. En la part nord d'aquest tram es produirien afeccions als terrenys dels camps del Mas Nou i al barri de la Marca de l'Ham de Figueres pel desbordament del Manol o d'eixos fluvials secundaris, com el rec del Mal Pas, per a les avingudes de 10 anys de període de retorn. Els desbordaments del Manol al pont del Príncep pel marge dret drenarien pels recs de la plana, que no tenen capacitat suficient de desguàs, i provocarien afeccions al casc urbà de Fortià, situat al sud de la confluència del Manol amb la Muga, en l'escenari d'avinguda de 10 anys de període de retorn.

El tram del riu Manol entre el pont de la N-II del cinturó de Figueres i el pont nou de la carretera C-68 de Figueres a Roses disposa de motes en els dos marges. La capacitat de desguàs és insuficient en tot el tram i en part provocada per la sobreelevació de la làmina d'aigua produïda pel pont vell de la carretera C-68, situat aigua amunt del pont nou i la poca capacitat del Manol en el tram aigua avall. El desbordament pel marge dret afectaria al nucli urbà de Vila-sacra per a les avingudes de 100 anys de període de retorn i pel marge esquerre al nucli de Vilatenim per a les avingudes de cabal de 50 anys. A més dels nuclis urbans també patirien afeccions els terrenys agrícoles i les edificacions

aïllades ubicades en la zona descrita i en ambdós marges per a les avingudes a partir de 50 anys de període de retorn.

RIERA DE FIGUERES

La riera de Figueres es troba soterrada en un tram d'uns 2 quilòmetres al seu pas pel nucli urbà de Figueres amb una estructura de tipus calaix de formigó. Tot i això la Rambla ha patit recents episodis d'esfondrament degut a la fallida després d'unes pluges torrencials. Aigües amunt, la capacitat de l'endegament i les estructures de pas actuals tenen capacitat superior als 500 anys de període de retorn. Aigües avall del col·lector que endega la riera al llarg del nucli de Figueres la riera té una secció irregular amb marges amb altures variables i molta vegetació. És a partir d'aquest tram on es produïrien desbordaments per ambdós marges amb possibles afeccions a la zona dels Horts de la Riba, al marge dret, i als habitatges del marge esquerre al paratge de les Camoques per a les avingudes de 100 anys de període de retorn o superiors. Aigües avall del casc urbà i fins a la carretera N-II també patirien afeccions per les potencials inundacions els camps de conreu ubicats en ambdós marges de la riera per a les avingudes de 10 anys de període de retorn. El paratge de les Camoques, situat al nord-est del nucli urbà de Figueres i a l'est de la carretera N-II, es troba en una zona deprimida sense drenatge definit confinada pel talús de la variant de la carretera i la mota de la riera de Figueres, i resultaria afectat per les avingudes de molt baix període de retorn (inferior a 10 anys).

Les potencials inundacions de la riera de Figueres afectarien al polígon industrial de Cabanes al sud del terme municipal per a les avingudes de 10 anys de període de retorn ja que el flux desbordat es trobaria amb el talús de la variant de Figueres que dificultaria el drenatge natural cap a la plana.

Aigües avall de la carretera N-II a l'altura del nucli urbà de Vilabertran els desbordaments de la riera de Figueres afectarien a la zona de les Caboques i als camps del Camí Petit i dels Horts del Pont, al sud del casc urbà de Vilabertran, i al mateix nucli per a les avingudes de 10 anys de període de retorn. En el cas de les Caboques les afeccions per avingudes es produïrien per a les de 3 anys de període de retorn i superiors. La presència dels talussos de la carretera N-260 i del ferrocarril podrien dificultar el drenatge del flux desbordat de la riera de Figueres augmentant la magnitud de les afeccions en la zona.

En el tram entre el pont de la carretera N-260 i la confluència amb la Muga i el Manol es produïrien afeccions generalitzades a les zones rústiques i edificacions aïllades ubicades en la zona delimitada per la línia de ferrocarril de Barcelona a Portbou, la Muga i el Manol, en els termes municipals de Figueres i Peralada, per a tots els escenaris estudiats. Les potencials inundacions afectarien als camps de conreu i habitatges de la part nord dels nuclis urbans de Vilatenim i Palol de Vilatenim, ubicats a l'est del nucli de Figueres.

Malgrat la falta d'antecedents cal tenir en compte que en cas de períodes de pluges intenses no es pot considerar el risc nul d'ocurrència de **fluxos torrencials** donada la ubicació d'una part del municipi, concretament la meitat més oriental del nucli urbà de Figueres, sobre una morfologia de ventall representada en el mapa geològic 1:25.000 com a unitat **Cmd1**.

TORRENT DEL PLA D'HOSTALETS

Aquest torrent presenta un con o ventall a l'arribar a la plana que està inclòs en l'inventari de cons de l'Agència catalana de l'Aigua en el marc d'un conveni amb l'Institut Geològic de Catalunya. El con té una superfície de 21 Ha amb una possible afecció a la carretera N-IIa. La conca associada al con té una superfície total de 56 Ha, un pendent mig del 7%; un 23 % de la conca està ocupat per formacions superficials; l'índex de Gravelius associat, que marca la compacitat de la conca és $I=127$ i el sol presenta bosquines i prats com a ús principal. **La perillositat associada a aquest con de dejecció es qualificada com a moderada** en l'esmentat inventari en una primera aproximació.

Figura 12 Mapa de perillositat alta d'inundació (T=10 anys) al municipi de Figueres

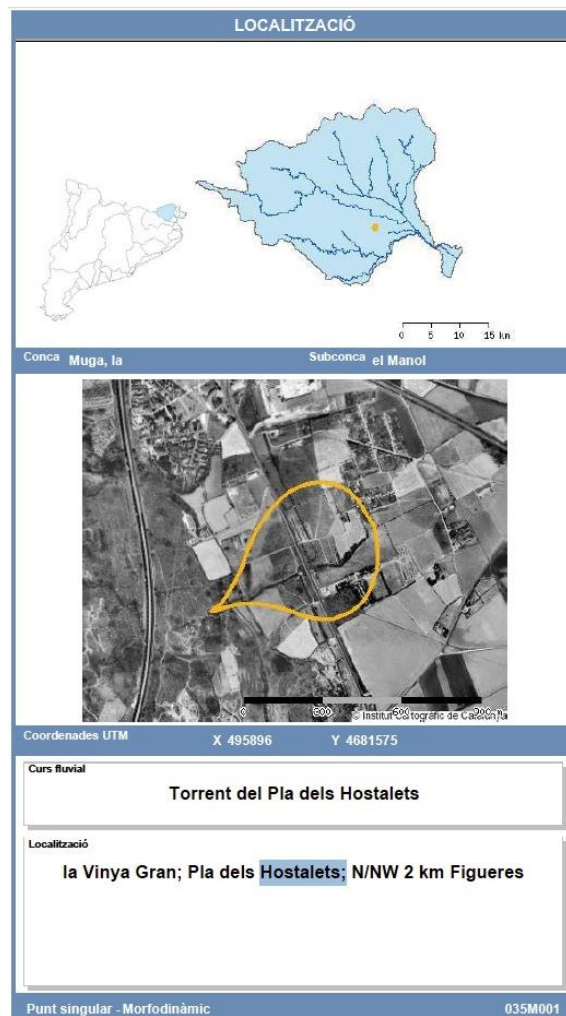
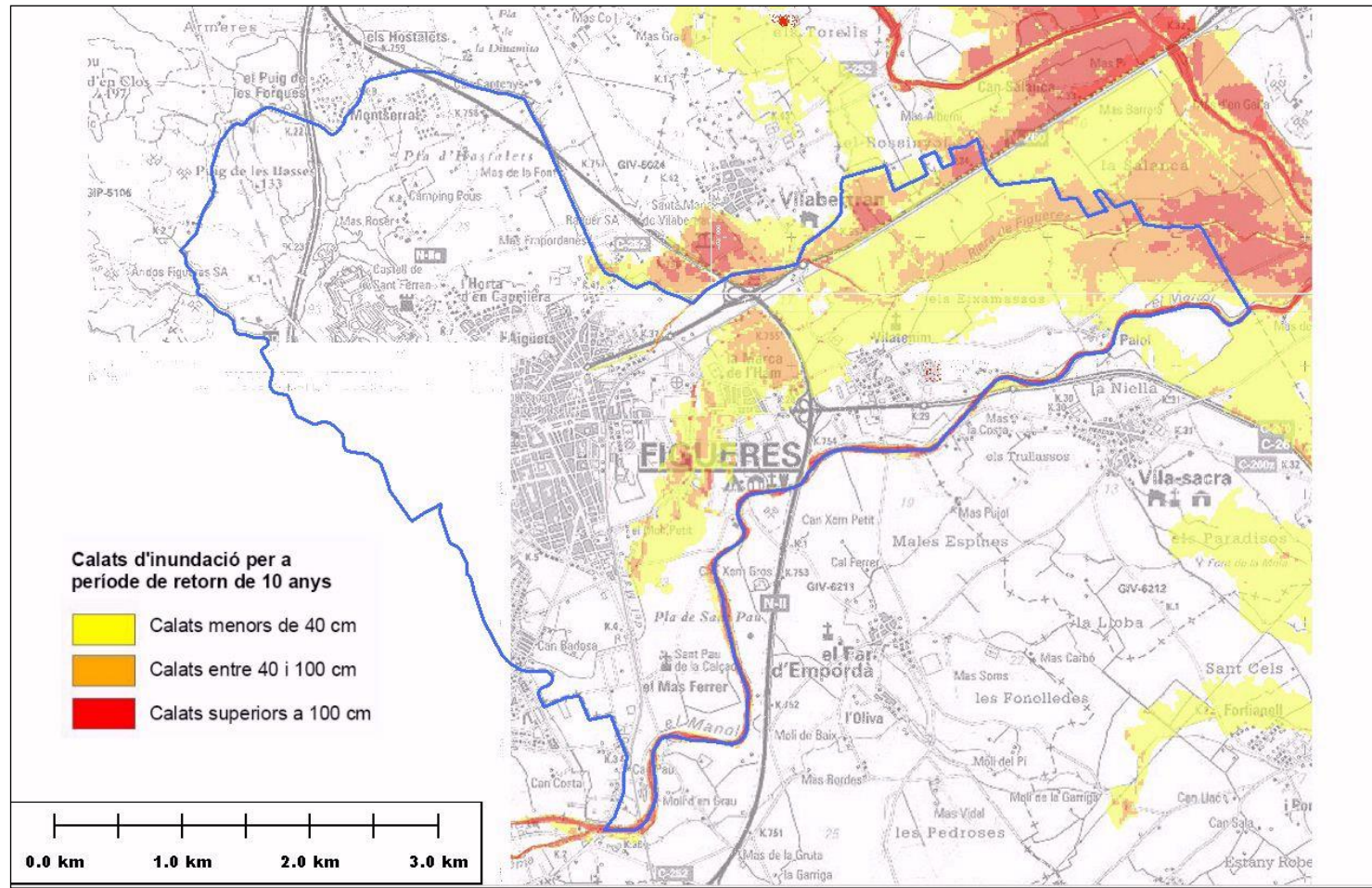


Figura 13 Mapa de perillositat alta d'inundació (T= 10 anys) al municipi de Figueres



Origen: ACA

	MOVIMENTS DE VESSANT	ENSFONDRAMENTS	FLUXOS TORRENCIALS	INUNDABILITAT	RISC SÍSMIC
Nucli urbà	<p>Sense indicis</p> <p>Perillositat baixa o molt baixa</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>Hi circulen rieres: Riera de Figueres (Galligants).</p> <p>Perillositat alta. T=10 anys. Cal fer atenció a l'escorrentiu urbà. Possibilitats d'esfondraments a les rieres soterrades.</p> <p>Es recomana seguir les indicacions d'un estudi de detall per aquests cursos així com seguir la directriu de preservació contra els riscos d'inundacions del Decret 305/2006 de 18 de juliol</p>	<p>intensitat del moviment sísmic que pot raonablement esperar-se és de VII-VIII escala MSK.</p>
Sector del Castell de Sant Ferran i Puig de les Basses	<p>Sense indicis</p> <p>Perillositat baixa</p> <p>Sense recomanacions específiques</p>	<p>Sense indicis</p> <p>Perillositat baixa</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 baixa</p> <p>Es recomana seguir la directriu de preservació contra els riscos d'inundacions del Decret 305/2006 de 18 de juliol</p>	<p>El grau de dany en el cas d'un desastre sísmic implicaria més DEL 40% dels edificis amb danys moderats o greus</p>
Sector oriental, la Marca de l'Ham, Vilatenim, Palol.	<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>Hi circulen Riera de Figueres i Manol.</p> <p>Perillositat alta. T=10 anys. Calats importants al nord de la N-260 al sud de Vilabertran.</p> <p>Es recomana seguir les indicacions d'un estudi de detall per aquests cursos així com seguir la directriu de preservació contra els riscos d'inundacions del Decret 305/2006 de 18 de juliol</p>	<p>Es obligatori seguir les recomanacions de la norma sismorressistent en vigor.</p>
Pla dels Hostalets.	<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>Con dels Hostalets</p> <p>Perillositat moderada.</p> <p>Es recomana seguir les indicacions d'un estudi de detall per a ventalls</p>	<p>Perillositat lligada a l'activitat del con.</p> <p>Es recomana seguir les indicacions d'un estudi de detall per a ventalls així com seguir la directriu de preservació contra els riscos d'inundacions del Decret 305/2006 de 18 de juliol</p>	<p>Es obligatori seguir les recomanacions de la norma sismorressistent en vigor.</p>
Nucli urbà	<p>Sense indicis</p> <p>Perillositat baixa o molt baixa</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>Hi circulen rieres: Riera de Figueres (Galligants).</p> <p>Perillositat alta. T=10 anys. Cal fer atenció a l'escorrentiu urbà. Possibilitats d'esfondraments a les rieres soterrades.</p> <p>Es recomana seguir les indicacions d'un estudi de detall per aquests cursos així com seguir la directriu de preservació contra els riscos d'inundacions del Decret 305/2006 de 18 de juliol</p>	<p>Intensitat del moviment sísmic que pot raonablement esperar-se és de VII-VIII escala MSK.</p>

4. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

En conclusió, s'ha constatat la presència dels següents riscos geològics:

Risc sísmic: amb una perillositat MITJANA d'alta intensitat i d'activitat baixa. La Falla de Figueres podria ser tectònicament activa, i per tant, susceptible de generar fenòmens sísmics de font propera. Atenent a les dades del Pla Sísmicat existeix el risc de patir un sisme d'intensitat VII - VIII, amb danys.

Risc d'inundabilitat: amb una perillositat d'ELEVAT d'alta intensitat i d'activitat mitjana / alta. Lligat als períodes de retorn de 10 anys amb calats de fins a 1m. Es recomana que es segueixi la directriu de preservació front els riscos d'inundacions del Decret 305/2006 de 18 de juliol que defineix els usos admissibles per a zones d'espais fluvials i zones inundables en la planificació urbanística per al marge dret de la riera de Figueres.

Els rius, torrents i rieres que creuen el Municipi de Figueres si be no presenten característiques de fluxos hiperconcentrats i per tant es considera una perillositat negligible en front a fluxos torrencials associats a cons de dejecció, sí cal tenir-los en compte en front als criteris d'inundabilitat clàssics.

Pel què fa a moviments del terreny associats a esfondraments d'origen càrstic no s'observen indicis de fenòmens actius. Tot i això la presència de litologies solubles sobre les quals s'assenten algunes de les àrees urbanitzables de Figueres, impliquen l'assignació d'una perillositat baixa respecte a esfondraments en aquests sectors (Camps del Mas de la Coma, vessants orientals i glacis del Castell de Sant Ferran, Mas Roser, Can Burgués, el Centre Penitenciari del Puig de Les Basses i Puig de les Basses).

Amb caràcter general, independentment de la perillositat natural, cal tenir en compte les següents recomanacions:

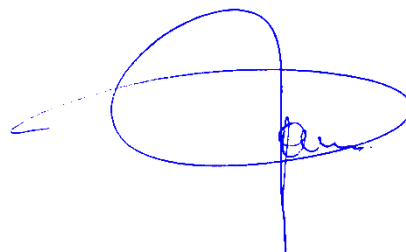
- La realització d'un estudi geotècnic per a cada nova construcció, d'acord amb les directrius actuals del "Código Técnico de la Edificación" (CTE).
- Prendre les mesures adequades durant o posteriorment a l'execució d'excavacions o talussos antròpics per evitar el desenvolupament d'inestabilitats.
- Evitar edificar a les vores d'escarpaments i talussos. Es recomana deixar una distància prudencial entre l'escarpament i la base de les edificacions, ja que es poden veure afectades pel progressiu desenvolupament d'inestabilitzacions.
- Evitar les fonamentacions sobre terraplens o rebliments antròpics preexistents. Usualment, no solen ser aptes per a fonamentar estructures, i es poden generar assentaments diferencials importants en ser sotmesos a càrregues.
- Evitar l'ocupació d'espais potencialment inundables.
- Deixar un perímetre de protecció al voltant de les captacions d'aigua, en el qual no es permetin activitats que puguin afectar la qualitat de les aigües o la mateixa captació (vessaments o noves explotacions).

Tècnic redactor:

Joan Escuer Solé

EurGeol n° 975

GEÒLEG Col·legiat 1876



Barcelona, juny de 2021

T +34 938 515 055
info@lavola.com
www.lavola.com
www.anthesisgroup.com

