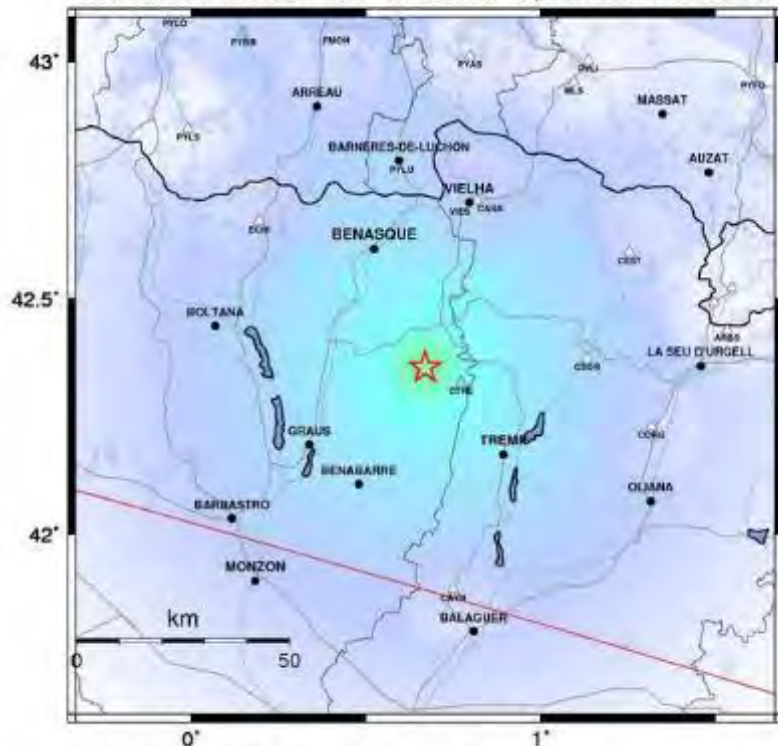


SISPy ShakeMap : E BERANUY.HU

FEB 14 2018 09:29:08 GMT M 3.5 N42.35 E0.67 Depth: 10.0km ID:1518600783



Map Version 6 Processed Wed Feb 14, 2018 09:33:48 PM GMT

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.10	0.3	1.3	2.9	6.9	16	38	89	>206
PEAK VEL.(cm/s)	<0.005	0.04	0.2	0.9	3.2	12	41	149	>534
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

Scale based upon Sotoluco 2000 for PGA and Facciolo et Guazz 2006 for PGV

El Coneixement dels terratrèmols

Sara Figueras

Cap de l'Àrea de Geofísica i Sismologia ICGC



Contingut

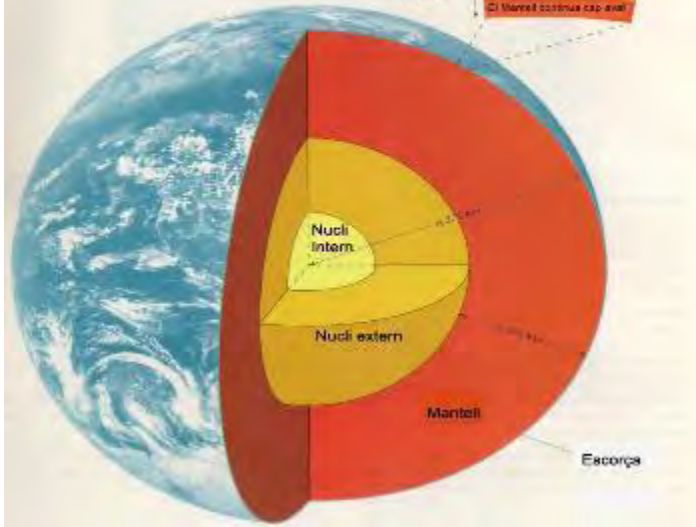
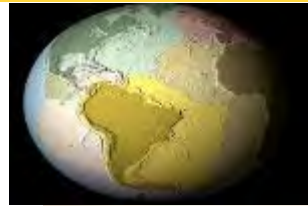
Conceptes bàsics

Sismicitat a Catalunya

Servei sismològic de Catalunya

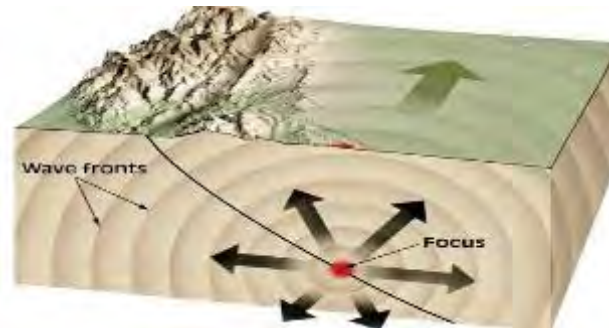
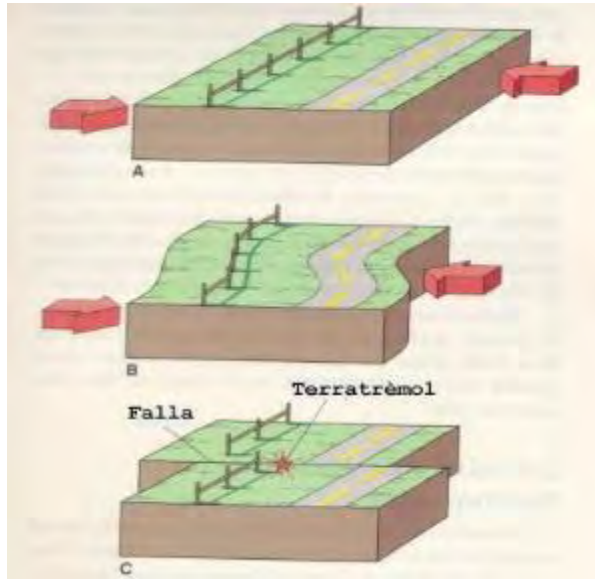
Consideracions finals

La Terra

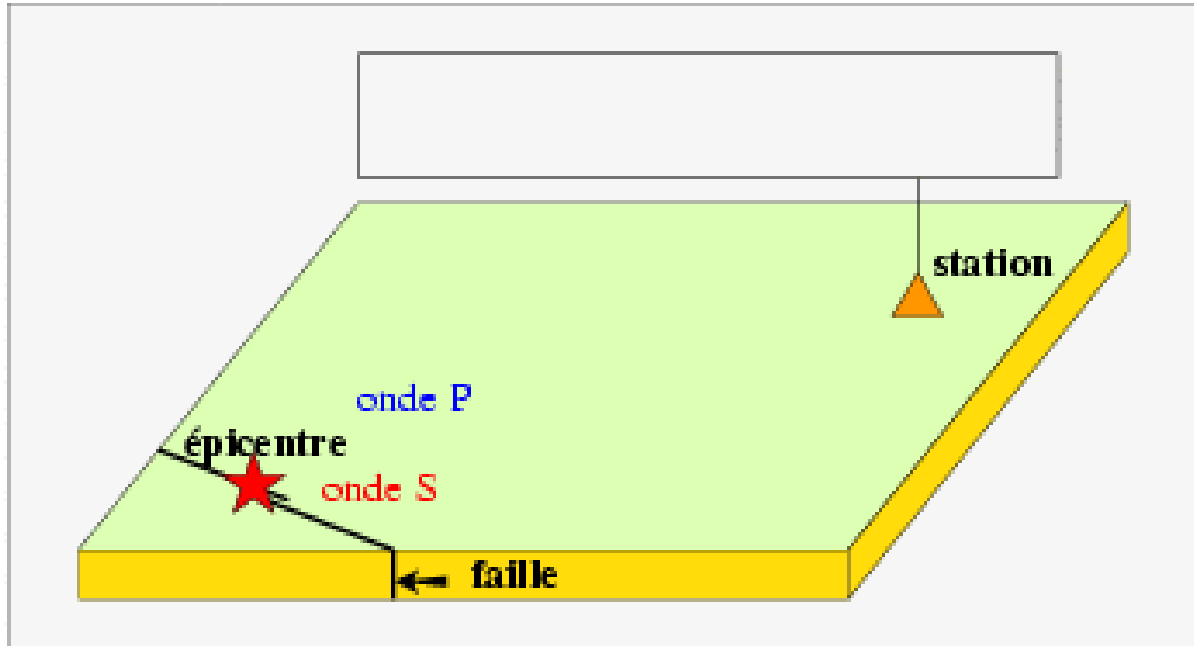
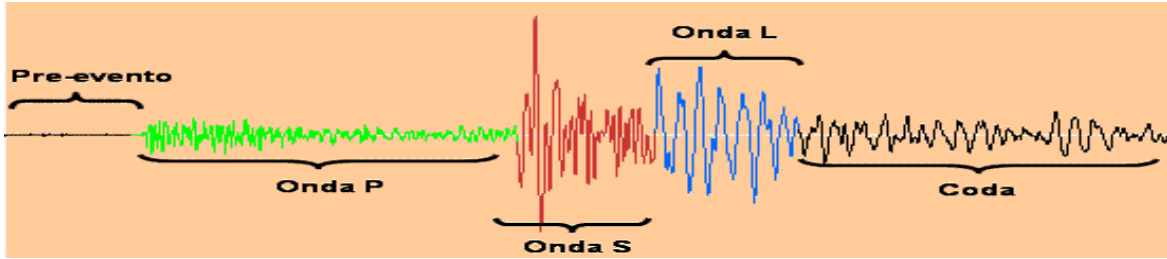


Que és un terratrèmol?

- És un alliberament sobtat d'energia que es propaga en forma d'ones elàstiques.
- S'origina en una falla tectònica i el punt d'inici de la ruptura s'anomena hipocentre o focus.



Enregistrament dels terratrèmols

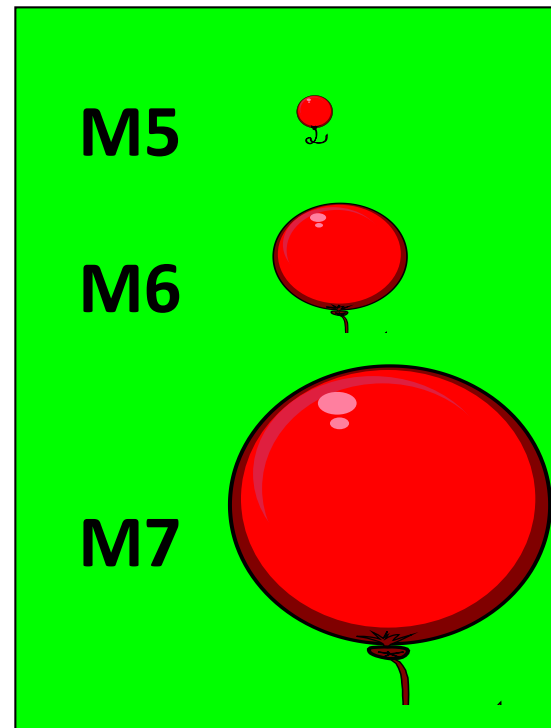


Magnitud

Mesura de la grandària del sisme.
Indicador de l'energia alliberada i de
les dimensions de la ruptura.

Es calcula a partir de l'amplitud
màxima del sismograma.

Escala Richter. És una escala
logarítmica. Per exemple, l'energia
d'un sisme de $M=5$ és 30 vegades la
d'un sisme de $M=4$, l'amplitud del
moviment és 10 vegades superior.



Intensitat

S'avalua a partir dels efectes del terratrèmol sobre les persones, el terreny i els edificis.

Varia amb la distància al focus del sisme.

MSK o EMS98 (I-XII)

Representació d'alguns graus d'intensitat de la Escala Macro sísmica Europea (EMS-98)

IV Àmpliament percebut



V Fort



VI Danys lleus



VII Danys



VIII Danys greus

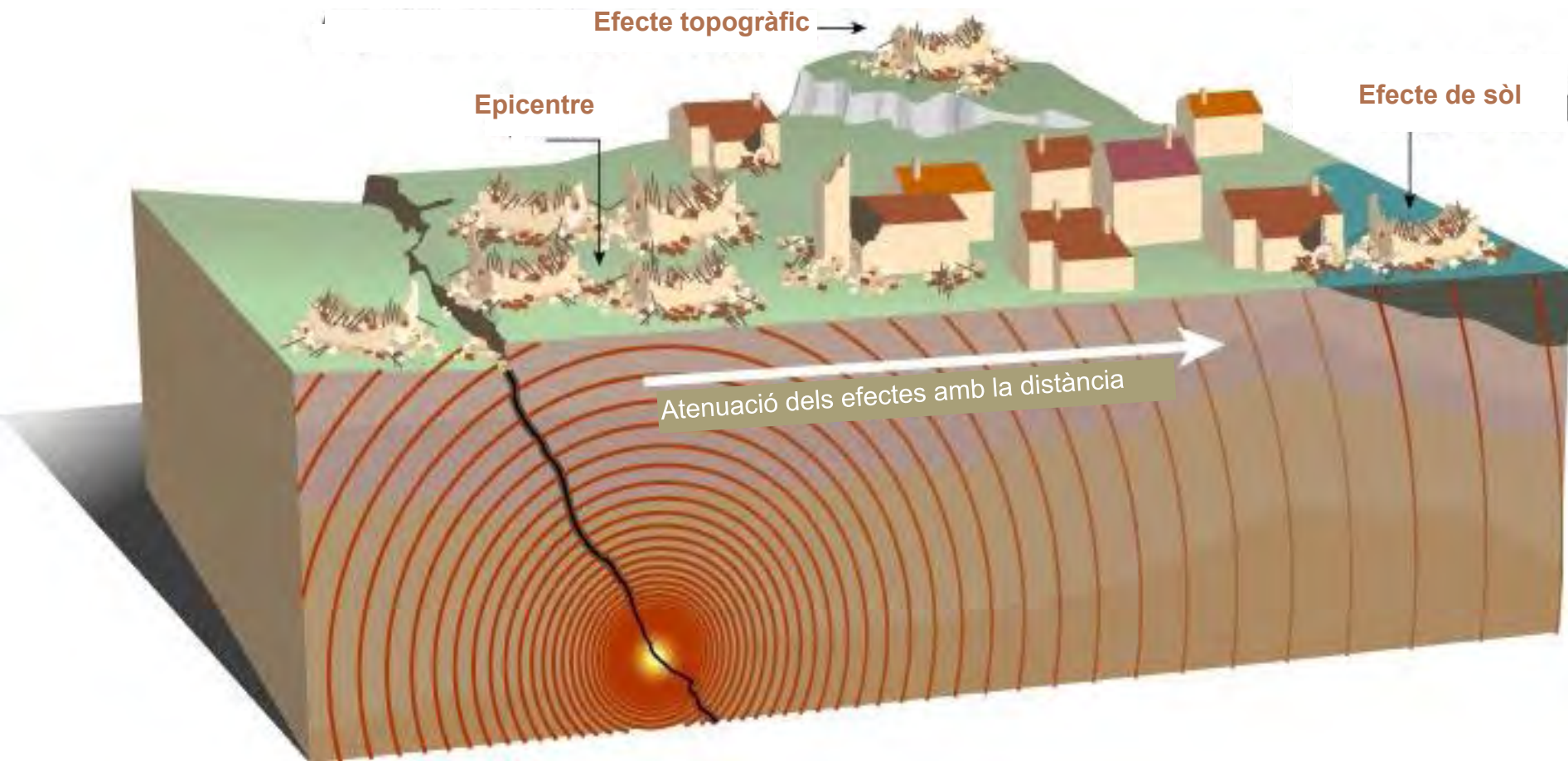


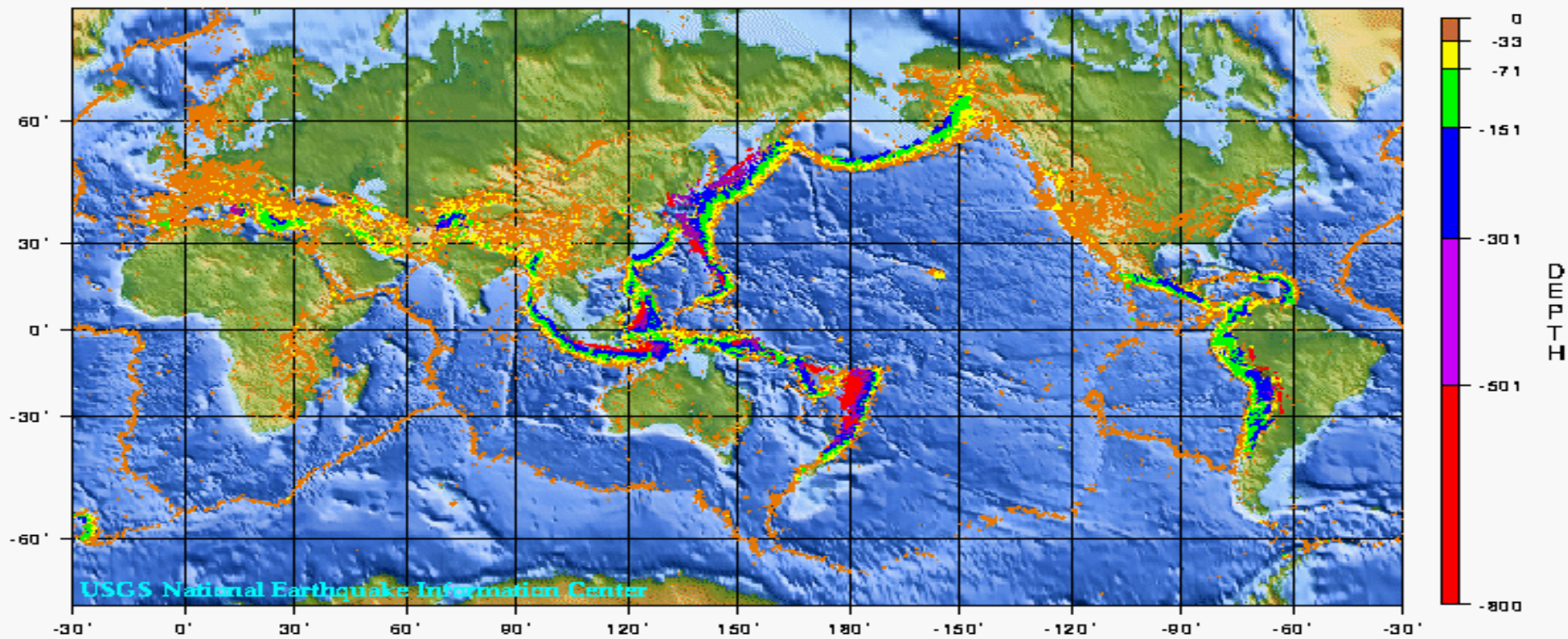
IX Destrucció

Efectes del terratrèmols







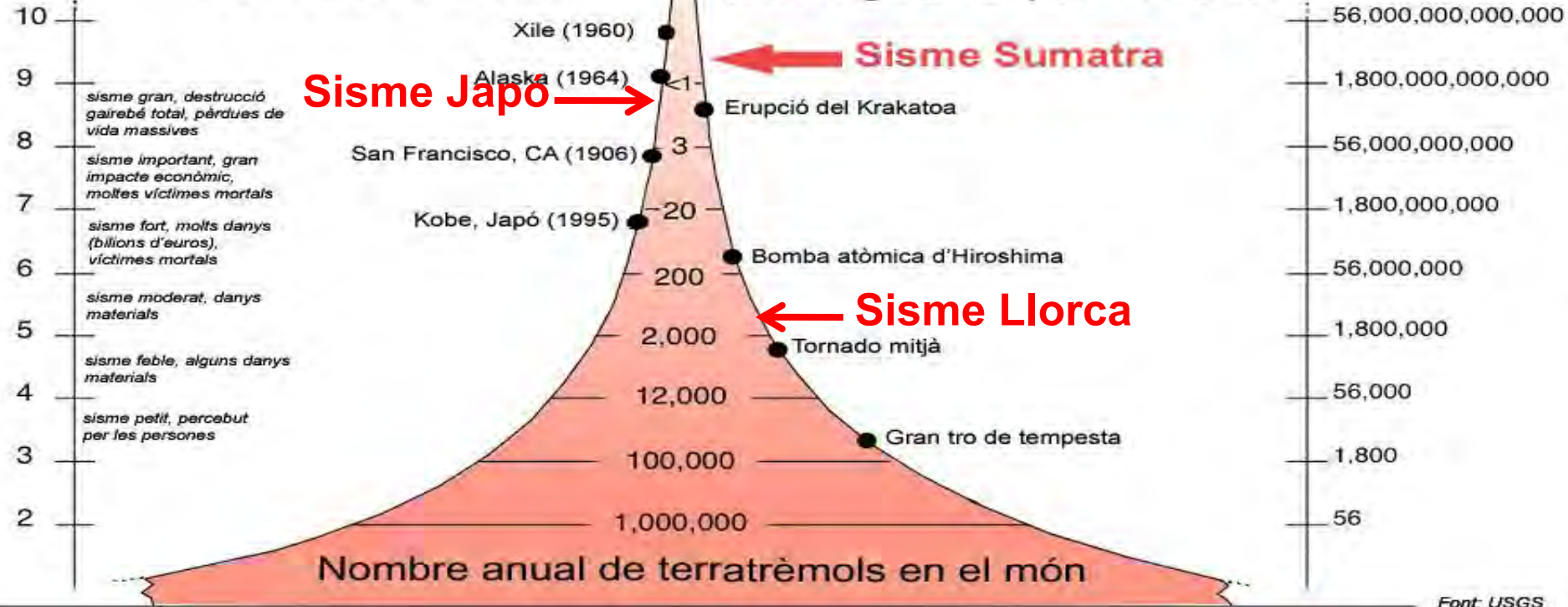


Magnitud

Energia Alliberada
(equivalència amb kg d'explosiu)

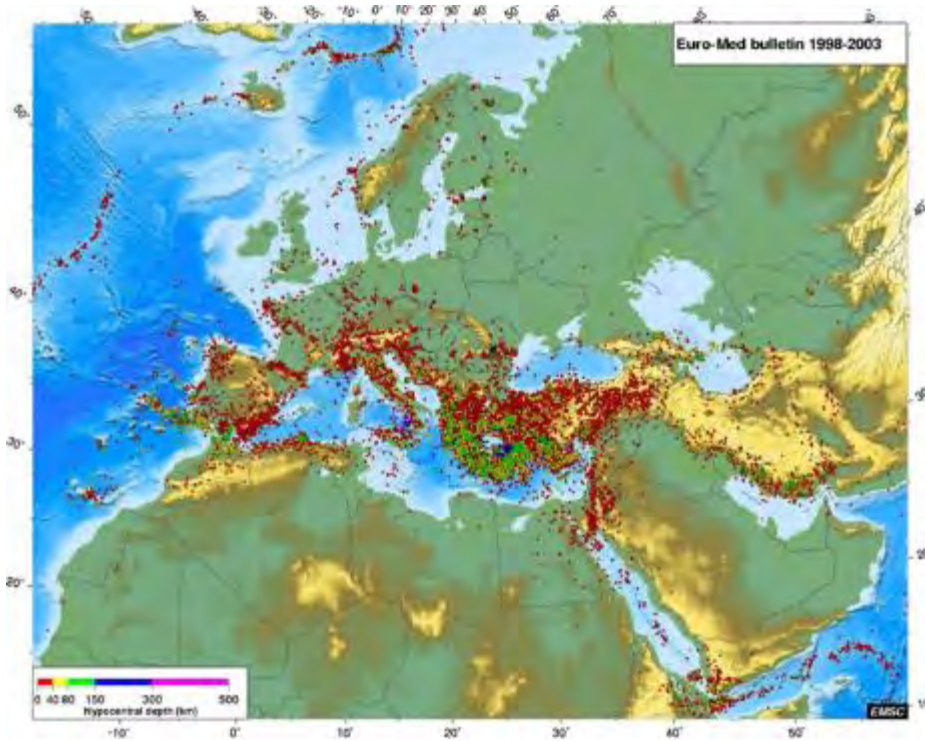
Terratrèmols

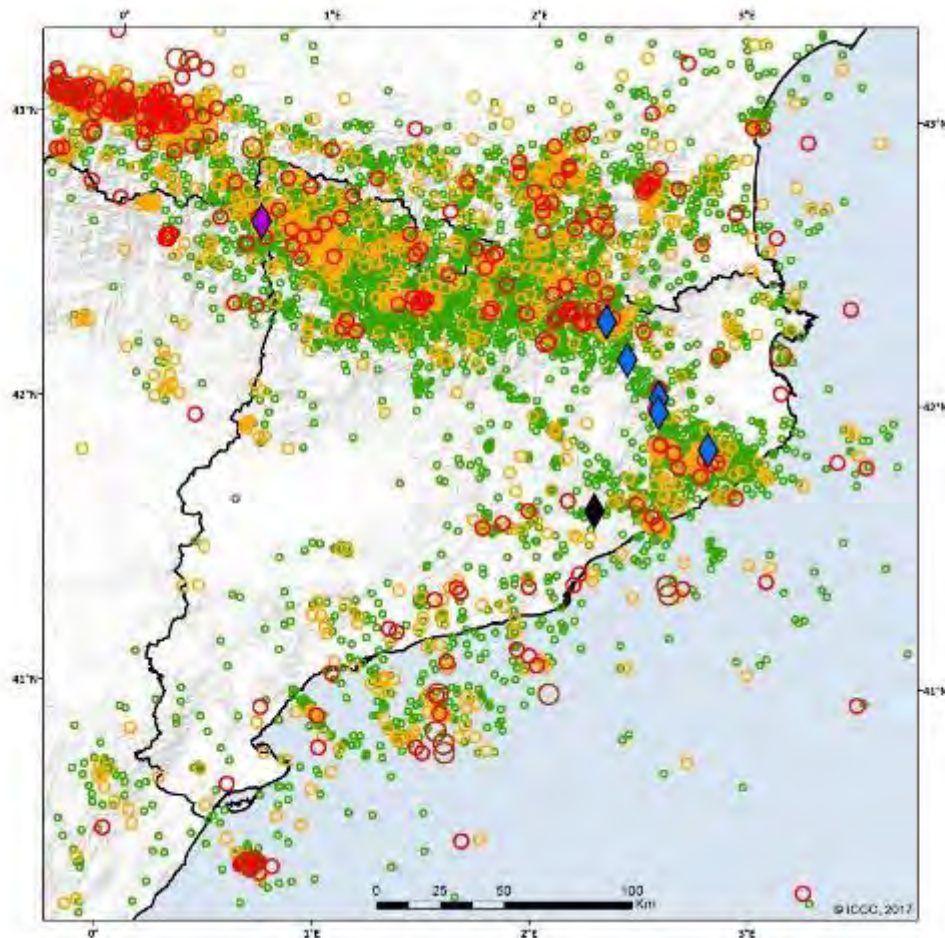
Energia equivalent



Font: USGS

Sismicitat a Catalunya





✓ TERRATRÈMOLS 1984 - 2016

Magnitud

- $M < 2$
- $2 \leq M < 3$
- $3 \leq M < 4$
- $4 \leq M < 5.2$

✓ TERRATRÈMOLS HISTÒRICS PRINCIPALS

Data	Intensitat epicentral
◆ 1373.03.03	VIII-IX
◆ Sèrie 1427-1428	VIII, IX
◆ 1448.05.25	VIII

✓ PERÍODE DE RECURRENCIA ESTIMAT PER A DIFERENTS MAGNITUDS

Magnitud, M	Període de recurrència, T (anys)
3.0	0.2
4.0	2.5
4.5	8
5.0	30
6.0	500-1000

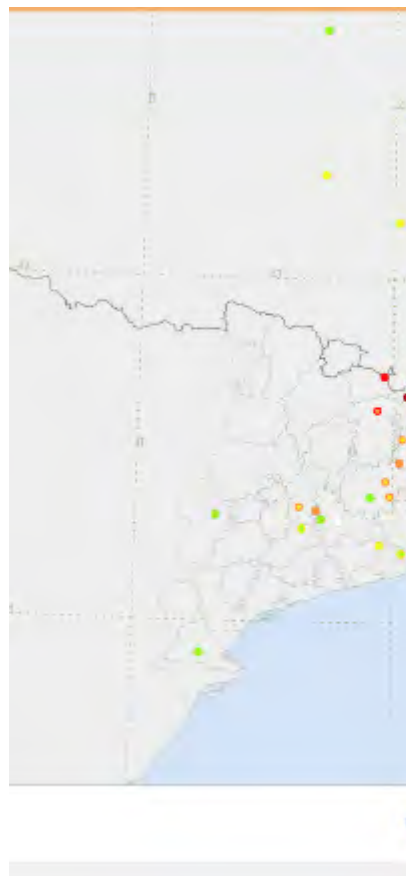
Esdeveniments tectònics registrats a la data.

Any	Mes	Dia	Lat	Lon	MW	Mag	Reg
1373	03	01	42.40	1.601	3		Stangeorga
1376	02	21	42.56	2.803	4		Pirineus Orientals
1421	02	23	42.02	2.504	15	VI-VII	Aneu
1427	02	14	42.03	2.604	10	VI-VII	Aneu
1427	03	17	42.03	2.604	9	VI	Aneu
1427	03	19	41.92	2.59	40	VIII	Osor-Rosa
1427	04	13	41.95	2.621	1		Osor-Rosa
1427	04	20	41.46	2.503	5	VI-VII	Llívia-Salvassa
1427	04	23	41.92	2.503	1		Llívia-Salvassa
1427	05	25	42.10	2.442	10	VIII	Wadi d'an Sas-Cuol
1427	06	12	41.95	2.821	1	VI-VII	Colades de Malerella
1427	06	14	41.02	2.711	9	VII	Colades de Malerella
1428	02	02	42.32	2.367	130	IX	Camprodon
1448	05	19	41.62	2.402	10	VI-VIII	Osor-Montoliu
1450	04	14	43.44	2.897	3	VI-VII	Pirineus

1428 02 02 06
Camprodon
Tudó Olivera et al., 2006

MOPN 136 IX IX

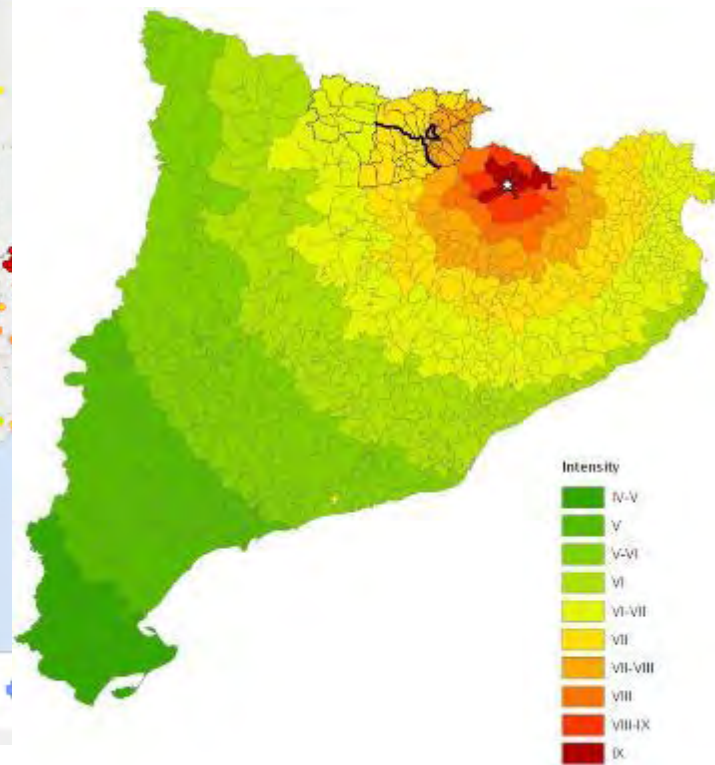
Local	Lat	Lon	Mag
Aneu	42.020	2.504	VI
Alba	42.021	2.504	VI-VII
Arreola	41.924	2.445	V
Bell-lloc-les-Terrats	42.400	2.424	VIII
AVIGNON	42.35	4.217	IX
Banyoles	42.119	2.767	VII-VIII
Bertraneta	41.904	2.173	VI-VII
Bellpuig	42.243	2.619	VIII
Camprodon	42.32	2.367	VI-VIII
Castell de Vilatorrada	42.378	2.167	VIII-IX
Cama	42.1	2.767	VII
Camplí	42.208	2.141	VIII-IX
Camprodon	42.319	2.367	IX
Capen	42.357	2.479	VII-VIII
Castellfollit de la Roca	42.321	2.101	VIII
Castelló d'Empúries	42.281	2.079	VI
Castell de Sant Joan	41.86	2.901	VI
Citja	41.940	1.441	V
Colades de Tor, la	41.97	2.822	VI-VII
Corçob	41.871	1.279	VI-VII
Talarn d'an Sas	42.094	2.583	VI-VII
Tornella de la Selva	41.921	2.013	VI-VII
Tremp	41.98	1.408	VII
Tortosa	42.048	2.175	VIII-IX
Sorra	41.450	2.521	VII
Grassà, la	42.092	2.821	VI
Juncós	42.129	2.422	VI-VII
Isma	42.080	2.519	V-VI
Isèrle	41.814	2.124	V
Mallof, el	42.13	2.432	VI-VII
Manresa	41.729	1.821	V
Montanuy	42.032	2.594	VII-VIII
Montanyola	41.88	2.171	VII
Narbona	42.189	2.704	VI
Núria	42.399	2.184	VIII-IX



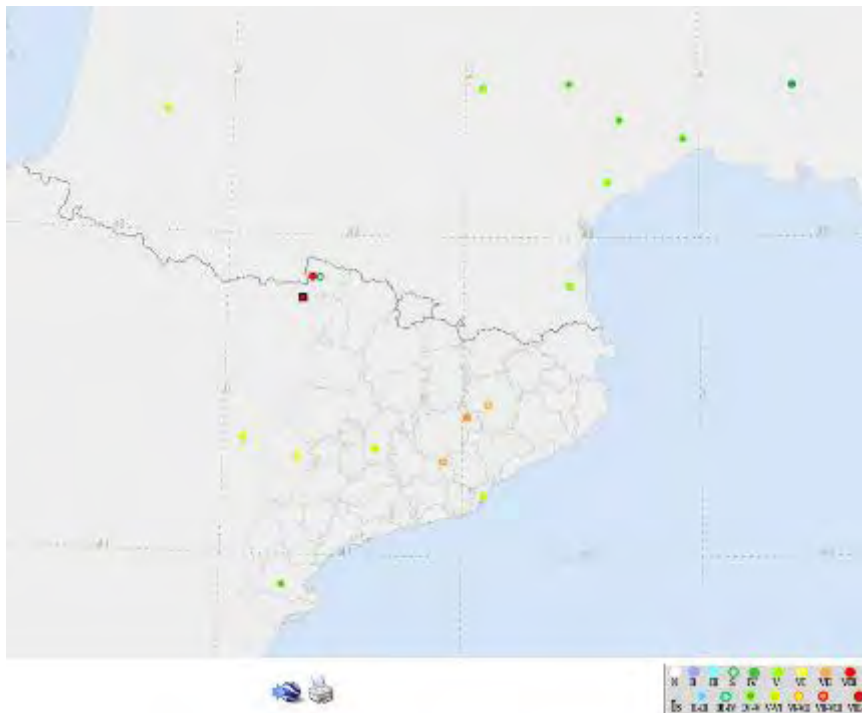
Intensitats simulades

Epicentre: entre Camprodon i Queralbs

Intensitat epic.: IX; Mag.aprox: 6,5



Mapa intensitats percebudes sisme Ribagorça 1373 I=VIII-IX



1373 03 03 02

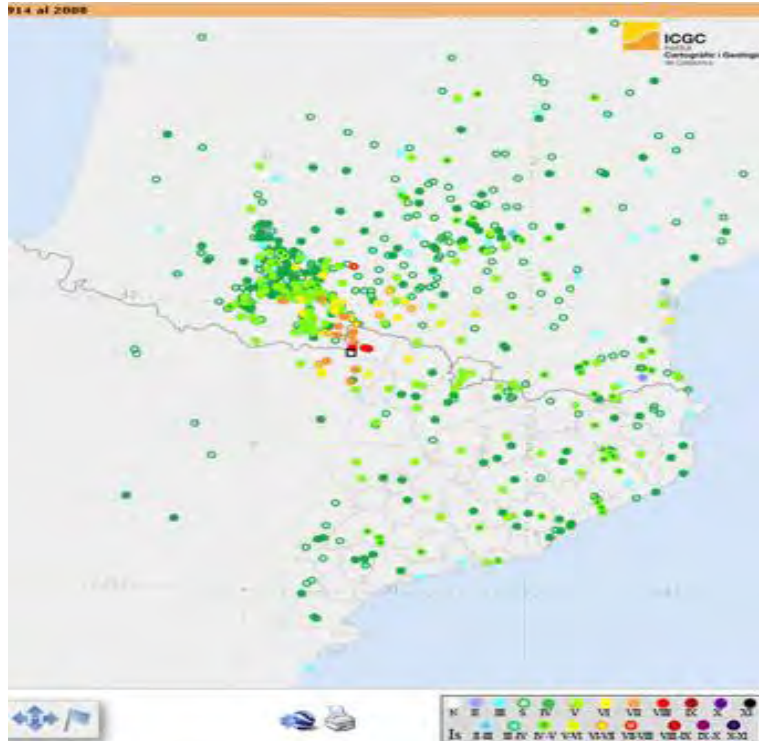
Ribagorça

Estudi: Olivera et al., 2006

MDPs 23 Ix VIII-IX

Lloc	Lat	Lon	Int
Albalat de Cinca	41.725	0.165	V-VI
Albi	43.929	2.146	V
AVIGNON	43.95	4.817	IV
Barcelona	41.384	2.178	V-VI
Béziers	43.35	3.217	V
Bordeus	44.839	-0.578	IV
Castèth-leon	42.74	0.716	VIII
Cervera	41.671	1.273	V-VI
Gurb	41.953	2.212	VI-VII
LIBOURNE	44.917	-0.233	IV
Lleida	41.616	0.624	VI
Lodeva	43.734	3.32	IV-V
Montpellier	43.617	3.867	IV-V
Montserrat	41.594	1.839	VI-VII
Perpignan	42.7	2.9	V
Ribagorça, la	42.607	0.638	VIII-IX
Saint-Affrique	43.959	2.887	IV-V
Saint-Sever	43.758	-0.573	V-VI
Santa Maria d'Oló	41.872	2.036	VII
Tortosa	40.812	0.523	IV-V
Uzerche	45.426	1.564	IV
Tolosà, el Vila	42.737	0.778	VI-VII S

Mapa d'intensitats percebudes del sisme de Vielha del 19/11/1923

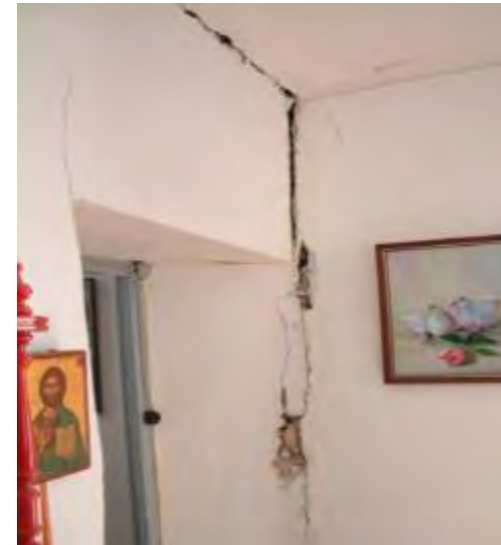
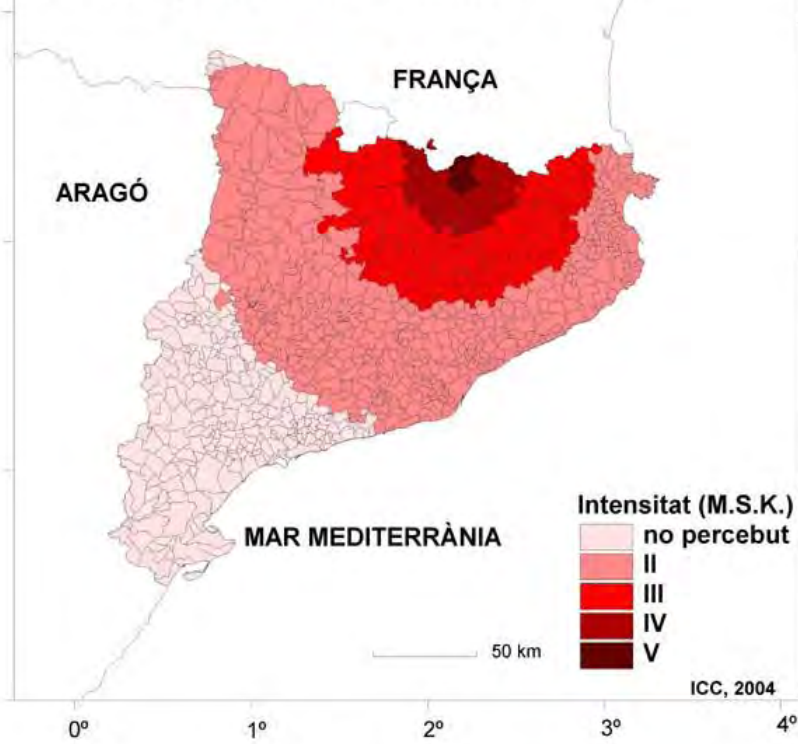


1923 11 19 07:55:00
 VIELHA LL
 Etsid >1990

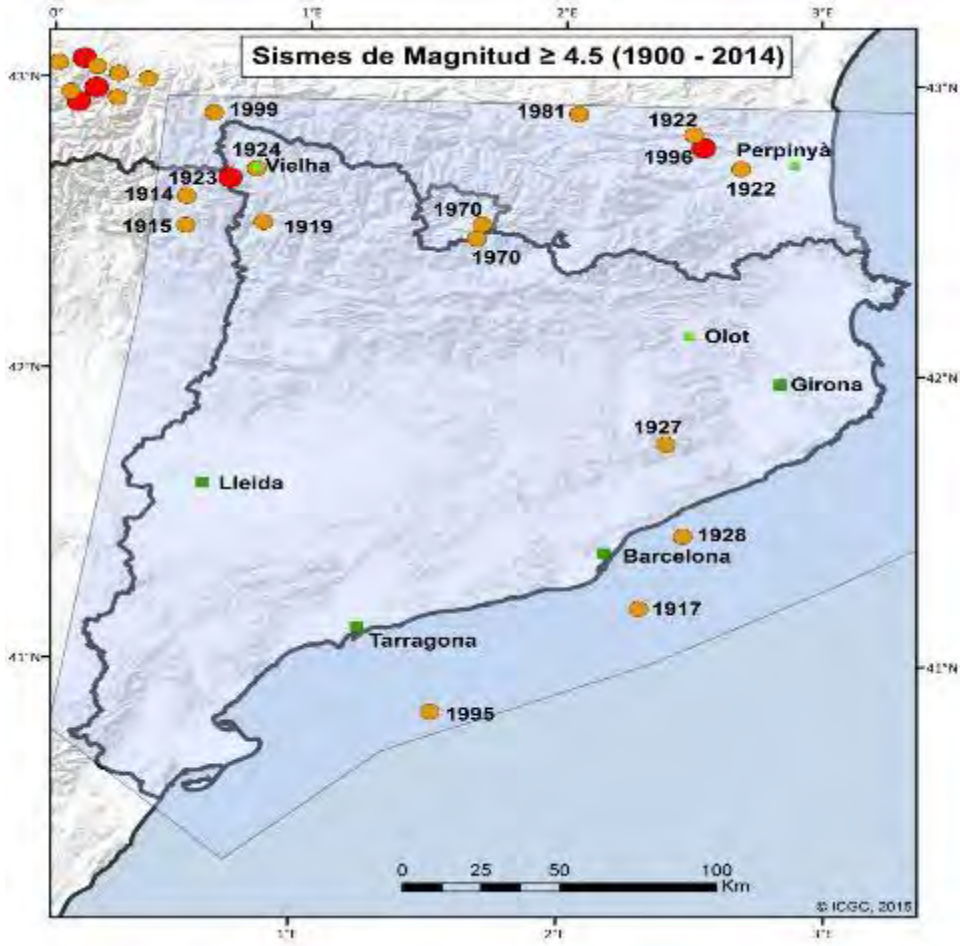
MGRV 725 11 VIII

Loc	Lat	Lon	Int
ADAYT	42,967	-0,193	IV
AGEN	44,2	0,617	III-IV
AGREPUNT	41,709	1,1	IV
AIGREVEVILLE	42,267	1,580	IV
AIGRES-VIVES	45	1,689	IV-V
AIGVILLON	44,5	0,335	5
AIMEY DE TERAS	42,559	1,299	IV
AIBI, L'	42,939	1,110	IV
ALLAURE	45,1	2,095	V
ALMAYET	41,207	0,425	5
ALP	42,375	1,869	5
AMELIE-DES-BAINS-PALALIA	42,467	3,667	III
AMES	42,912	2,604	IV
ANPOSTA	40,71	0,561	5
ANCIAN	42,867	0,330	V
AREHAN-CARROS	42,657	0,417	IV-5
ARENES	43,057	0,467	V
ARETU	42,55	0,720	VII
ANGLES	41,978	2,639	IV-V
ANLA	49	0,585	5
ANTICHAN	43	0,585	V-VI
ANTIST	43,117	0,135	V
ANTHAS	42,985	0,935	V
APRELOT	43	-0,289	5
ARCIAC-ROUSS	43,15	0,1	III
ARCIAC-ET-ANGLES	43,089	0,017	5
ARCIANS-AVANT	42,545	-0,1	5
ARDEMOOT	42,917	0,4	V
AREVILLE	42,817	0,4	V
AGENTS DE MAR	41,585	2,55	IV-V
AGENTS DE TRAV	41,617	2,54	IV-V
APPA	42,139	1,417	IV
ARQUELES	43,099	0,2	V

Simulació d'intensitats
Sisme del ripollès, M=4.0, 21/09/2004



Sismes de M>4.5 Periode 1900-2017



• 16 sismes en 117 anys

Pirineu Occidental **Pirineu Oriental** **Serralada Costanera**

- 1914
- 1915
- 1917**
- 1919
- 1922**
- 1922**
- 1923 (Io=VII)**
- 1924
- 1927**
- 1928**

10 SISMES EN 14 ANYS

..... 43 ANYS SENSE INFORMACIÓ (1936- 1945??)

- 1970**
- 1970**
- 1981**
- 1995**
- 1996**
- 1999**

6 SISMES EN 29 ANYS

..... 20 ANYS SENSE SISMES M>4.5

Sisme 4 octubre 1999 Alta Garona (a 20 km de Vielha) 20:14, M=5.0, H=14 km

Situació geogràfica :

L'epicentre se situa en el sud de França en el Departament de l'Alta Garona, prop de la frontera espanyola, a uns 20 km de VIELHA (Val d'Aran)

Percepció :

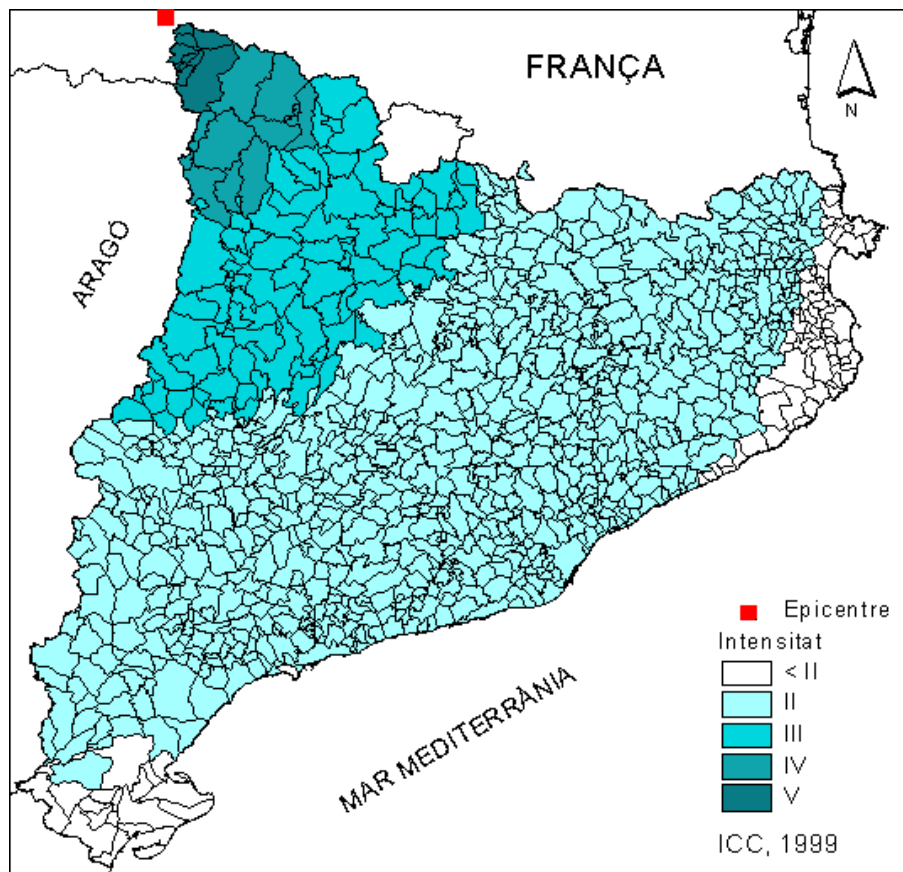
Amb les informacions disponibles fins el moment del comunicat, el moviment sísmic s'ha percebut a gran part de Catalunya, especialment a les comarques del Pirineu lleidatà, on s'ha produït un gran ensurt, sense haver de lamentar danys materials ($I < VI$, MSK).

S'ha adreçat a la majoria d'ajuntaments de municipis catalans, conjuntament amb l'Observatori Fabra, una enquesta per a determinar les intensitats percebudes al territori.

Rèpliques :

Durant les quasi 48 hores que han seguit al terratrèmol s'ha enregistrat una sola rèplica a la xarxa sísmica, de magnitud 1.5.

Simulació d'intensitats possiblement percebudes



Servei sismològic de Catalunya (SISMOCAT)

Objectiu:

Contribuir a la millora de la seguretat i resiliència de la societat en front del risc sísmic aportant coneixement i difonent la informació de forma ràpida i acurada

NO !!

Previsió:



Prevenció:

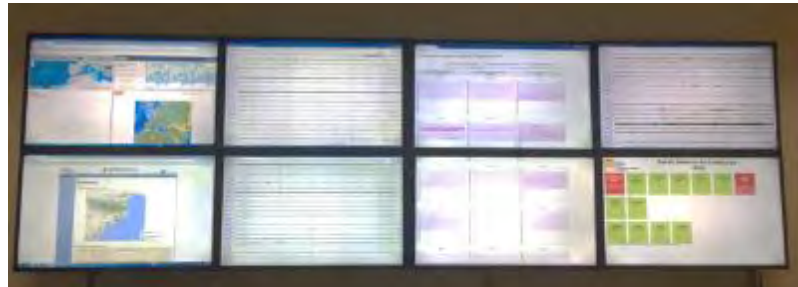
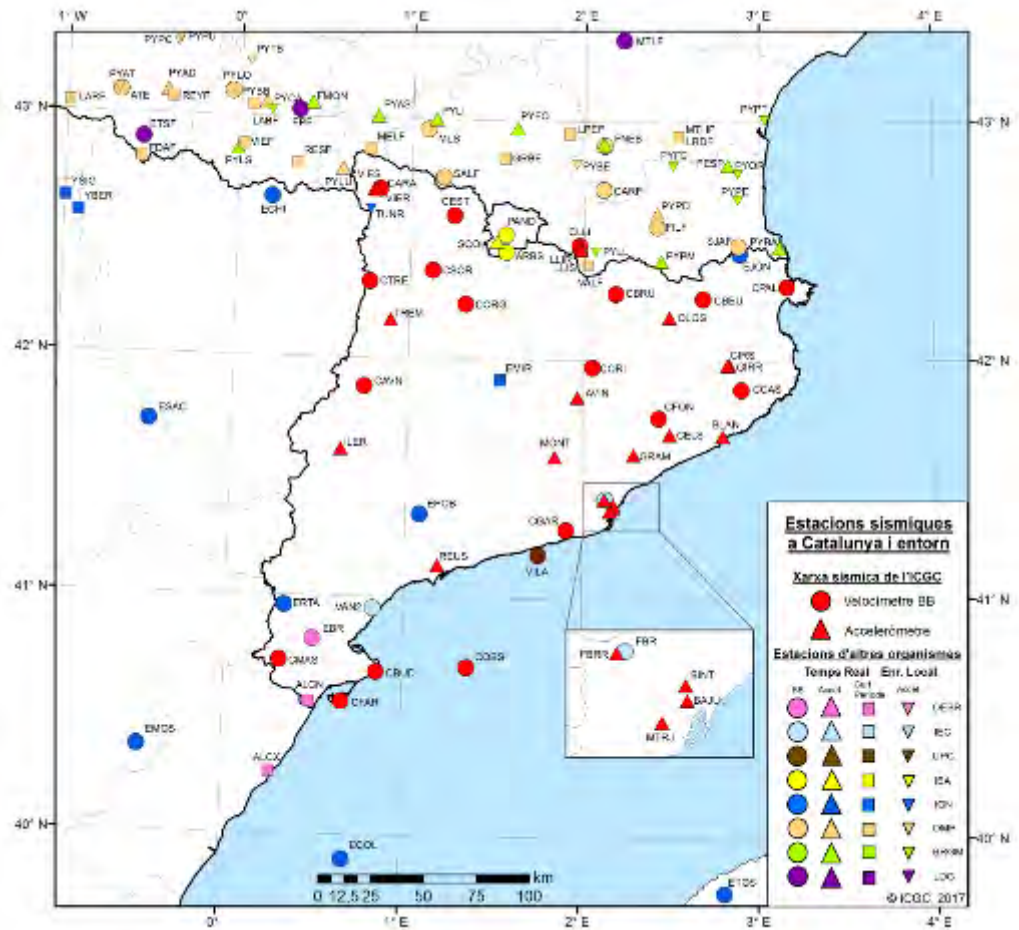
Vigilància i estudi de la sismicitat:

Xarxes sísmiques, sistemes alerta i difusió ràpida de la informació.

Mitigació dels efectes:

Plans emergència, normatives construcció sismoresistent, formació i sensibilització població.

Xarxa sísmica i acceleromètrica de Catalunya



CTRE (Llastarri-Terreta)



(IGC, 2006)



CARA



(IGC, 2011)



(IGC, 2011)

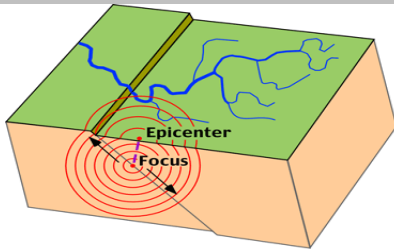
L'ICGC emmagatzema, al seu Centre de Dades, el senyal de totes les estacions de la Xarxa Sísmica de Catalunya i els posa a disposició del públic de forma gratuïta i oberta.

Servei web de la FDSN (IRIS)

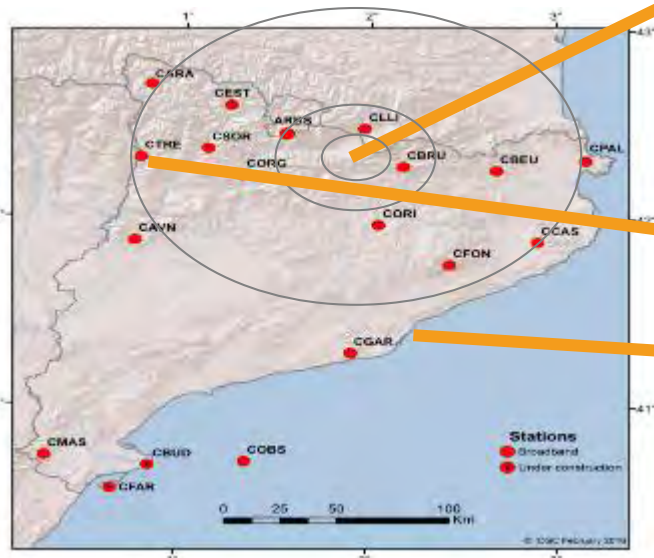
Protocol seedlink : <ws.icgc.cat:18000>

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (2000): Catalan Seismic Network. International Federation of Digital Seismograph Networks. Other/Seismic Network: doi: 10.7914/SN/CA.

Recepció de dades



Ocurrència del sisme
(Temps Origen o TO):
18/11/2015 11:10:00.60 TU



CTRE



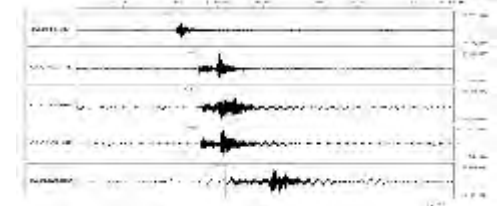
retard: 8 s



retard: 6 - 14 s




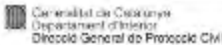
En pocs segons, les ones sísmiques es propaguen fins a les estacions: CLLI als 3 s, CTRE als 15 s, CMAS als 35 s.



Comunicat de terratrèmol Hautes Pyrénées – Tarbes M_L=4.6

Localització automàtica: TO + entre 4-5 min


 Generalitat de Catalunya
 Departament de Territori i Sostenibilitat
 Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

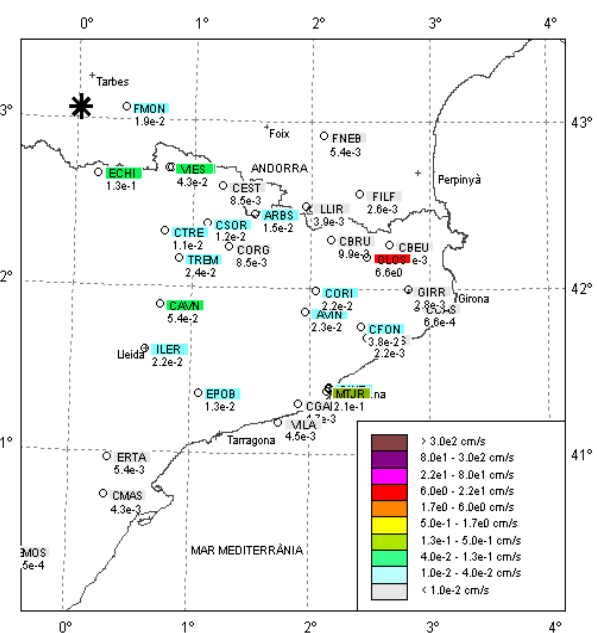
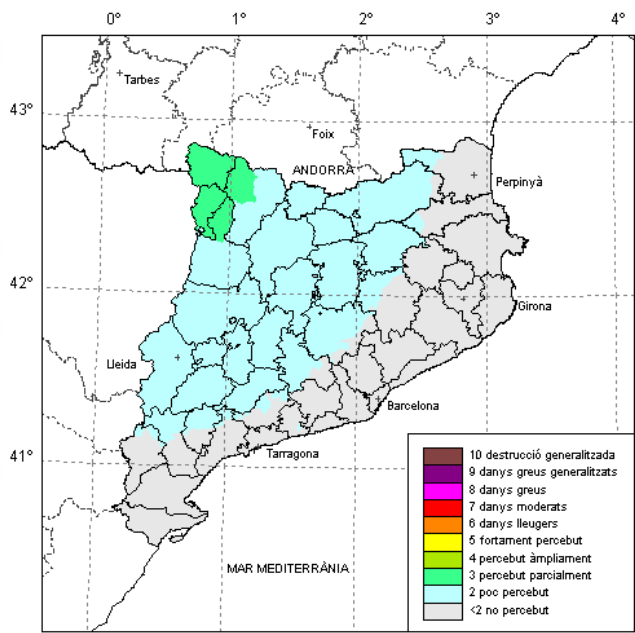

 Generalitat de Catalunya
 Departament d'Interior
 Direcció General de Protecció Civil

Barcelona 29/04/2014 09:26:51
 Informació del terratrèmol del dia 29/04/2014

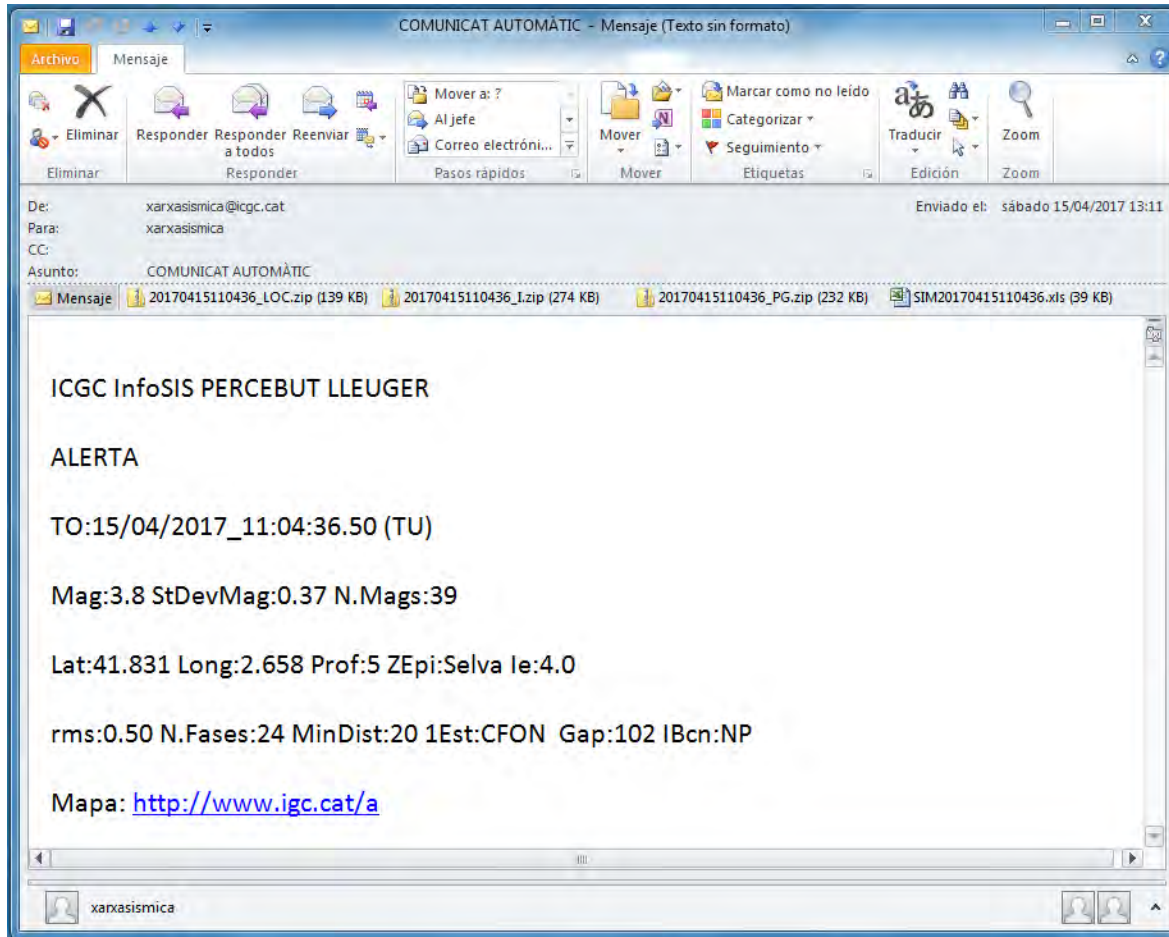
La localització provisional de l'epicentre efectuada amb els enregistraments actualment disponibles a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya és la següent:

Hora origen (Temps oficial): 9:03:24 **Magnitud (M_L):** 4.6
Latitud: 43.03° N **Longitud:** 0.00° E **Profunditat:** 0 km
Zona epicentral: Hautes-Pyrénées (França)
Comentaris: Terratrèmol amb epicentre, prop de Lourdes, França. Percebut àmpliament sense danys a tot Catalunya especialment a les comarques de Lleida. Ha estat seguit de rèpliques, una d'elles de magnitud 3.6 a les 09:07

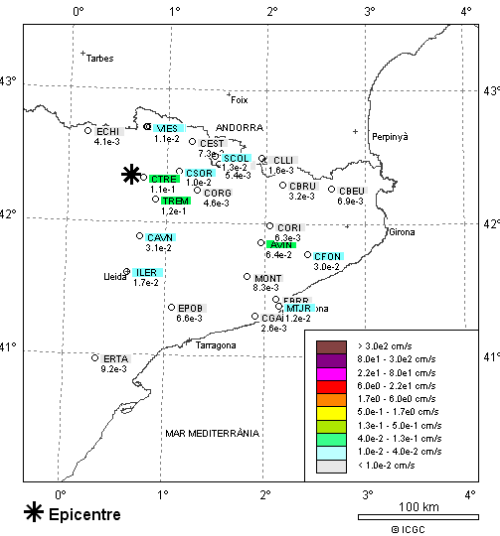
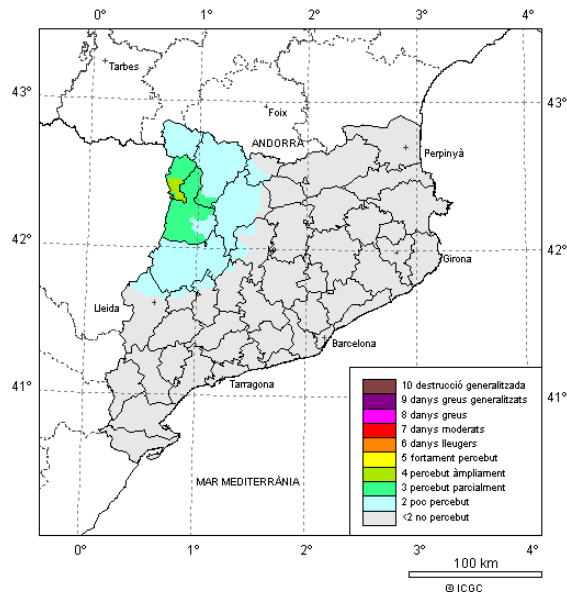
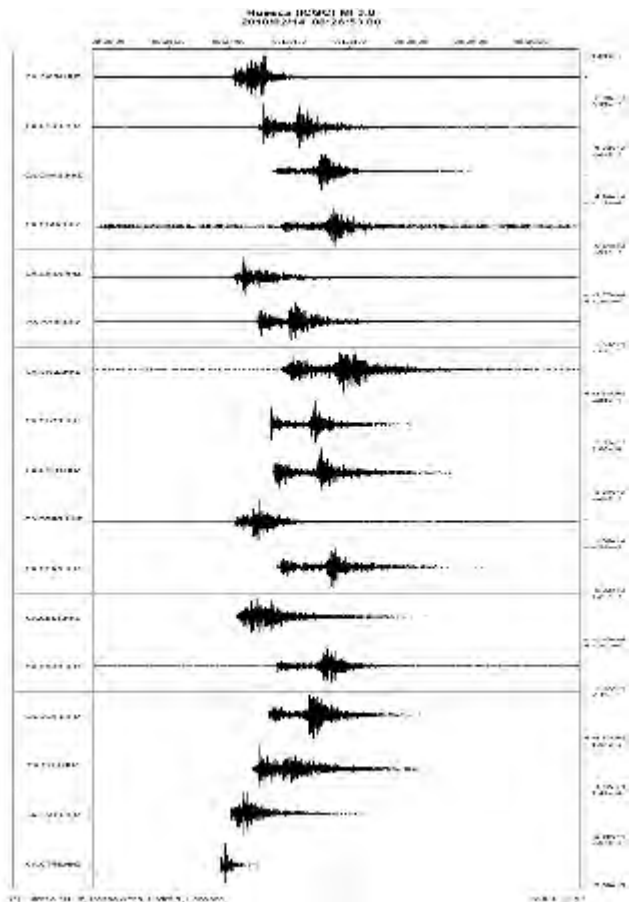
(*) Representació dels danys en funció de la magnitud: M_L < 3 Percebut a tot Catalunya. Sense danys. M_L = 4-5 Percebut a gran part del territori. Possibilitat de danys lleugers. M_L = 5-6 Percebut a gran part del territori. Danys possibles.



TO+5-10min



Àmpliament percebut sense danys a les comarques nord occidentals Catalunya





Barcelona 30/04/2018 10:00:55
 Informació del terratrèmol del dia 29/04/2018

La localització provisional de l'epicentre efectuada amb els enregistraments actualment disponibles a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya és la següent:

Hora origen (Temps oficial): 23:51:04 **Magnitud (M_L):** 2.9
Latitud: 42°52' N **Longitud:** 1°06' E **Profunditat:** 1 km
Zona epicentral: Pallars Sobirà
Comentaris: Percebut, sense danys, a les comarques de Lleida.

(*) Repercuissió del sísmes en funció de la magnitud: M_L ~3.4 Percebut a prop de l'epicentre. Sense danys. M_L ~4.0 Percebut a gran part del territori. Possibles danys i fugues. M_L ~5.4 Percebut a tot el territori. Danys importants.

[Heu percebut el terratrèmol?](#)



❑ Mitjans no propis

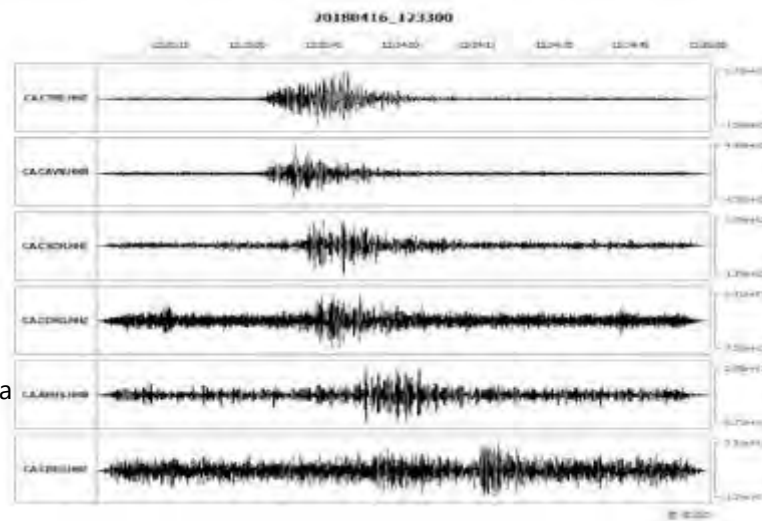
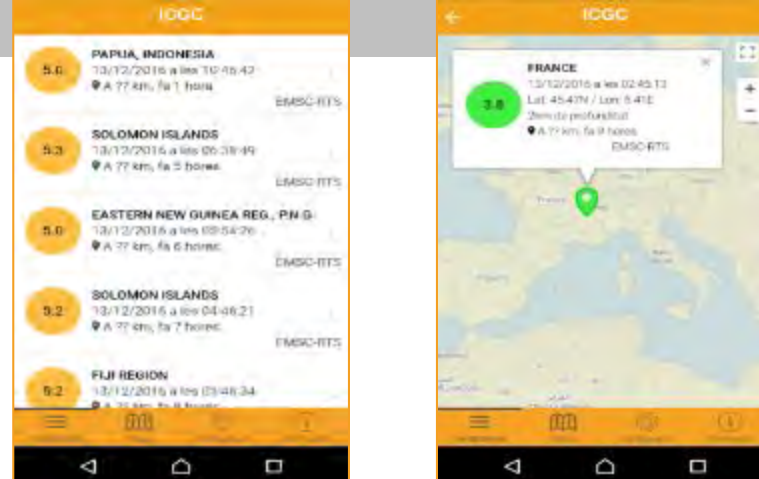
- Mitjans de comunicació
- Protecció Civil

❑ Mitjans propis

- WEB
- RSS
- APP
- TWITTER (Abril 2016)

[ICGC. Generalitat @ICGCat Apr 17](#)

L'#esllavissada d'ahir a Castell de Mur va ser enregistrada per la Xarxa Sísmica de Catalunya. Hora origen 14.33, Magnitud local 0.8





Una població sismològica

Terratrèmols energètics

Eines d'informació sísmica

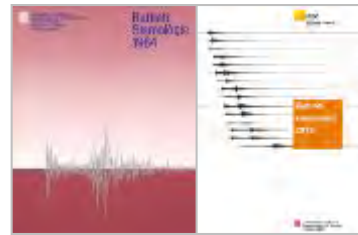
Substàncies químiques acceleromètriques

Ravals i fontaneries sísmics

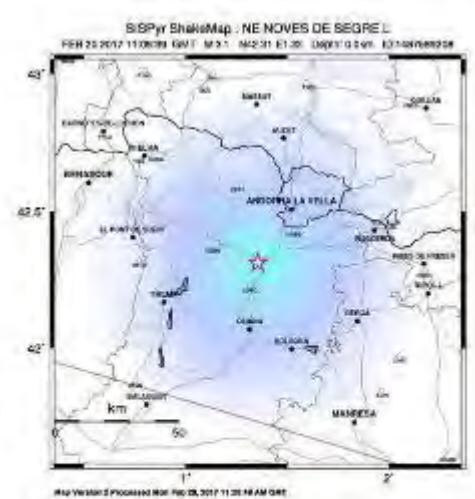
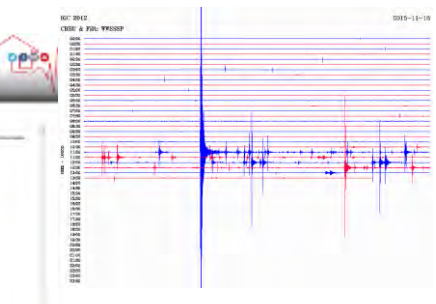
SISVICIT

protecció civil

SISVICIT
 Pla Departament d'Interior de l'Administració de Catalunya



Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2017)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2016)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2015)
Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2014)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2013)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2012)
Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2011)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2010)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2009)
Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2008)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2007)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2006)
Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2005)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2004)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2003)
Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2002)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2001)	Equipament de la xarxa de la Catalunya del Nord (2000)

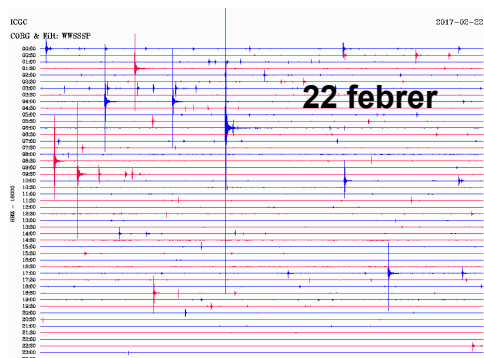
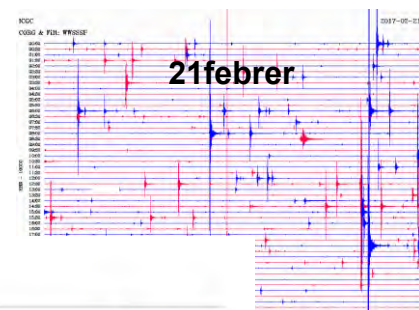
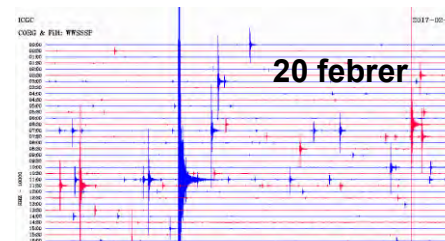
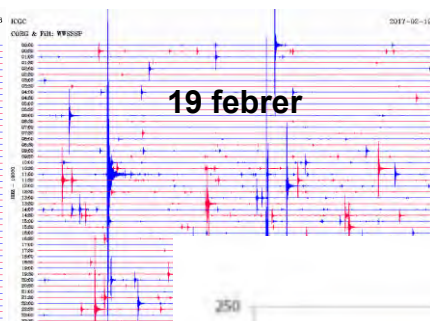
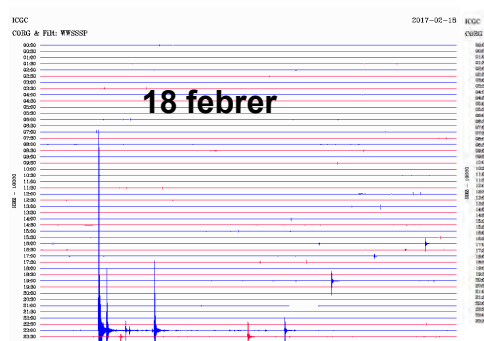


Map Version: Programed Map: 08/05/2017 11:28:48 AM GMT

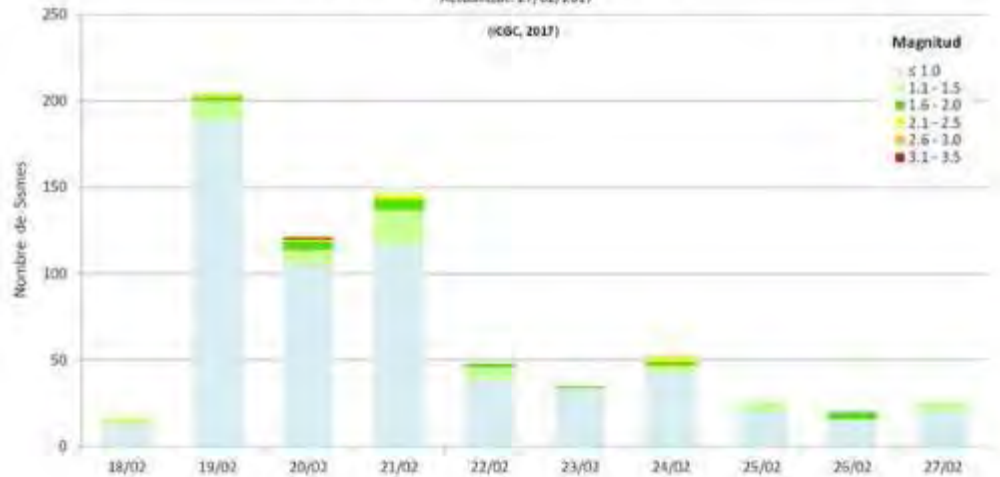
PROFUNDITAT (m)	MAGNITUD	VELOCITAT (cm/s)	VELOCITAT (mm/s)	VELOCITAT (mm/s)	VELOCITAT (mm/s)	VELOCITAT (mm/s)	VELOCITAT (mm/s)	VELOCITAT (mm/s)	VELOCITAT (mm/s)
0-10	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10-20	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20-30	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
30-40	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
40-50	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
50-60	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
60-70	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
70-80	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
80-90	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
90-100	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

<http://www.sispyr.eu>

Sèrie sísmica Alt Urgell (febrer 2017) M=3.1



Distribució Sísmes Sèrie Alt Urgell - Febrer 2017
Actualitzat: 27/02/2017



Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Informació sísmica

Localització de les estacions sísmològiques, xarxes de estacions sísmològiques, Estadística sísmica, Sísmològic i Sísmològic de Catalunya.

- Hou percebut un terratrèmol?** (How did you feel the earthquake?) - Includes an orange arrow icon.
- Terratrèmols energètics** (Energy earthquakes) - Includes a map with a star.
- Enllaç d'informació sísmica** (Seismic information link) - Includes an image of a smartphone and a document.
- Què és la unió sísmica i la sismotectònica** (What is seismicity and tectonics) - Includes an image of a satellite dish.
- Recull de informació sísmica i mapes** (Seismicity and maps collection) - Includes an image of a map.
- protecció civil** (Civil protection) - Includes the text 'Plànol de Capacitat d'Emergències Sísmiques de Catalunya'.

Generalitat de Catalunya
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Heu percebut un terratrèmol?

Terratrèmol del dia: (dd/mm/aaaa)

Hora percepció: (hh:mm)

Població on es trobava en el moment del terratrèmol

Dades personals de qui omple la fitxa

Nom i cognoms:

Telèfon:

Correu electrònic:

Adreça:

Codi postal:

Població:

Percepció personal

Al moment de la sotregada es trobava

Interior edifici

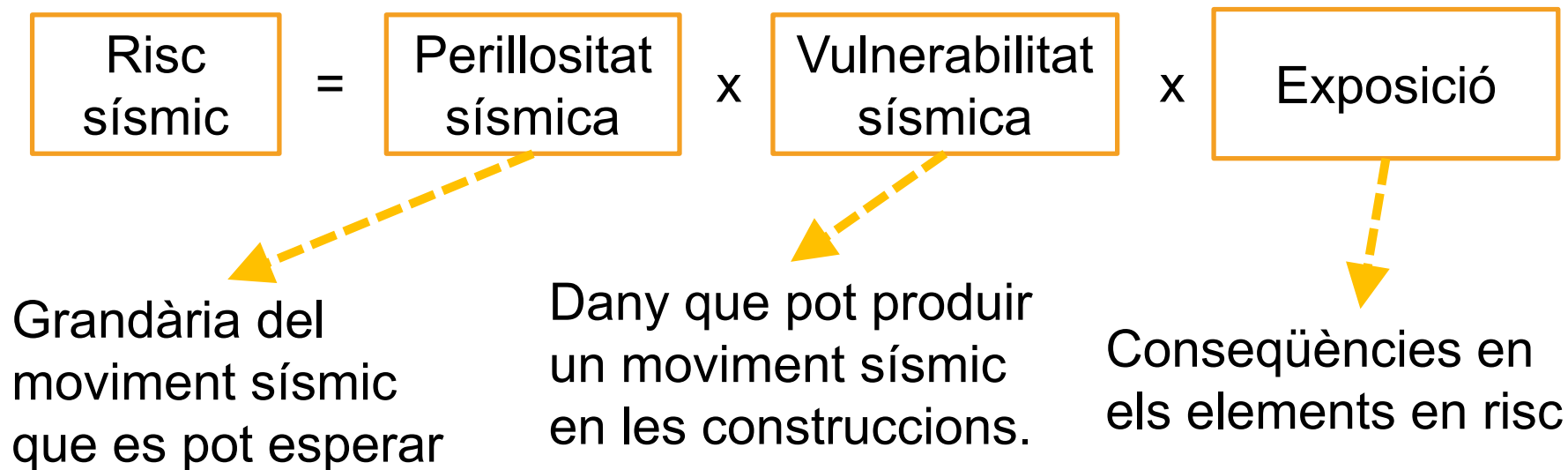
Fora edifici

Pis número:

Quants pisos té la finca?

Risc sísmic

- La probabilitat de patir danys degut a un terratrèmol.



Per què s'avalua el risc sísmic?

- Prendre consciència de l'impacte dels possibles terratrèmols
- Identificar estructures vulnerables
- Impulsar el desenvolupament de mesures de reducció de la vulnerabilitat sísmica
- Contribuir a la millorar dels plans d'actuació



Edifici nou de 3 plantes - La Viña, Llorca

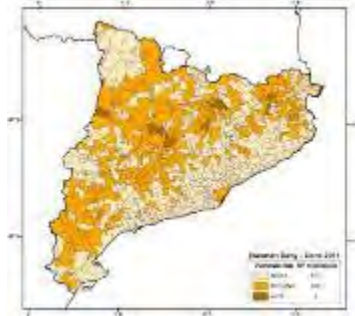


Col·lapsa en el terratrèmol M5.1 (2011)

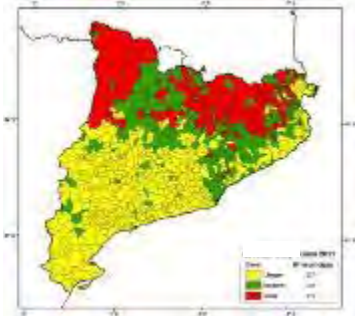
El risc sísmic a Catalunya

Vulnerabilitat sísmica

Classes vulnerabilitat EMS98 per municipi

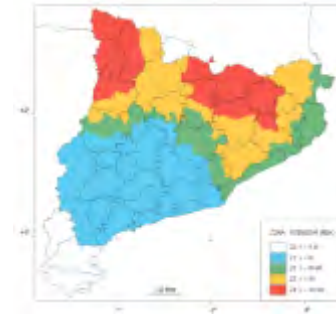


Distribució del dany esperat per municipi

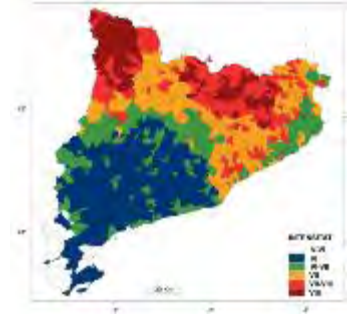


Perillositat sísmica

Intensitats sòl mitjà

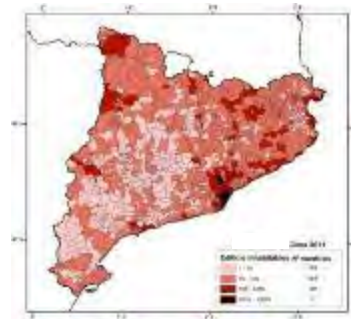


Intensitats efecte sòl

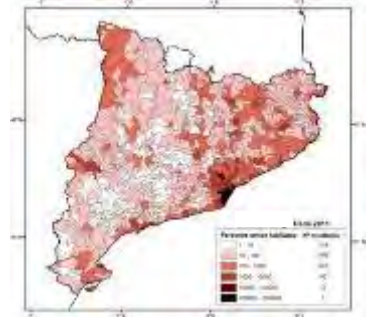


Exposició

Edificis inhabitables

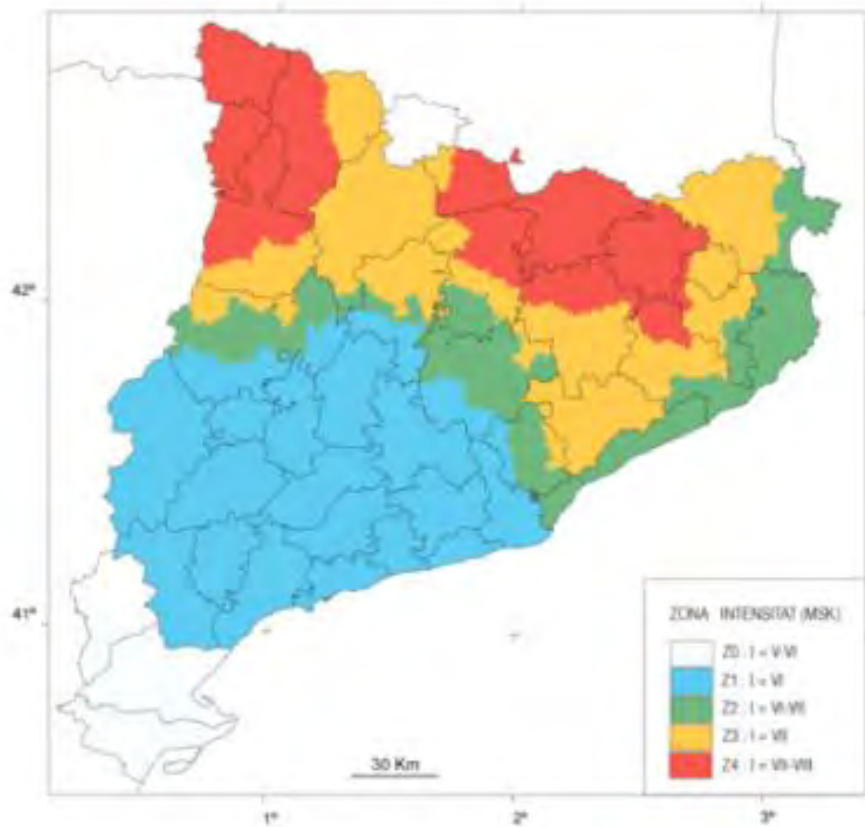


Persones sense habitatge

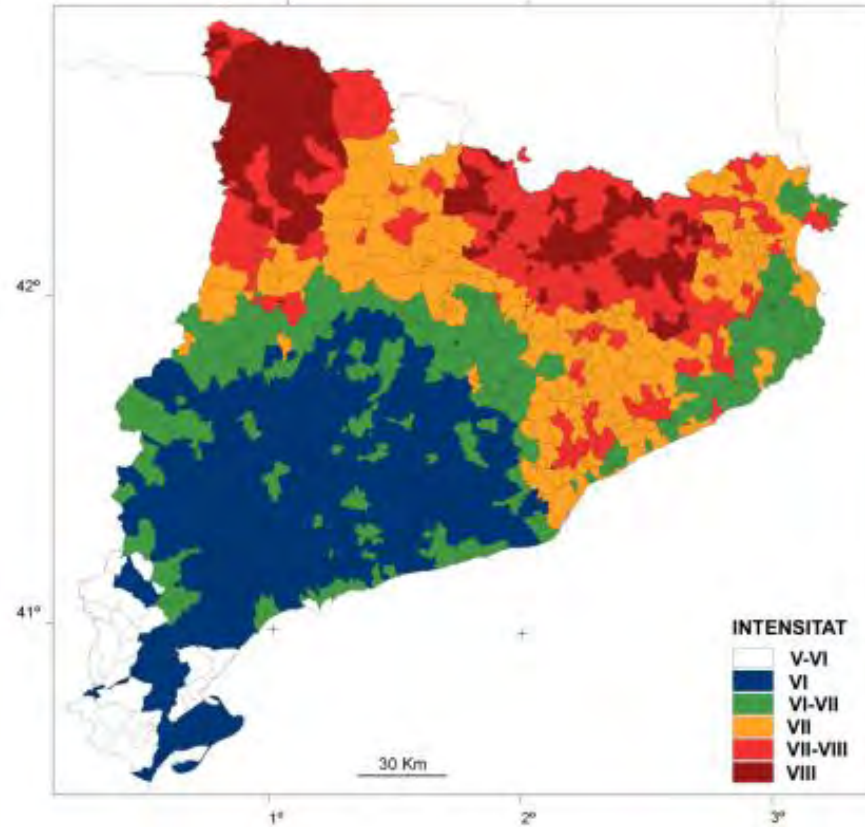


Perillositat: Grandària del moviment sísmic que es pot esperar

Intensitats sòl mitjà

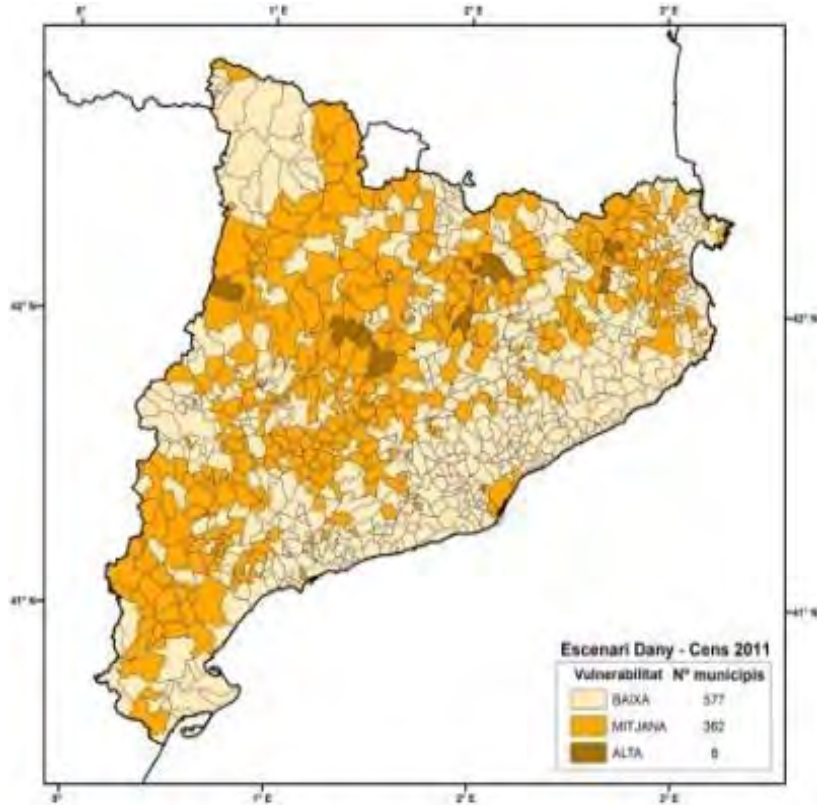


Intensitats efecte sòls

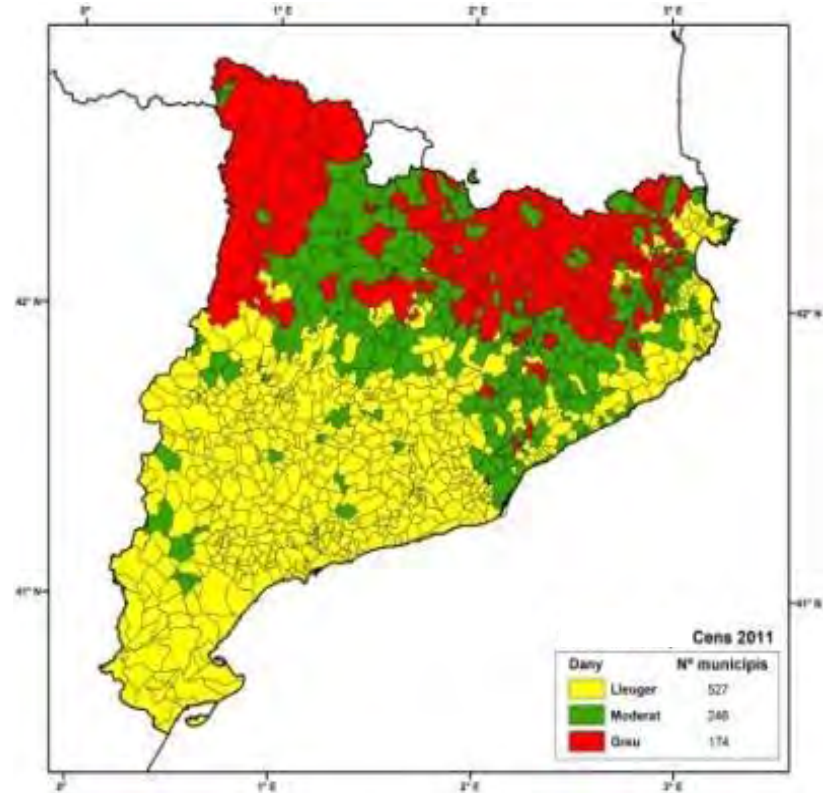


Vulnerabilitat sísmica: Dany que pot produir un moviment sísmic en les construccions

Classes vulnerabilitat. EMS98 per municipi

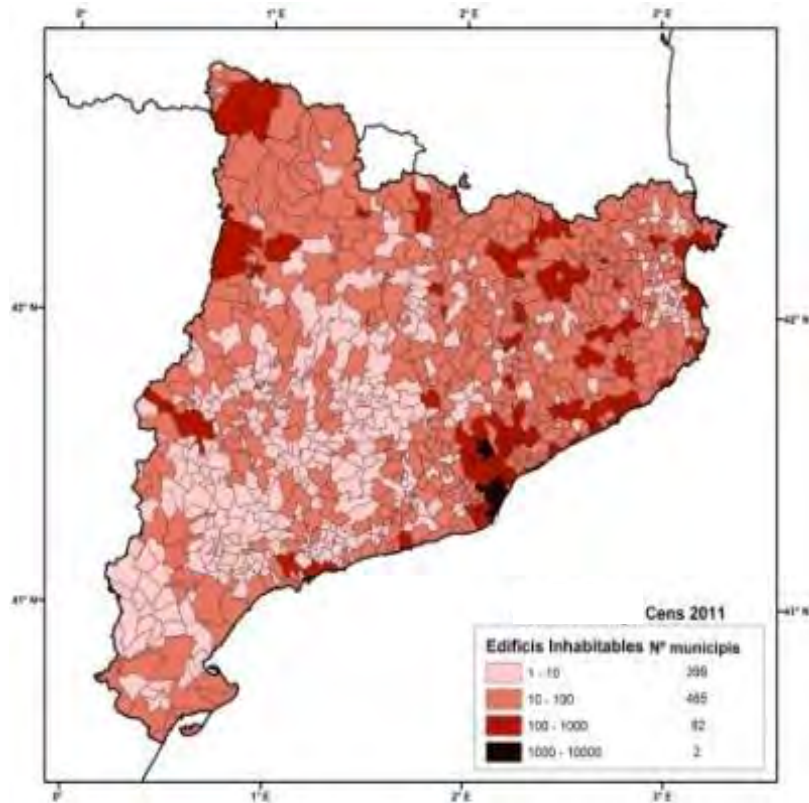


Distribució del dany esperat per municipi

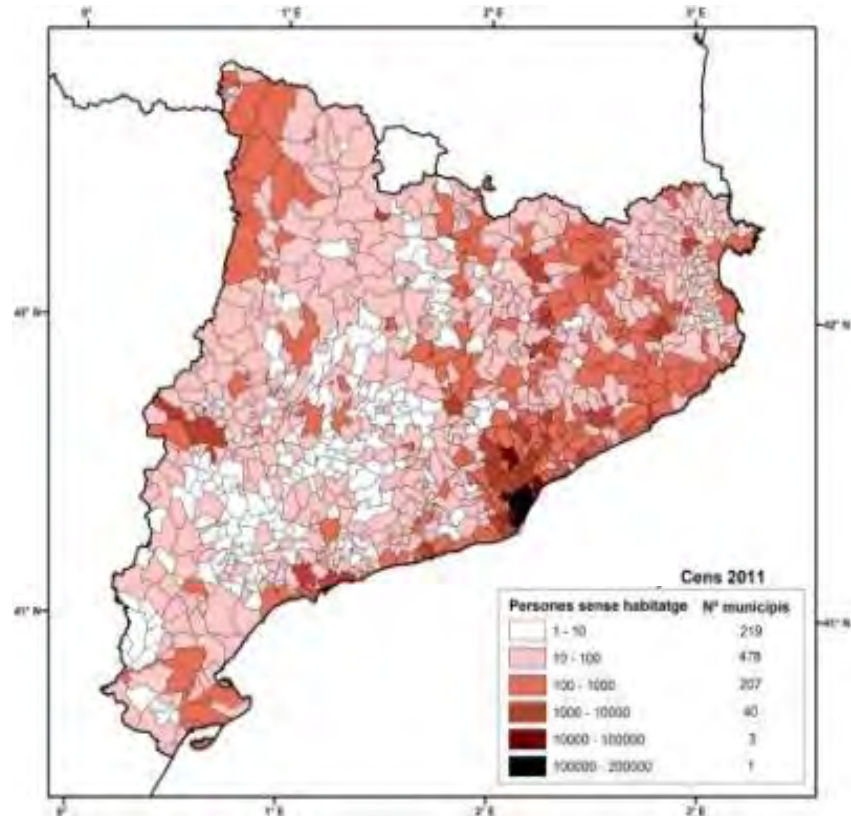


Exposició: Conseqüències en els elements en risc

Edificis inhabitables



Persones sense habitatge

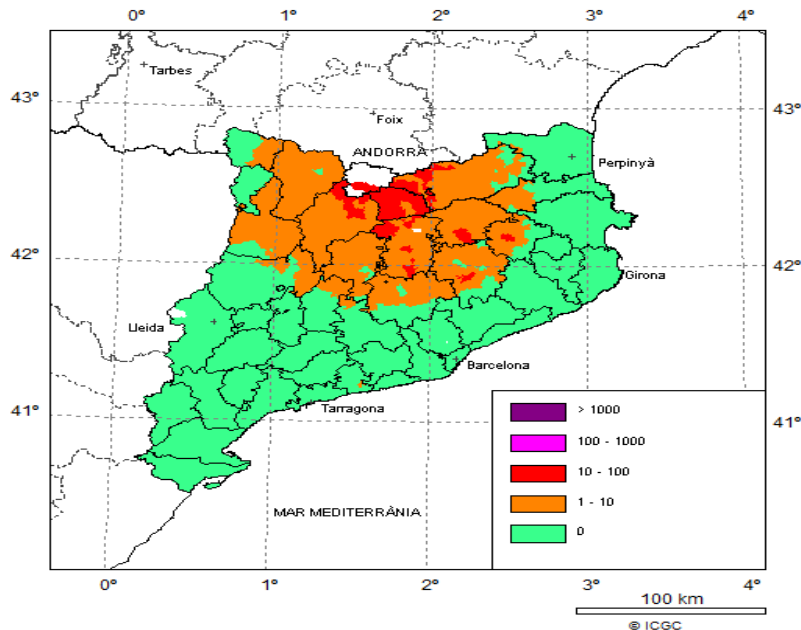


Simulació per un CAS VIRTUAL ⇒ Cerdanya i MI 5.5

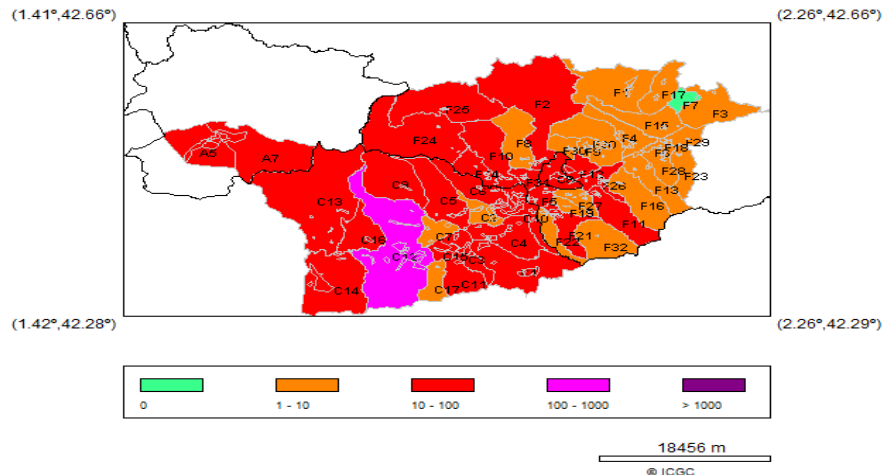
TO + entre 4 i 5 min

- ⇒ Simulació de les intensitats percebudes i **possibles escenaris de danys**
- ⇒ Emmagatzematge a una base de dades **ORACLE**
- ⇒ Generació dels mapes

MAPA DE LA SIMULACIÓ DE 'EDIFICIS INHABITABLES' (mètode simplificat)
A CATALUNYA, A ANDORRA I AL DEPARTAMENT DELS PIRINEUS-ORIENTALS

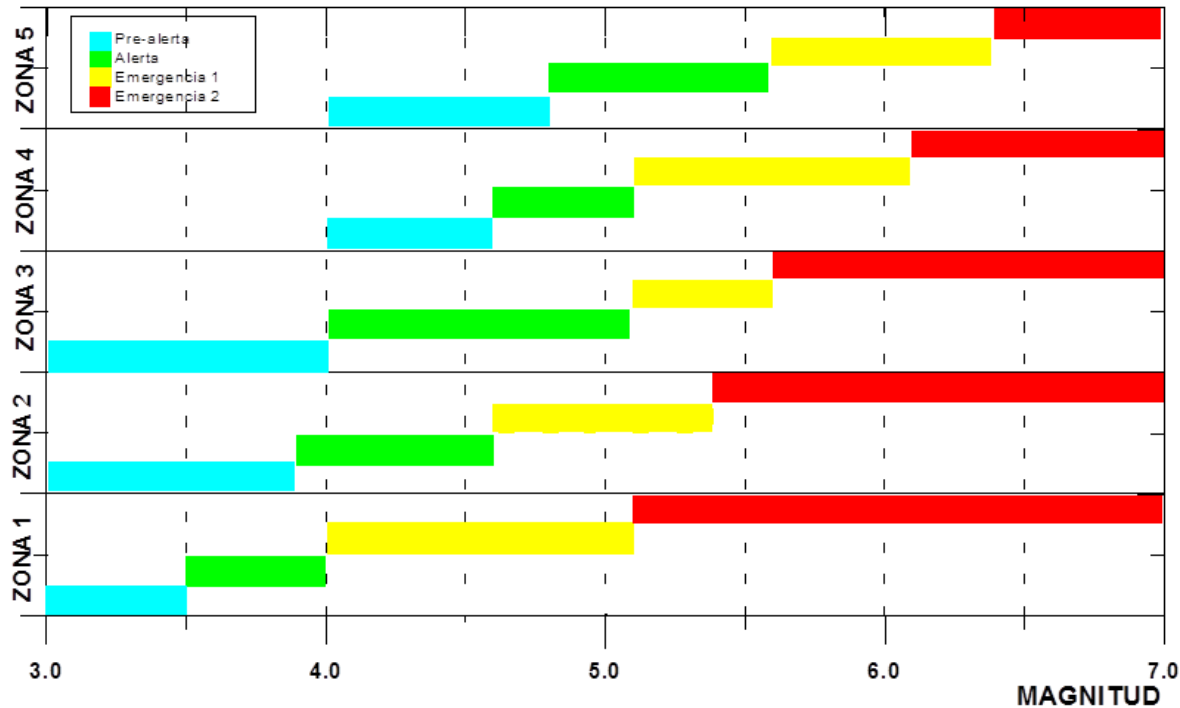


MAPA DE LA SIMULACIÓ DE 'EDIFICIS INHABITABLES' A LA ZONA PILOT (mètode detallat)



Prevenió: SISMICAT

- ❑ L'ICGC forma part de la cadena d'activació del Pla SISMICAT
- ❑ Tot això és el resultat de més de 10 anys de treball l'avaluació del risc sísmic i la realització dels escenaris de danys a cadascun dels municipis de Catalunya



Zona	Descripció
1	Zona densament poblada (A) més franja marítima de 20 km
2	Zona mitjanament poblada (B) més franja 20 km fora de Catalunya y franja marítima entre 20 y 40 km
3	Zona poc poblada (C)
4	Zona marítima a més de 40 km fora de la costa
5	Zona fora de Catalunya a més de 20 km dels límits de Catalunya

Conclusions

- En mitjana es detecten més de 800 sismes per any a Catalunya. Una desena son percebut per la població. En mitjana es produeix un sisme de $M > 5$ cada 30 anys.
- Sismes de $M = 4.5$ mobilitzen falles de pocs kilòmetres (2-3 km²) i poden causar danys moderats si es produeixen en zones molt poblades.
- Un terratrèmol és un fenomen sobtat i, per tant, no es pot predir. La previsió i la prevenció son les úniques estratègies per mitigar el risc sísmic.
- En la mitigació dels efectes catastròfics dels fenòmens naturals hi està implicada tota la societat.
- La prevenció inclou l'educació de la població i ens dóna la oportunitat de sobreviure i de salvar vides.



Gràcies per la vostra atenció