



**Risc sísmic.
Estratègies de
vigilància i
mitigació
Sismicat**

sfigueras@igc.cat

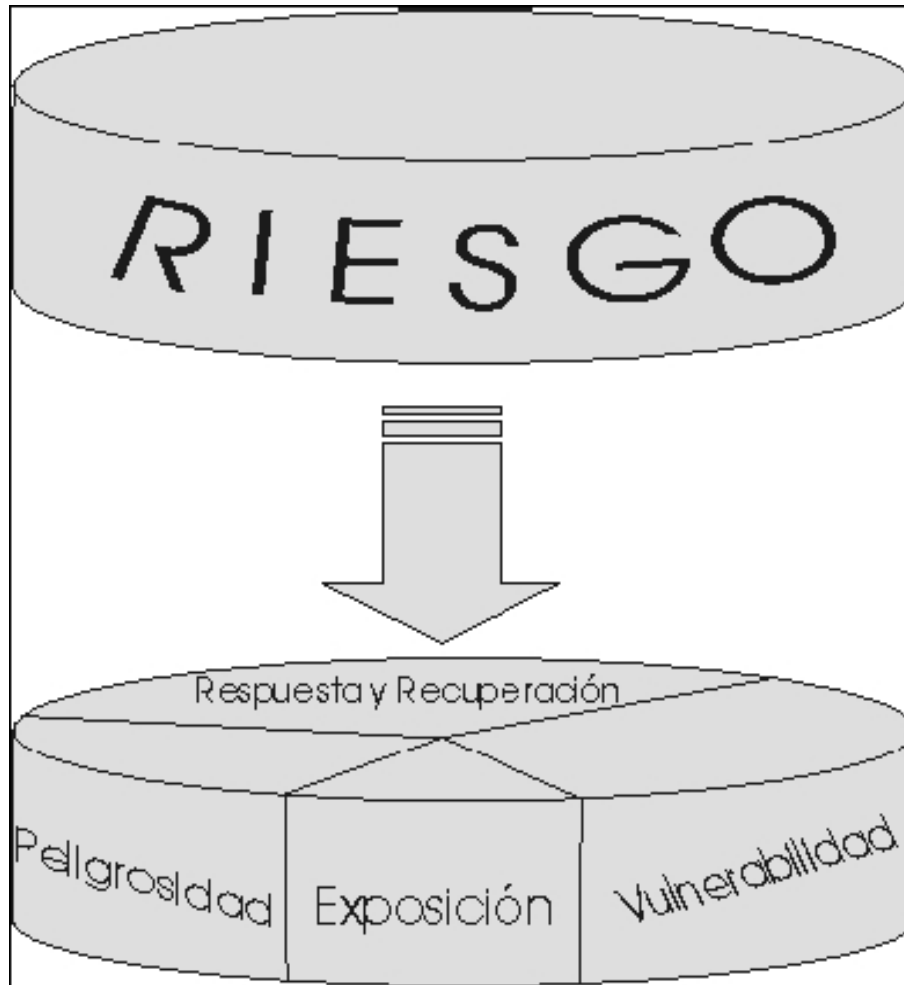


ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya



**Generalitat
de Catalunya**

Objectiu de l'anàlisi del risc: avaluar l'impacte del fenomen i establir estratègies de mitigació.



➤ Per l'avaluació dels riscos naturals es consideren tres variables fonamentals:

Peril·lositat del fenomen natural que es considera.

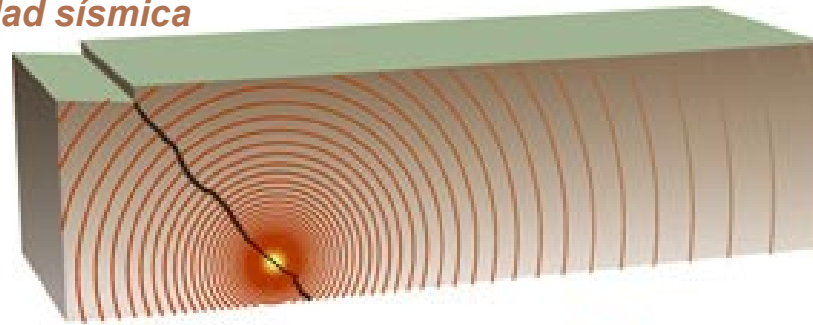
Exposició dels elements territorials i la seva

Vulnerabilitat.

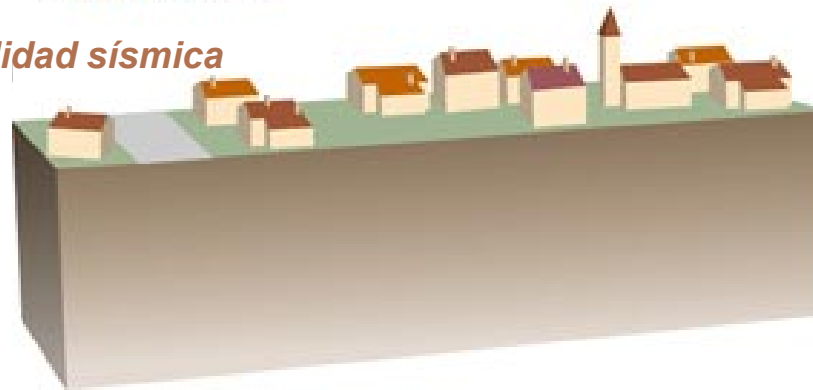
➤ El risc està controlat també per la capacitat de resposta i recuperació.

Riesgo Sísmico

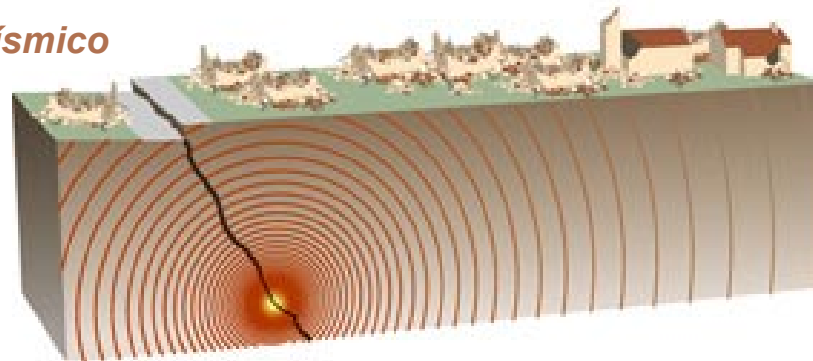
Peligrosidad sísmica



Vulnerabilidad sísmica

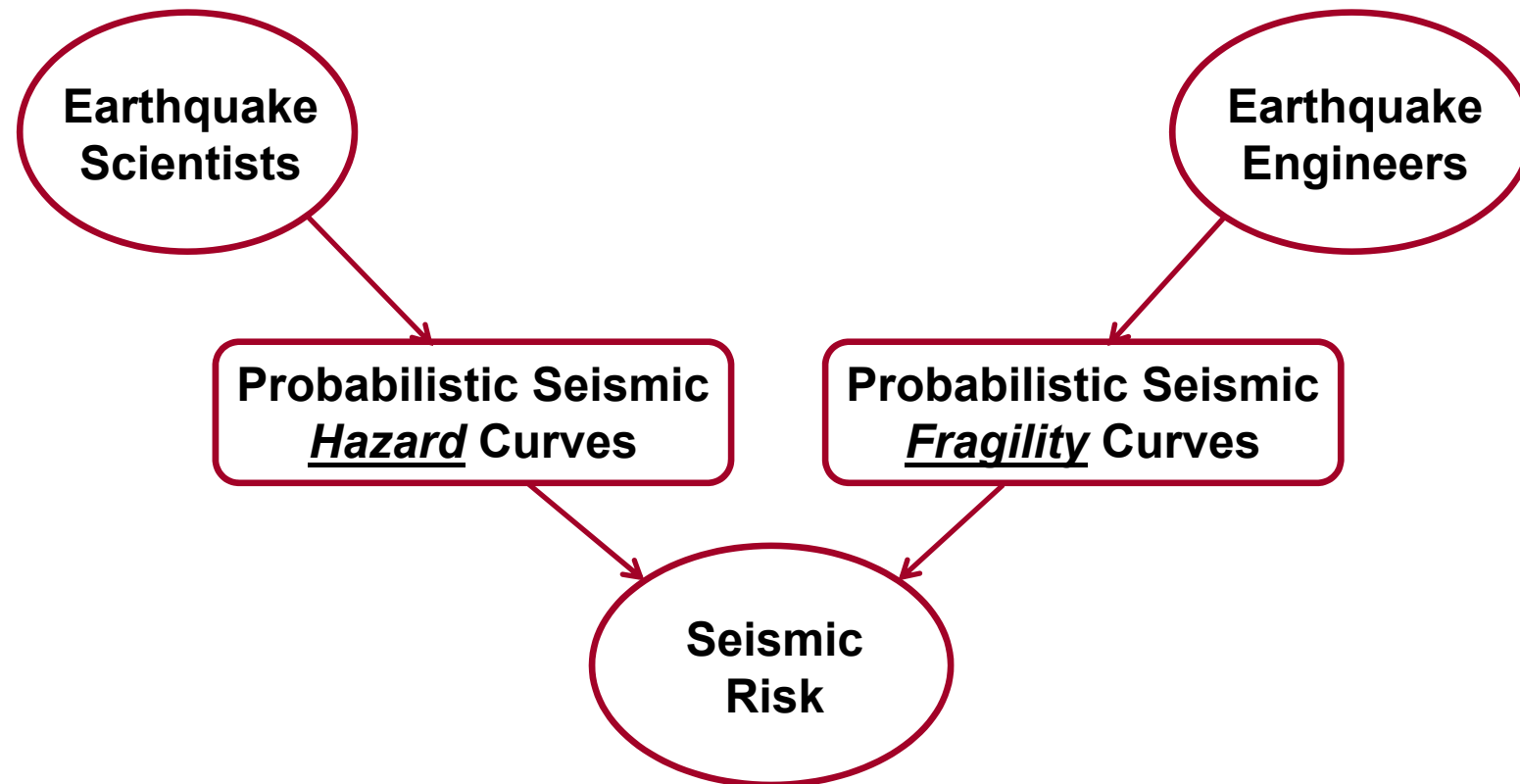


Riesgo sísmico



Seismic Risk Quantification

Meanwhile, for decades now (e.g., ATC 3-06, 1978) ...



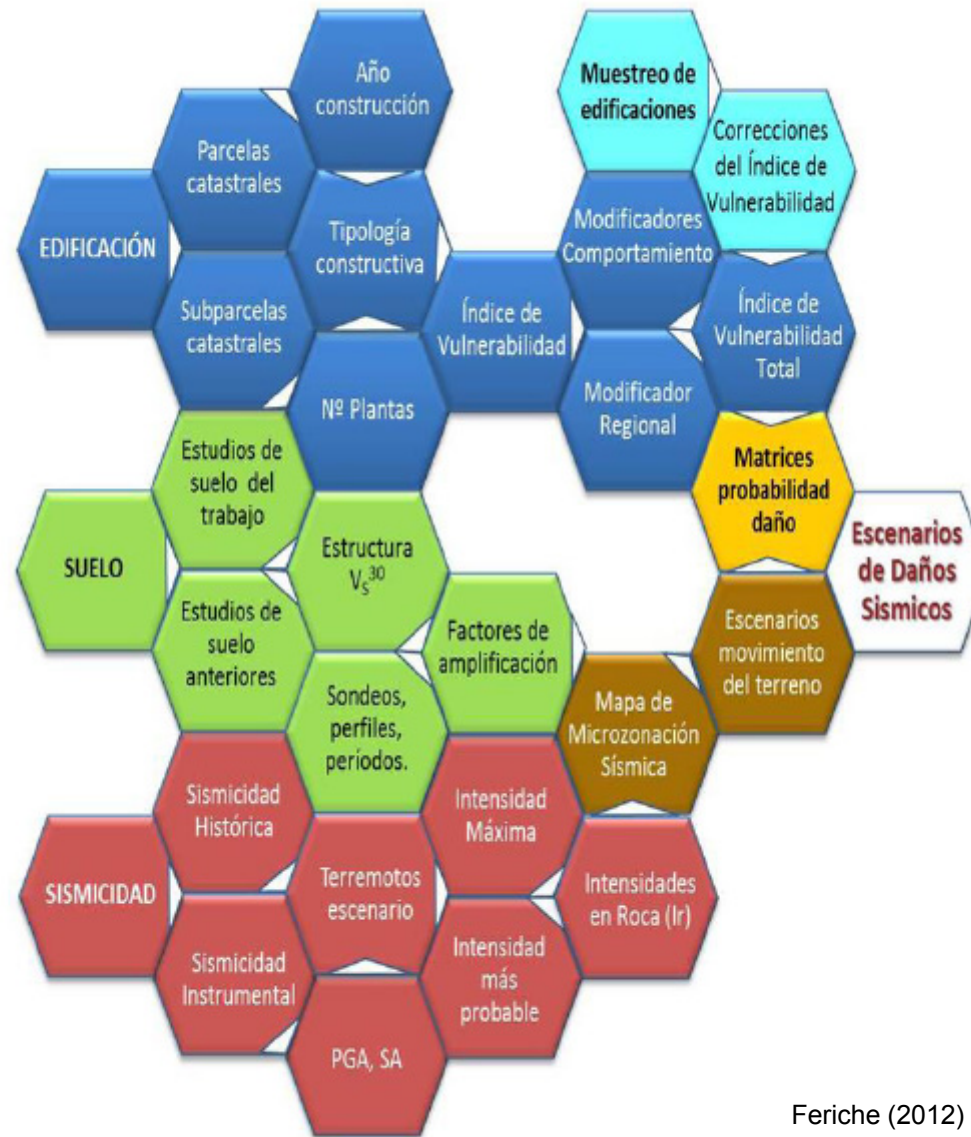


Figura 6.2: Gráfico del proceso de elaboración del SIG de trabajo para obtener el daño medio o más probable (D_m y μ_o).

Estrategias de vigilancia y mitigación

Un terremoto **NO ES UN FENOMENO PREDECIBLE**: no existe ningún método fiable para su predicción.

La única estrategia es la **PREVISIÓN y la PREVENCIÓN**:

- conocer la distribución y la importancia de los sismos (peligrosidad sísmica)
 - infraestructuras: redes sísmicas; alertas rápidas, difusión de información
- Evaluación del riesgo y estimación de daños potenciales
- Mitigación de sus efectos con una buena construcción de los edificios y de las infraestructuras (normas de construcción sísmoresistente, planificación del territorio) (previsión)
- establecer Planes de Emergencia sísmica, medidas educativas etc,(prevención).

En la reducción de riesgos naturales está involucrada toda la sociedad: desde el sector científico técnico, las Administraciones públicas hasta la propia ciudadanía

Estratègies de vigilància i mitigació

Xarxes sísmiques

- International Seismological Center (**ISC**, Newbury, Gran Bretanya)
- National Earthquake Information Center (**NEIC**, USGS)
- Centre Sismologique Euro-Mediterranéen (**CSEM**, París)

A Espanya:

Red Sísmica Nacional (**IGN**, Madrid)

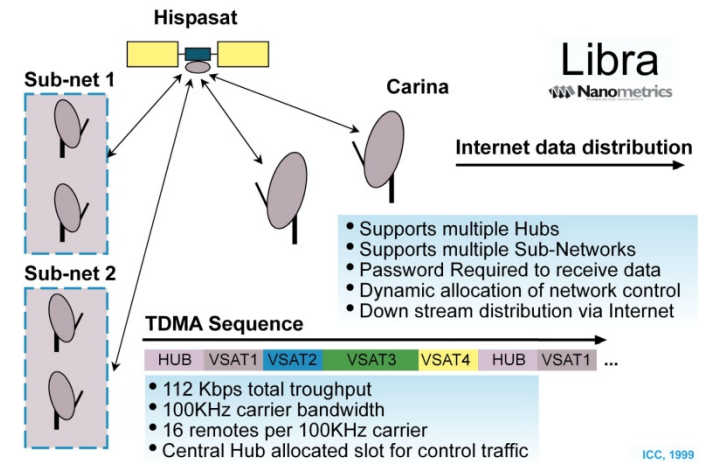
Red Sísmica de Andalucía (**IAGPDS**, Granada)

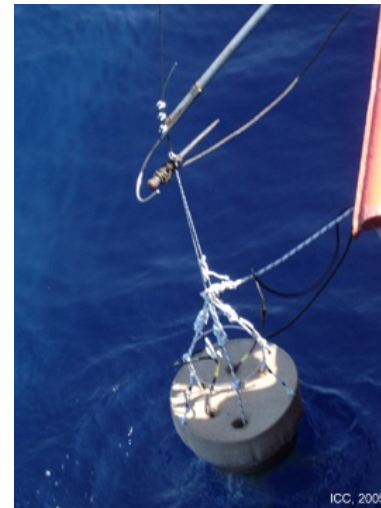
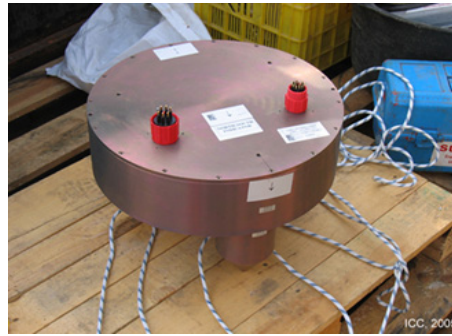
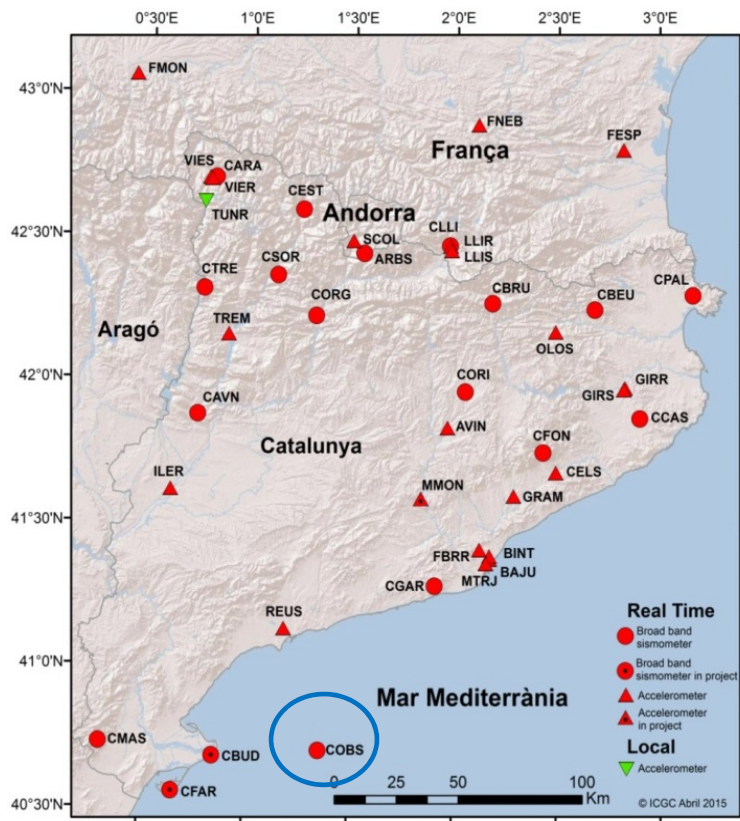
Xarxa Sísmica de Catalunya (**IGC**, Barcelona)

Xarxa Sísmica de Catalunya:

- Període instrumental a Catalunya: principis segle XX, Observatori de l'Ebre (1904) i Observatori Fabra (1906).
- 1977 millora coneixement de la sismicitat (LDG,CEA).
- Anys 80 instal·lació de la Xarxa Sísmica de Catalunya, Butlletins sismològics des de l'any 1984.
- 1986 densificació de la xarxa, localitzacions més precises, (sensors de component vertical, període propi 1s, petit rang dinàmic, no registre continu, no sistema d'alerta).
- 1999 inici de la renovació de la Xarxa Sísmica de Catalunya, (sensors de tres components, banda ampla, gran rang dinàmic, transmissió de dades via satèl·lit en continu i sistema d'alerta en temps real).

Xarxa Sísmica i acceleromètrica de Catalunya:

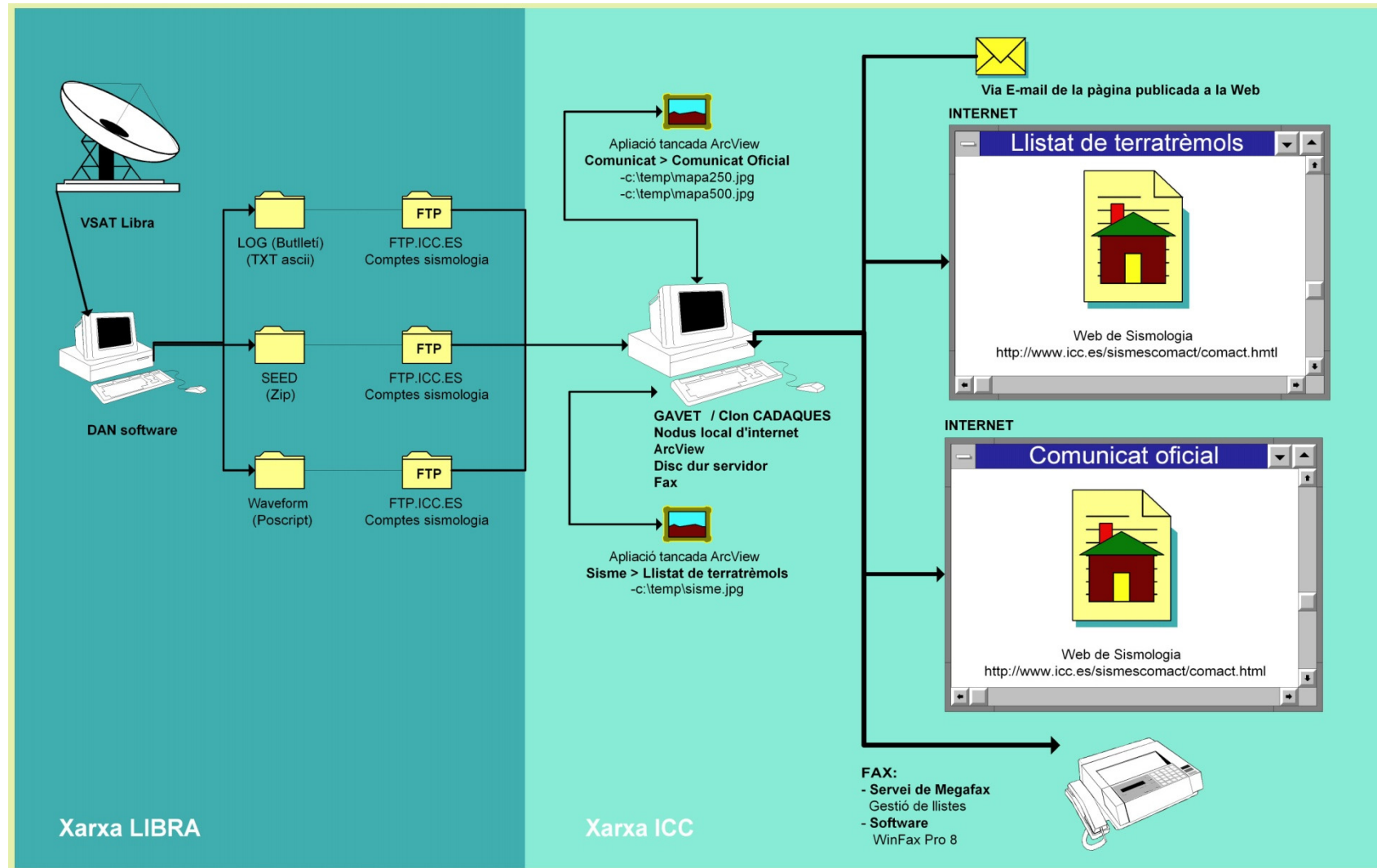





Difusión de la información:


- Boletines anuales, con información detallada de las localizaciones hipocentrales.
- Informes y publicaciones técnicas.
- Por Internet, diariamente
- Difusión en tiempo real del registro sísmico.
- Sistema de alerta en tiempo real.
- Notas informativas, en caso de terremoto percibido por la población: comunicado oficial via fax e Internet.
- Evaluaciones rápidas de daños.

Difusió de la informació:



WebEvents (auto)






Català Castellà Anglès

WebEvents
WebInfra
WebContinu
SisMonitor

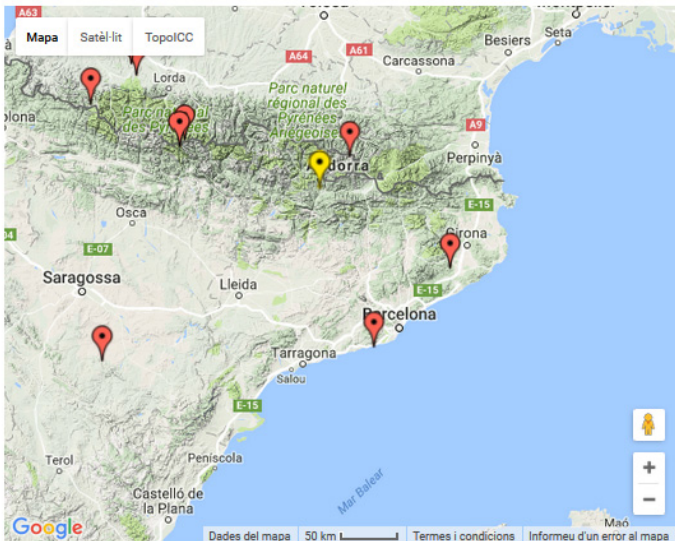
- Inici
- Llistat
 - Locals
 - Regionals
 - Telesismes
- Cerca
 - Bàsica
 - Avançada
 - Per Codi

WebEvents



WebEvents

 **Mapa dels darrers 10 esdeveniments:**







Mostrar els següents camps al mapa: Estacions actuals de la Xarxa



Llegenda:

-  Últim Esdeveniment
-  Esdeveniment

Llistat dels darrers 10 esdeveniments:

Publ.	Codi	Font	Data	Hora (TU)	Lat (°)	Lon (°)	Prof (km)	Magnitud	Regió	Àrea	Tipus	Details
	58661	-	11/12/2016	06:36:30.40	42.375 N	1.407 E	0	MI 1.9	Alt Urgell	L	ke	Detall WF Map Exp
	58656	-	10/12/2016	20:03:25.00	43.173 N	0.355 W	0	MI 2.6	Pyrénées-Atlantiques	R	ke	Detall WF Map Exp
	58651	-	09/12/2016	13:07:27.00	43.250 N	0.396 W	0	MI 2.1	Pyrénées-Atlantiques	R	ke	Detall WF Map Exp
	58637	-	08/12/2016	12:00:17.60	42.600 N	1.698 E	0	MI 1.4	Andorra	L	ke	Detall WF Map Exp
	58631	-	08/12/2016	09:07:41.00	42.723 N	0.107 E	0	MI 2.1	Hautes-Pyrénées	L	ke	Detall WF Map Exp
	58626	-	07/12/2016	12:53:16.40	41.238 N	1.933 E	0	MI 1.0	Costa Garraf	L	ke	Detall WF Map Exp

Sistema d'alerta per sms i e-mail

ICGC InfoSIS PERCEBUT LLEUGER
PRE-ALERTA

TO:18/11/2015_11:10:00.60 (TU)

Mag:3.1 StDevMag:0.29 N.Mags:38

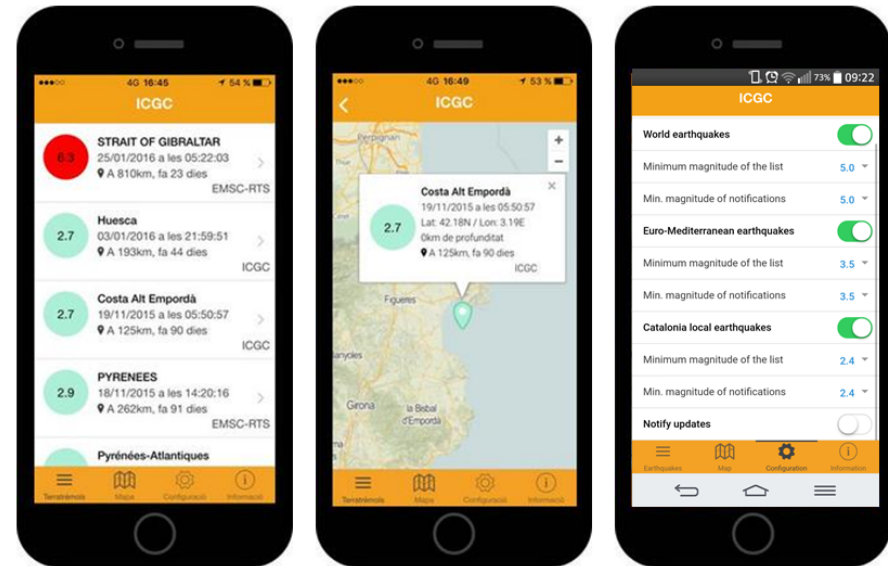
Lat:42.330 Long:1.958 Prof:3 ZEpi:Cerdanya le:3.0

rms:0.30 N.Fases:22 MinDist:17 1Est:CLLI

MaxGapAz:67 IBcn:NP

Mapa: <http://www.igc.cat/a>

App



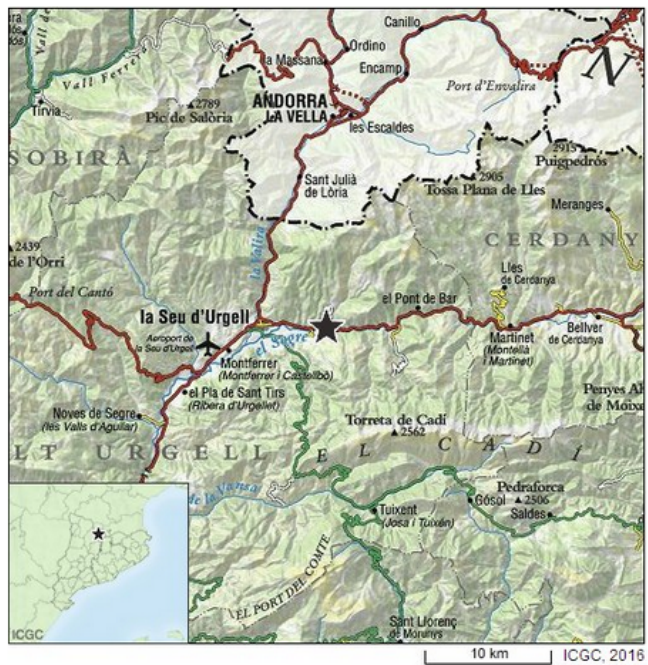


Barcelona 05/10/2016 20:55:05
Informació del terratrèmol del dia 05/10/2016

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

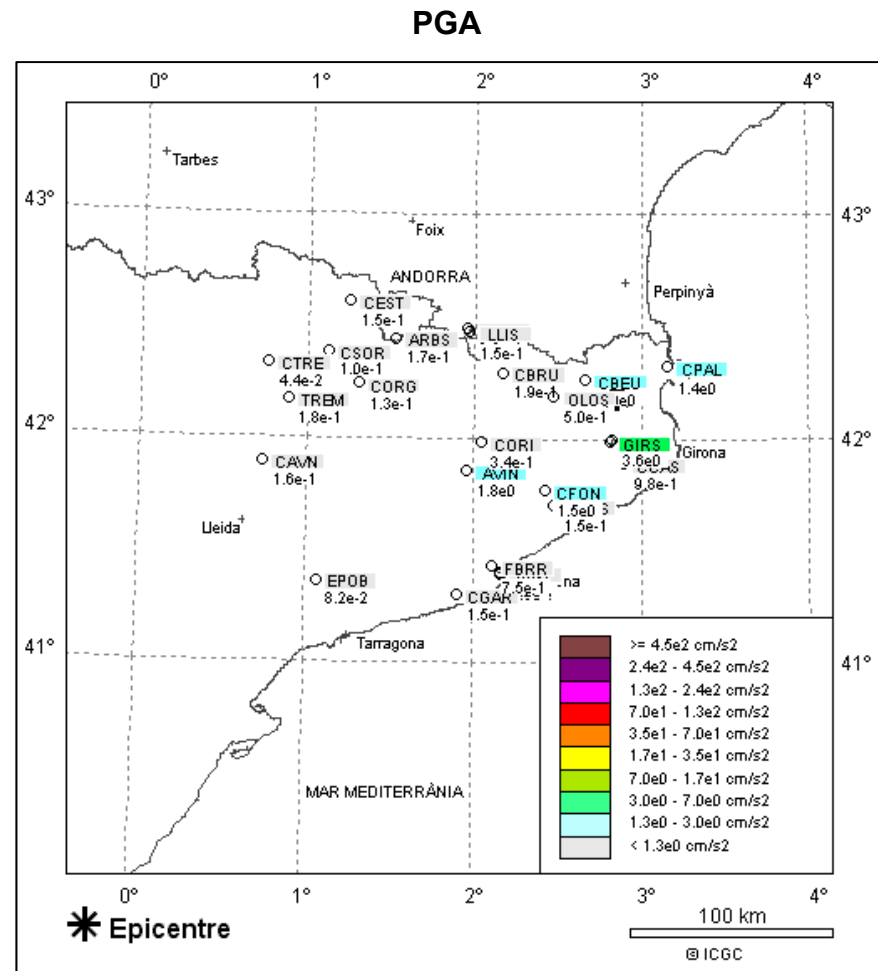
Hora origen (Temps oficial): 19:15:14	Magnitud (M_L): 2.1
Latitud: 42.36° N Longitud: 1.52° E	Profunditat:
Zona epicentral: Alt Urgell	
Comentaris: Percebut lleuger a la Seu d'Urgell	
(*) Repercussió del sisme en funció de la magnitud: $M_L=3-4$ Percebut a prop de l'epicentre. Sense danys. $M_L=4-5$ Percebut a gran part del territori. Possibles danys lleugers. $M_L=5-6$ Percebut a tot el territori. Danys probables.	

[Heu percebut el terratrèmol?](#)

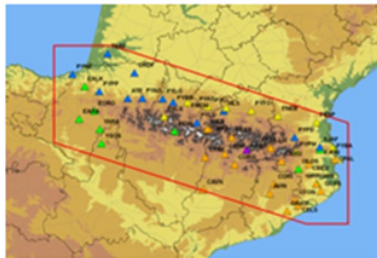


Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya · Parc de Montjuïc E-08038 Barcelona
 Tel. 34-93-5671500 · Fax 34-93-4260574 · www.icgc.cat

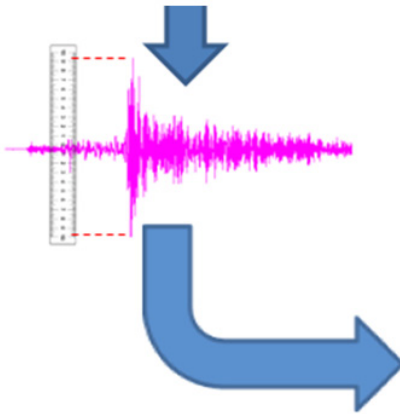
<http://www.icgc.cat/terratremols>



SHAKEMAPS



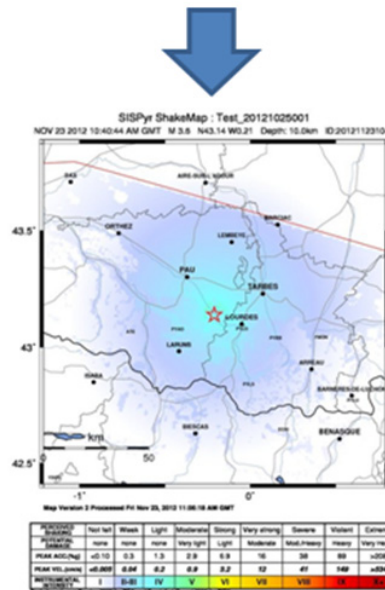
Red Sísmica



Datos macrosísmicos



- Relaciones empíricas de atenuación
- Mapa de aplicación del suelo
- Características de las Estaciones sísmicas
- Etc...



Localización
&
Magnitud

Terratrèmols locals al web ICGC

Generalitat de Catalunya
gencat.cat

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Inici | Ciutadà | Administració i empresa | Innovació | L'ICGC

Inici > Administració i empresa > Serveis > Informació sísmica > Terratrèmols enregistrats > Llista de terratrèmols locals

Twitter Facebook Email YouTube

Llista de terratrèmols locals

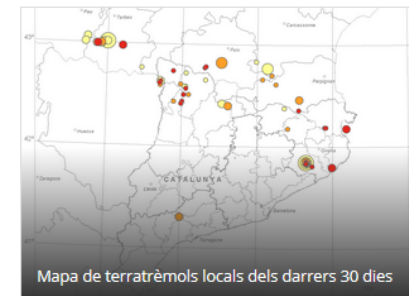
Sismes localitzats per l'ICGC a Catalunya i àrees veïnes (40° 10' N - 43° 20' N / 0° 20' W - 4° E)

Terratrèmols locals

Selecció any: 2016 mes: 12 >>

Taula de terratrèmols locals: 12/2016 (total: 18)

CODI	DATA	HORA (TU)	LAT (°)	LOI (°)	PROF (km)	MI	REGIÓ	FONT	MAPA	WF	F	C
I1612566	01/12/2016	00:10:39.70	41.66 N	2.46 E	6	0.6	Vallès Oriental	ICGC	M	WF	F	
I1612571	01/12/2016	15:57:24.90	41.50 N	2.84 E	6	0.4	Costa Maresme	ICGC	M	WF	F	
I1612572	01/12/2016	20:20:02.90	42.20 N	2.16 E	12	0.2	Ripollès	ICGC	M	WF	F	
I1612601	03/12/2016	00:23:11.90	42.67 N	1.19 E	13	0.2	Pallars Sobirà	ICGC	M	WF	F	
I1612596	04/12/2016	15:12:16.60	41.85 N	2.66 E	8	0.8	Selva	ICGC	M	WF	F	
I1612603	04/12/2016	15:17:15.10	41.83 N	2.66 E	12	0.7	Selva	ICGC	M	WF	F	
I1612604	04/12/2016	15:26:21.60	41.93 N	2.61 E	5	0.6	Selva	ICGC	M	WF	F	
I1612611	05/12/2016	01:23:34.70	41.92 N	2.69 E	9	0.6	Selva	ICGC	M	WF	F	
I1612612	05/12/2016	01:25:15.40	41.78 N	2.75 E	12	0.8	Selva	ICGC	M	WF	F	
I1612613	05/12/2016	02:09:33.60	41.85 N	2.71 E	9	0.7	Selva	ICGC	M	WF	F	



Heu percebut un terratrèmol?

Shakemap

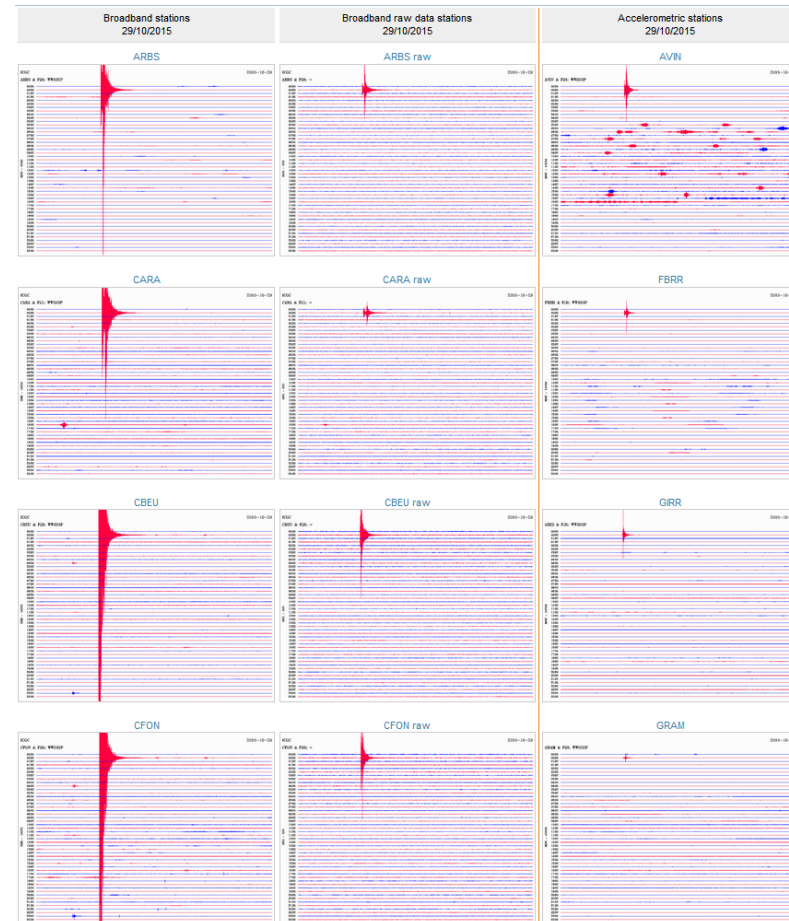
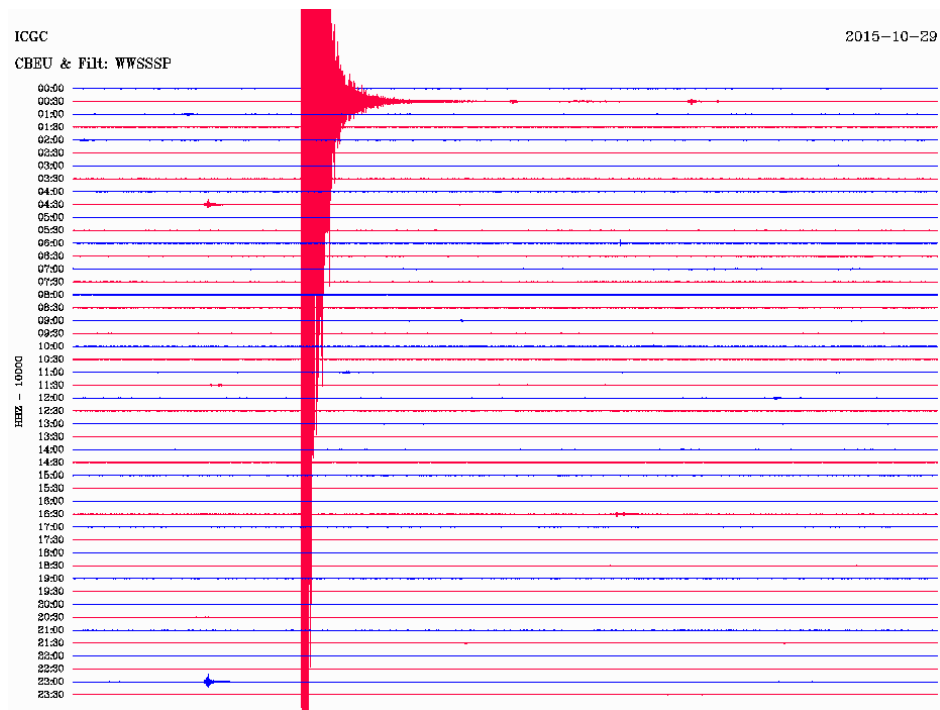
Mapa del moviment del sòl dels terratrèmols del Pirineu

Regions epicentrals

Regions epicentrals utilitzades per l'ICGC per a la localització dels terratrèmols locals



Sismogramas en directo



Datos acelerométricos en la web

Generalitat de Catalunya
gencat.cat

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Home Citizens Public Administration and Enterprises Innovation The ICGC

Inici > Public Administration and Enterprises > Services > Earthquakes > Terratrèmols enregistrats > Accelerometric data

Accelerometric data

Accelerometric recording since 1996

The obtained records correspond to moderate earthquakes, mainly non felt by population. In the case that the earthquake was felt the intensity information is included.

Period: February 1996 - September 2016 • Earthquakes recorded: 267 • Records: 1370 • Graphs: 3468

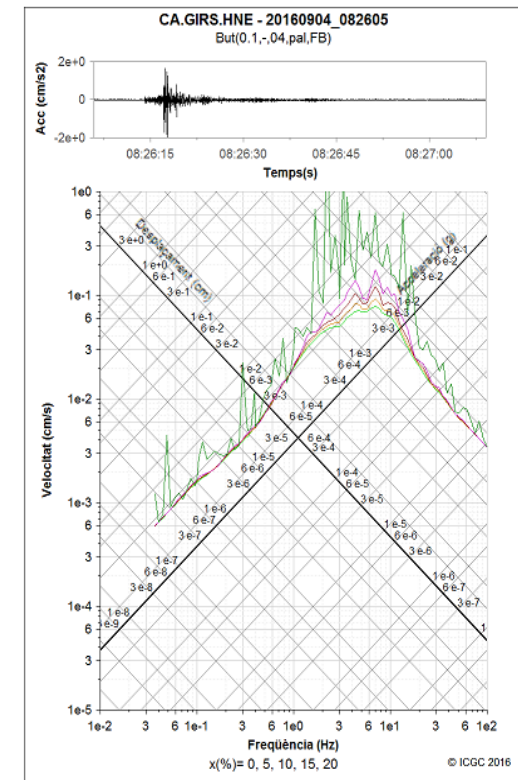
Earthquakes recorded by the accelerometric network									
Date	Time (TU)	Mag	Epicentral region	Station	Acceleration (cm/s ²)			Epic. dist. (km)	Intensity
					E-W	N-S	V		
04/09/2016	08:26	3.6 (ICGC)	Selva	Celoni 1	0,456	0,941	0,743	21	No
				Girona Generalitat	2,004	1,776	1,317	21	
				Granollers	0,218	0,159	0,207	40	
				Olot	0,844	0,500	0,462	41	
				Avinyó	1,421	1,197	0,543	57	
				Estadística	0,443	0,295	0,269	64	
				Fabra	0,402	0,479	0,396	64	
				Tetuan	0,23	0,168	0,189	64	
				Montserrat	0,116	0,116	0,106	73	
				Llivia 2	0,074	0,058	0,068	89	
				Llivia 1	0,055	0,088	0,081	91	
				Tremp	0,196	0,129	-	150	
				Lleida	0,114	0,066	0,054	170	
				Vielha 2	0,067	0,062	0,059	182	

Accelerometric recording

Earthquake of day 04/9/16 08:26
M=3.6 (ICGC) Epicentral region: Selva

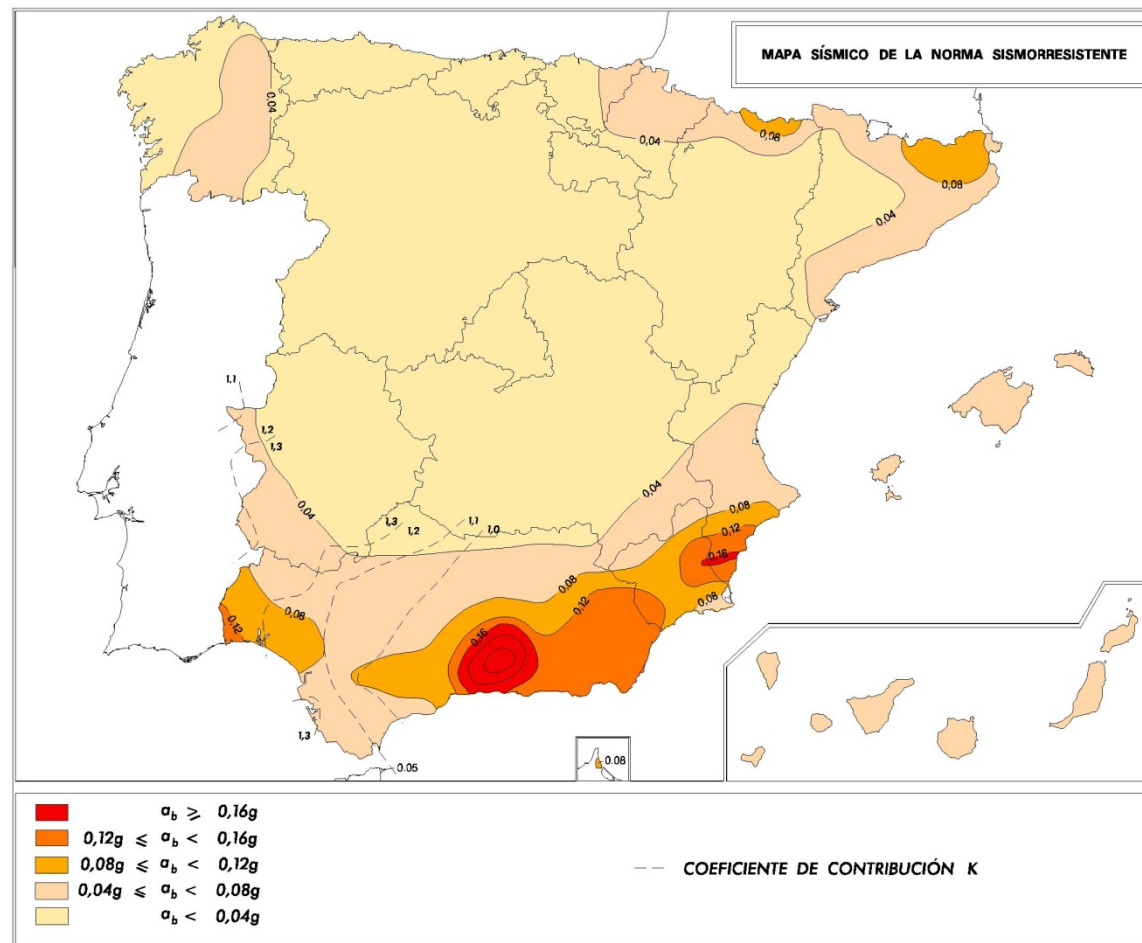
Registry of accelerometer Girona Generalitat, distance to epicenter: 21 km
Maximum acceleration: E-W : 2,004 cm/s² N-S : 1,776 cm/s² V : 1,317 cm/s²

Recording of the temporary series of the components of acceleration
Response spectra in pseudovelocity of the components in function of the frequency with a damping of 0%, 5%, 10%, 15% and 20%



Estrategias de vigilancia y mitigación

Normas de construcción Sismoresistente: Primeras Normas: años 70. Nuevas construcciones en el estado Español: “Norma de Construcción Sismoresistente Española (NCSE02)”.



NCSE-02

Esta Norma establece un espectro normalizado de respuesta elástica en la superficie libre del terreno (Figura 2.2), para aceleraciones horizontales, correspondiente a un oscilador lineal simple con un amortiguamiento de referencia del 5% respecto al crítico, definido por los siguientes valores:

$$\begin{array}{ll} \text{Si } T < T_A & \alpha(T) = 1 + 1,5 \cdot T/T_A \\ \text{Si } T_A \leq T \leq T_B & \alpha(T) = 2,5 \\ \text{Si } T > T_B & \alpha(T) = K \cdot C/T \end{array}$$

siendo:

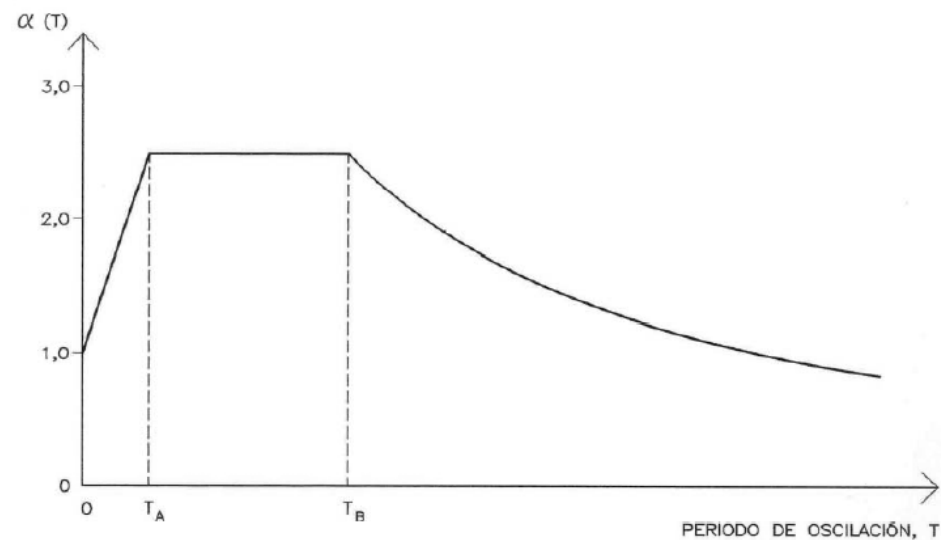
$\alpha(T)$: Valor del espectro normalizado de respuesta elástica.

T : Período propio del oscilador en segundos.

K : Coeficiente de contribución, referido en 2.1.

C : Coeficiente del terreno, que tiene en cuenta las características geotécnicas del terreno de cimentación y se detalla en el apartado 2.4.

T_A, T_B : Períodos característicos del espectro de respuesta, de valores:



$$T_A = K \cdot C/10$$

$$T_B = K \cdot C/2,5$$

Tipus de terreny	Coefficient de terreny (C)	Roca	Sòl granular	Sòl cohesiu	Vs (m/s)
I	1,0	Compacta	Compacitat molt densa	Sòl cimentat	>750
II	1,3	Fracturada	Compacitat densa	Consistència dura	400-750
III	1,6	-	Compacitat mitjana	Consistència rígida a molt rígida	200-400
IV	2,0	-	Compacitat solta a molt solta	Consistència tova a molt tova	<200

Classificació del tipus de terreny sísmic segons NCSE-02

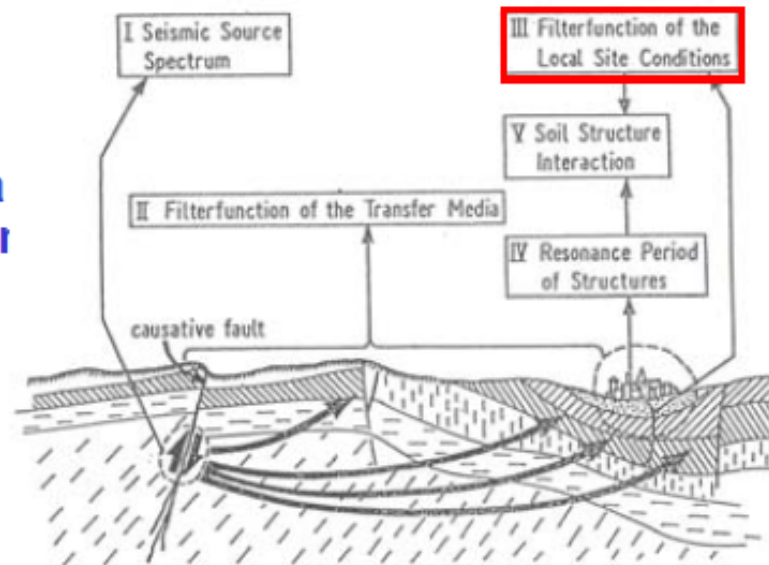
Tipus de terreny	Coefficient de terreny (C)	Sòl granular		Sòl cohesiu	
		SPT (N ₃₀)	Angle fregament intern (°)	SPT (N ₃₀)	Resistència comp. simple (kg/cm ²)
I	1,0	>50	>41	-	-
II	1,3	31-50	36-41	>30	>4
III	1,6	11-30	30-36	8-30	1-4
IV	2,0	≤10	<30	<8	<1

Correlacions habituals entre tipus de terreny sísmic i paràmetres geotècnics

Altres classificacions del terreny:
Eurocode: EC-8. NEHRP(1997)

Amplificación del movimiento del suelo – Condiciones locales del sitio

- El cálculo de la amplificación debida a condiciones locales esta basada en la clasificación de sitios y factores de amplificación propuesto en 1997 por *NEHRP*
- El *NEHRP* define un esquema estandarizado para la clasificación de la geología local y especifica factores de amplificación para la mayoría de las clases de sitios.



Site Classes (from the 1997 NEHRP Provisions)

National Earthquake Hazards Reduction Program

Shear Wave Velocity=
Shear waves travel through different types of soils at different velocities (speeds). Shear wave travel more quickly through rock and hard soils and more slowly through soft soils. The shear wave velocity can then be used as a measure of the type of soil.

Site Class	Site Class Description	Shear Wave Velocity (m/sec)	
		Minimum	Maximum
A	HARD ROCK Eastern United States sites only	1500	
B	ROCK	760	1500
C	VERY DENSE SOIL AND SOFT ROCK Undrained shear strength $u_s \geq 2000$ psf ($u_s \geq 100$ kPa) or $N > 50$ blows/ft	360	760
D	STIFF SOILS Stiff soil with undrained shear strength 1000 psf $\leq u_s < 2000$ psf (50 kPa $\leq u_s < 100$ kPa) or $15 \leq N < 50$ blows/ft	180	360
E	SOFT SOILS Profile with more than 10 ft (3 m) of soft clay defined as soil with plasticity index $PI > 20$, moisture content $w > 40\%$ and undrained shear strength $u_s < 1000$ psf (50 kPa) ($N < 15$ blows/ft)		180
F	SOILS REQUIRING SITE SPECIFIC EVALUATIONS <ol style="list-style-type: none"> Soils vulnerable to potential failure or collapse under seismic loading: e.g. liquefiable soils, quick and highly sensitive clays, collapsible weakly cemented soils Peats and/or highly organic clays (10 ft (3 m) or thicker layer) Very high plasticity clays: (25 ft (8 m) or thicker layer with plasticity index > 75) Very thick soft/medium stiff clays: (120 ft (36 m) or thicker layer) 		

UNESCO RAPCA



Condiciones de la clasificación de suelos del Eurocódigo EC8 (CEN, 2003).

Clase de suelo	Descripción del perfil estratigráfico	V_{s30} (m/s)
A	Roca o una otra formación con menos de 5 m de material meteorizado en superficie.	> 800
B	Depósitos de arena densa, grava o arcilla muy dura de varios metros de potencia caracterizada por un incremento de sus propiedades mecánicas en profundidad.	360 – 800
C	Depósitos profundos de arena densa a medio densa, grava o arcilla dura con potencias de varias decenas a centenares de metros.	180 – 360
D	Depósitos de suelos sueltos o medio cohesivos (con o sin niveles cohesivos blandos),	< 180
E	Perfil de suelo que consiste en un nivel aluvial en superficie con valores V_s de clase C ó D y potencia variable entre 5 y 20 metros situados sobre un material más duro de $V_s > 800$ m/s.	-

Planes de emergencia Sísmica:

- Normativa Estado Español:
- *“Directriz básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico”*
- Aplicación de la Directriz a Catalunya:
- *Plan SISMICAT*: Informe favorable CPCC 27/9/2001,
Homologación 5/6/2002,
Aprobación 13/5/2003.

- Pla Sismicat (Plan de emergencias Sísmicas de Catalunya (DGEiSC, 2003).
 - Estimación del movimiento sísmico en cada municipio. Mapa de zonas sísmicas para un determinado tipo de suelo.
 - Vulnerabilidad sísmica de las construcciones de Catalunya.
 - Elaboración de escenarios de riesgo sísmico para cada municipio de Catalunya e identificación de las zonas de riesgo más alto.
 - Estimación de daños probables en los boletines de emergencia para Protección Civil a nivell municipal.
 - Notificar alertas sísmicas en tiempo real.
 - Estimación de los daños probables.

Què fer en cas de terratrèmol:

Abans del terratrèmol:

- El coneixement del fenomen pot ajudar a afrontar aquest tipus de situació amb més calma.
- Tenir preparat: farmaciola de primers auxilis, llanternes, ràdio de piles, piles, etc. algunes provisions en lloc conegut per tothom. Cal saber com desconnectar la llum, el gas i l'aigua.
- Apuntar els telèfons d'emergència: Protecció civil, Policia, Creu Roja... Pensar en un pla d'actuació en cas d'emergència que asseguri l'agrupament de la família en un lloc segur.
- No posar objectes pesats damunt dels mobles alts. Fixar bé a les parets mobles com armaris, prestatges, etc. Fixar tots els objectes que poden provocar danys al caure, com llums de sostre, miralls, quadres, etc.
- Revisar l'estructura de l'habitatge i sobre tot assegurar les xemeneies, revestiments, balcons, etc. Que els elements estructurals tinguin una bona fixació. En cas de dubte convé consultar un tècnic en construcció.

Durant el terratrèmol:

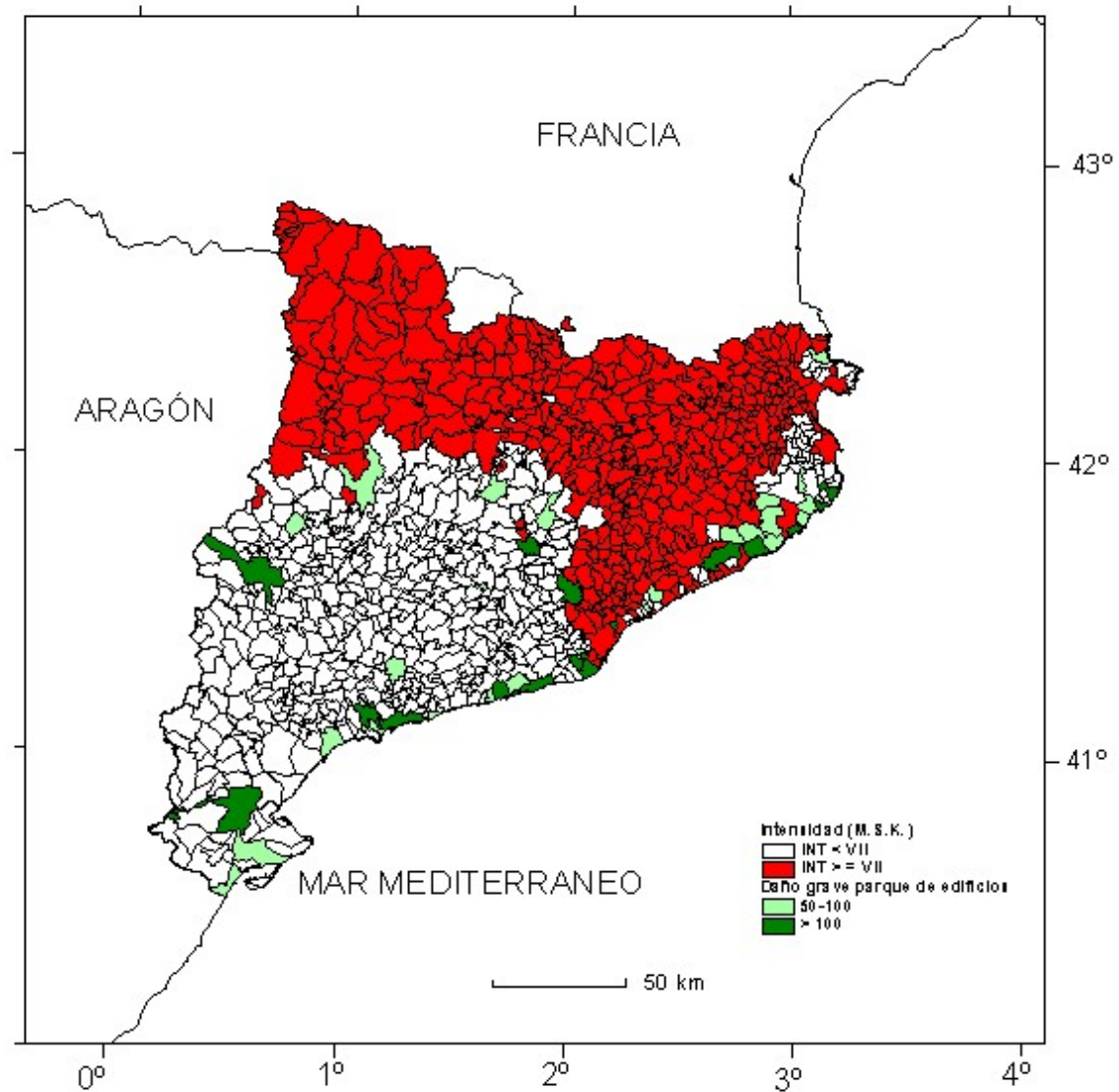
- Un terratrèmol pot durar des d'uns segons fins a poc més d'un minut. El més important és mantenir la calma i no deixar-se dominar per la por.
- Si el terratrèmol no és fort, tranquil·litzeu-vos, perquè acabarà ràpidament.
- Dins d'un edifici busqueu estructures fortes: sota una taula o llit, sota el llindar d'una porta, al costat d'un pilar, paret mestra o en un racó, protegiu-vos el cap.
- No utilitzeu l'ascensor i mai no correu cap a la sortida precipitadament.
- Apagueu el foc. No utilitzeu cap tipus de flama (llumins, encenedors, espelmes, etc.)
- Fora de l'edifici, allunyeu-vos dels cables elèctrics, cornises, vidres, etc.
- Si esteu al cotxe, pareu-lo on pugueu i quedeu-vos dintre.

Després del terratrèmol:

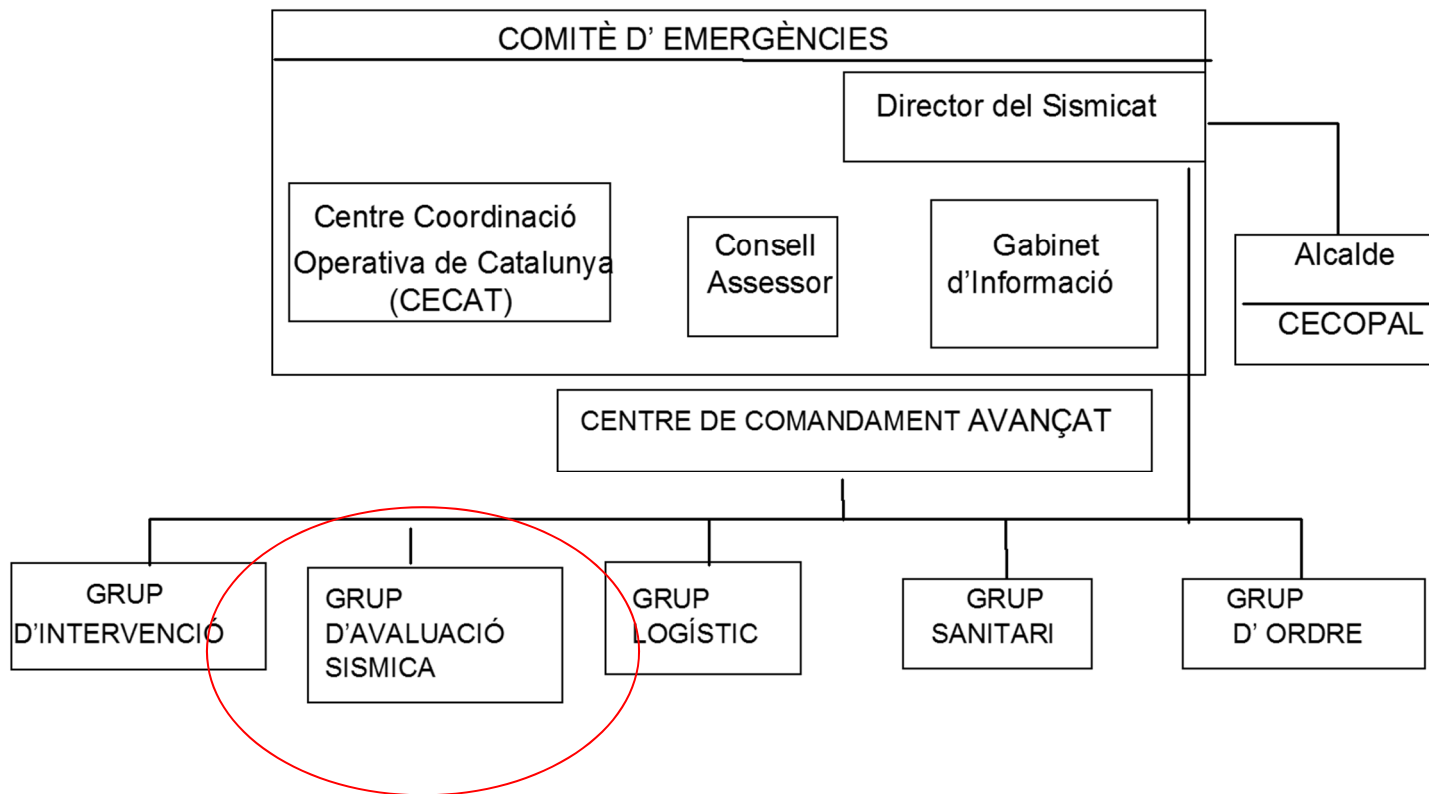
- Eviteu qualsevol situació de pànic.
- Comproveu si algú està ferit.
- Comproveu l'estat de les canonades de gas, aigua i electricitat, feu-ho visualment i per l'olor, no poseu mai en funcionament els aparells elèctrics.
- No utilitzeu el telèfon, només en cas d'emergència. Connecteu la ràdio; això us permetrà rebre informació o instruccions de les autoritats.
- Després d'una sacsejada molt violenta sortiu ordenadament de l'edifici, especialment si hi ha danys.
- Compte amb les rèpliques.
- L'aigua de la xarxa pot estar contaminada.
- Col·laboreu amb els organismes de Protecció Civil.

ESCENARIOS DE DAÑOS SÍSMICOS

• Los resultados de los escenarios de daños se incorporan en el Plan de Emergencia Sísmica de Cataluña (SISMICAT), para determinar que municipios tienen que realizar el plan de emergencia municipal frente a terremotos. El Plan ha sido homologado por la Comisión Nacional de Protección Civil en el mes de junio de 2002.



Estructura i organització del Pla Sísmic:



Nivells d'activació del Pla Sísmicat:

FASE	Intensitat			Altres criteris
	Zona densament poblada (A)	Zona medianament poblada (B)	Zona escassament poblada (C)	
ALERTA	De IV a IV-V	De IV-V a V-VI	V a VI-VII	Ferits lleus 1-10 persones sense casa
EMERGÈNCIA 1	De V a VI-VII	De VI a VII	De VII a VII-VIII	1-10 persones mortes 10-100 persones sense casa Pànic Fallen serveis bàsics (nivell local) Possibilitat d'efecte dominó.
EMERGÈNCIA 2	≥VII	≥VII-VIII	≥VIII	>10 persones mortes >100 persones sense casa Fallen serveis bàsics (escala comarcal) Efecte dominó amb activació altres plans especials.

