

Sismicità indotta in Italia: prospettiva storica e problemi di comunicazione

Marco Mucciarelli

Sismicità indotta da attività antropiche:
all'estero è notizia comune per la stampa...

EARTH

THE SCIENCE
BEHIND THE HEADLINES



[Home](#) [Subscribe](#) [Digital Edition](#) [Follow Us!](#) [In Print](#) [Archive](#) [Classifieds](#) [Advertise](#) [Contact Us](#) [Search](#) [AGI](#)

Natural gas production linked to earthquakes in Texas

A saltwater disposal well, a part of the natural gas production process, may have been responsible for triggering a series of minor earthquakes in the Dallas-Fort Worth area of Texas in 2008, according to a recent study.

From Oct. 31 to Nov. 1, 2008, several minor earthquakes rattled the walls and shook the furniture of numerous residences in the Dallas-Fort Worth area. The earthquakes, with magnitudes between 2.5 and 3.0, prompted questions among the residents about whether drilling for natural gas in the nearby Barnett Shale was responsible for the shaking. A second series of earthquakes, with the largest a magnitude 3.3, occurred on May 16, 2009; a third occurred on June 2, 2009.

Natural gas production involves multiple steps, including drilling a natural gas well, pumping pressurized fluids into the well to crack open the rock (hydraulic fracturing), and then extracting the natural gas and used fluids. Once the gas and fluids are extracted, the fluids are reinjected back into the ground via a different well, called a saltwater disposal well, located some distance away from the production wells.



A series of small earthquakes that shook up the Dallas-Fort Worth area may be linked to natural gas production in the nearby Barnett Shale.

©iStockphoto.com/Veni

All'ultima conferenza europea di sismologia (ESC2010) sono stati presentati 14 lavori su sismicità indotta da dighe, miniere, estrazione idrocarburi, campi magnetici e termici.

La Associazione Sismologica Internazionale (IASPEI) ha un suo gruppo di lavoro dedicato solo alla sismicità indotta (TAIS).

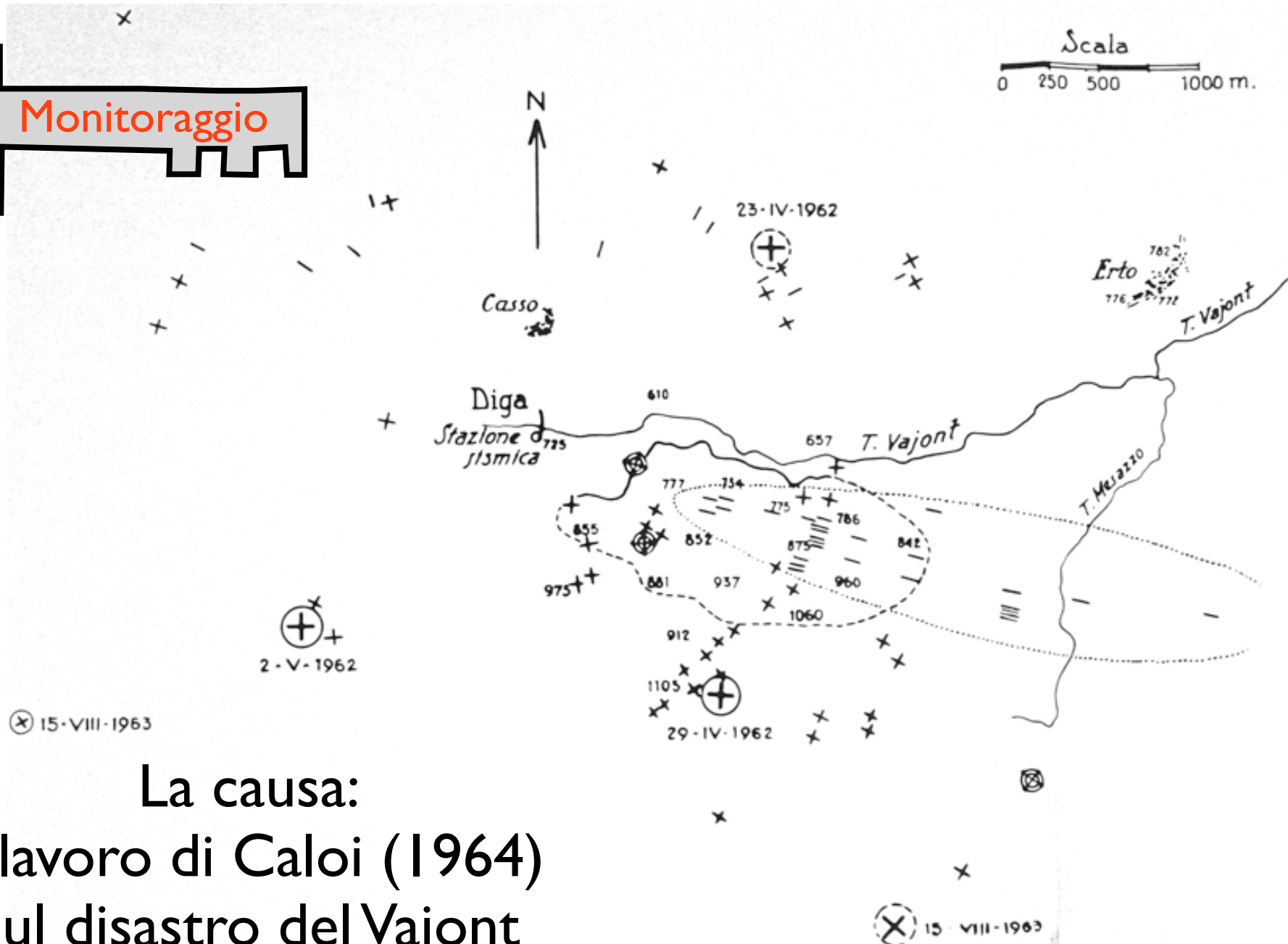
Alla conferenza EGU2012 lo scorso Aprile a Vienna sono stati presentati 90 lavori su esempi di sismicità indotta.

... in Italia nemmeno i ricercatori ne parlano: 8 articoli in 48 anni, e nessuno tra il 1964 ed il 1994.

Perchè?

1. Piccinelli, M. Mucciarelli, P. Federici, D. Albarello, 1995 The microseismic network of the Ridracoli dam, northern Italy: data and interpretations, PAGEOPH, 145, 97-108.
2. Giuseppetti G., A. Zaninetti, P. Angeloni, M. Mucciarelli, P. Federici, 1996, Fifteen years of Acoustic Emissions and Microseismic Activity monitoring at the Passante hydroelectric reservoir, Proceedings of the 1997 ICOLD conference, 1007-1024.
3. Valoroso L., L. Improta, L. Chiaraluce, R. Di Stefano, L. Ferranti, A. Govoni, C. Chiarabba (2009) Active faults and induced seismicity in the Val d'Agri area (Southern Apennines, Italy) Volume 178, Issue 1, pages 488–502.
4. Batini, F., Console, R., Luongo, G., 1985. Seismological study of Larderello-Travale geothermal area. Geothermics 14: 255-272.
5. Mucciarelli M., Gallipoli M.R., Fiaschi A., Pratesi G. (2001) Osservazioni sul danneggiamento nella zona del Monte Amiata a seguito del terremoto del 1° Aprile 2000, Atti del X Congresso Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", Potenza-Matera, Edizione su CD-Rom.
6. Mulargia F, S. Castellaro (2004) Geotermia stimolata e rischio sismico: un compromesso difficile; Atti della Conferenza Nazionale sulla Politica Energetica in Italia, Bologna 16-18 aprile 2004.
7. Bella, P. F. Biagi, M. Caputo, E. Cozzi, G. Della Monica, A. Ermini, V. Plastino, and V. Sgrigna (1998) Aquifer-induced Seismicity in the Central Apennines (Italy), Pure Appl. Geophys., 153, 179–194.

In Italia l'argomento è tabù da quando il Prof. Pietro Caloi, (geofisico principale dell'I.N.G. dal 1937 al 1972) pubblicò una serie di articoli in cui attribuiva ad attività antropiche la sismicità registrata al **Vajont** prima della frana, la sismicità avvertita dalla popolazione presso la diga di **Pieve di Cadore**, la subsidenza del **Delta del Po** per estrazione di metano, i terremoti delle aree minerarie di **Raibl/Cave del Predil** (F-VG), gli eventi sismici del maggio 1951 attorno a **Caviaga** (LO) attorno ai pozzi di metano .



La causa:
il lavoro di Caloi (1964)
sul disastro del Vajont

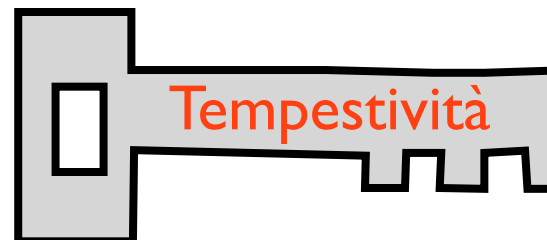
Il 15 e 16 Maggio 1951 si verificarono due scosse nel Lodigiano di intensità VI-VII e V-VI.

Scrisse Caloi:

"...la singolarità del meccanismo secondo cui le scosse si sono manifestate, il fatto che nella zona notoriamente asismica fosse in atto una cospicua estrazione di gas metano fa ritenere fortemente probabile che la rottura del campo elastico ivi verificatosi sia comunque da collegare all'enorme decompressione in atto negli strati profondi..."

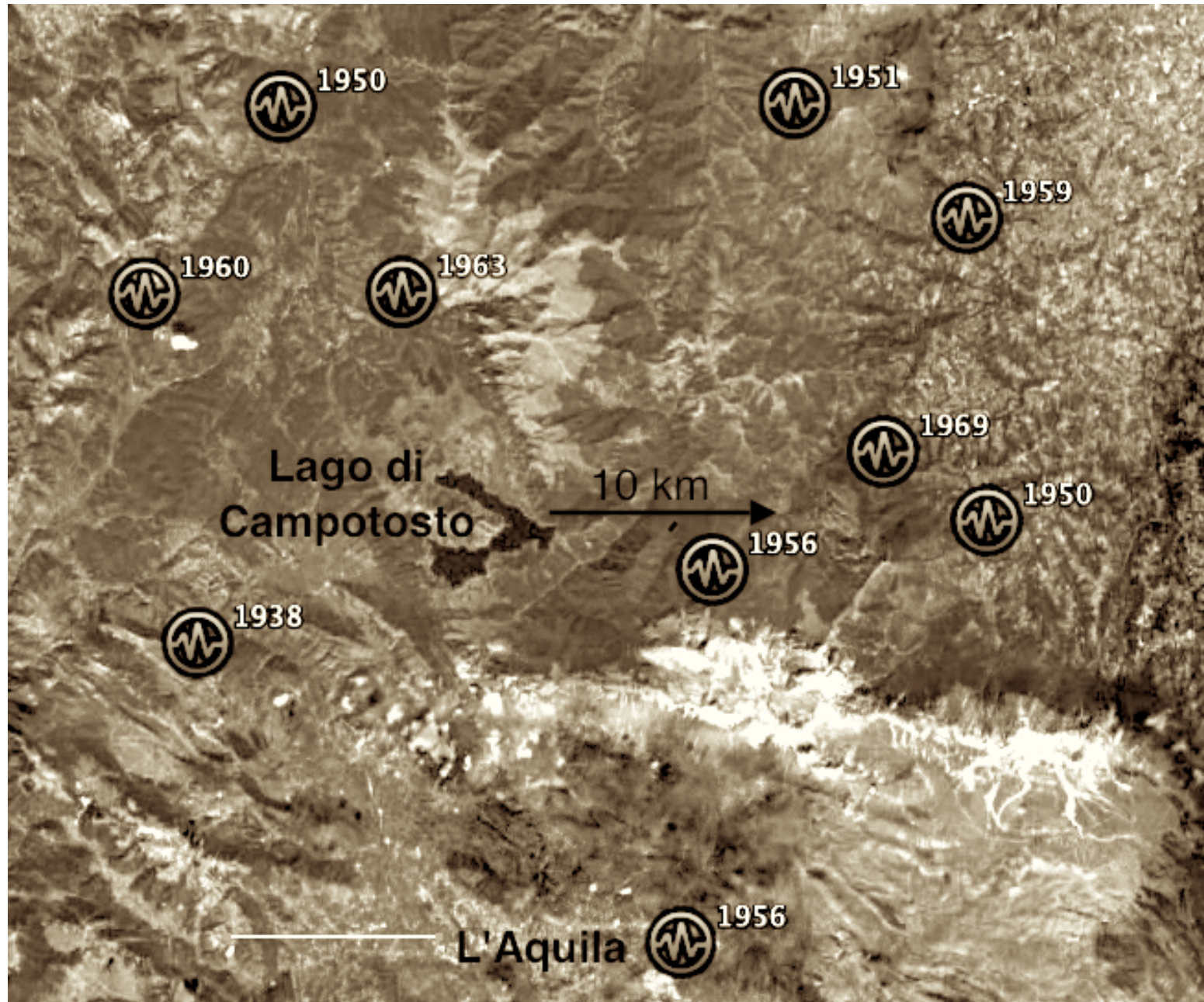
Questo ci fa ricordare che la sismicità indotta (secondo Gupta) ha due modalità di occorrenza:

- 1) ripetizioni cicliche con decremento dell'intensità
- 2) rapida divergenza verso una o più scosse di forte magnitudo



Ciclo di incontri scientifici

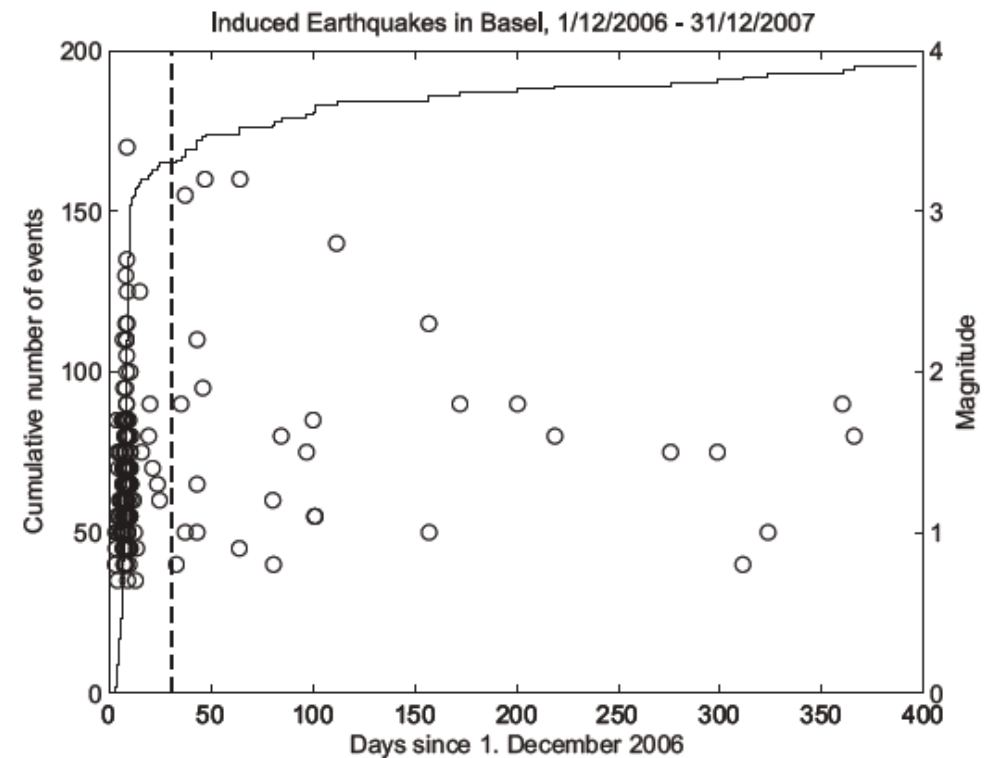
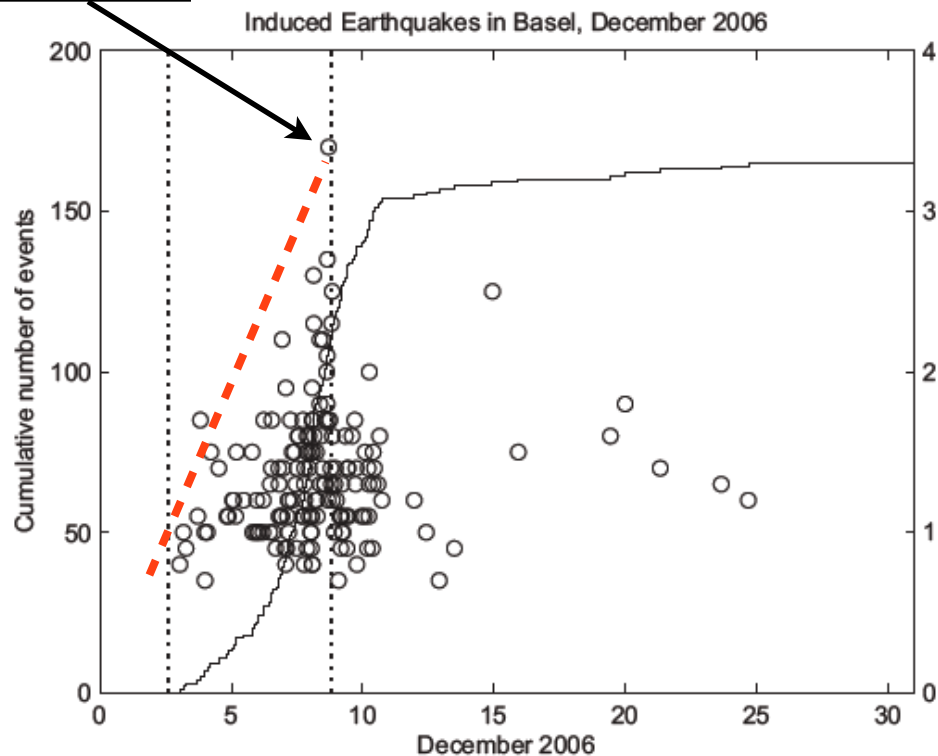
Tema: SISMICITÀ INDOTTA



Earthquakes Induced by the Stimulation of an Enhanced Geothermal System below Basel (Switzerland)

Nicholas Deichmann and Domenico Giardini
Swiss Seismological Service, Zürich

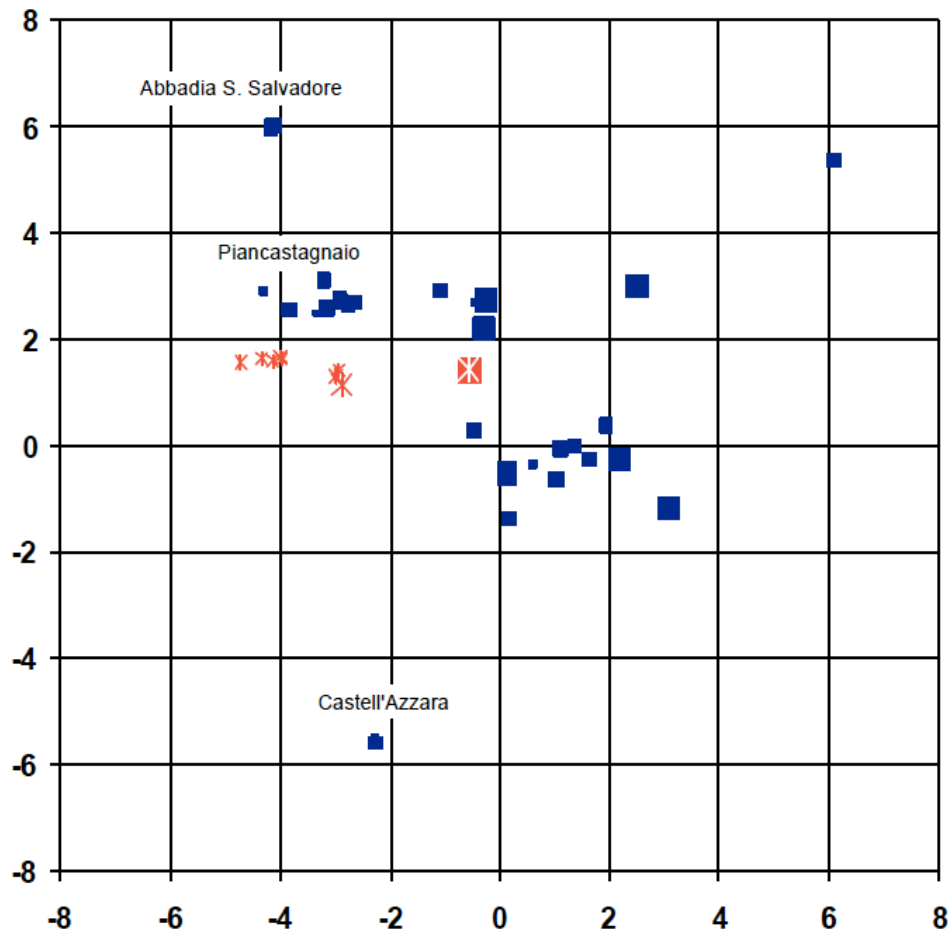
M=3.5



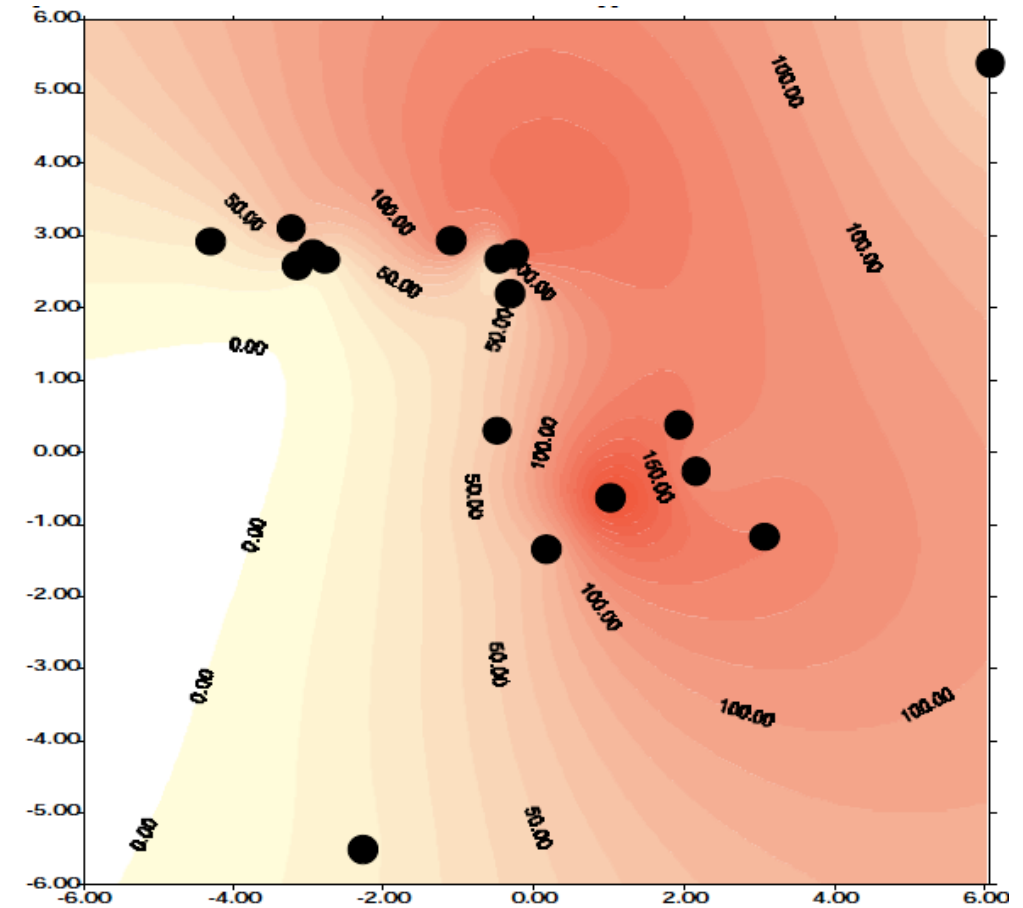
▲ **Figure 4.** Cumulative number of events (stepwise continuous curves) and local magnitudes, M_L , (circles) of the induced seismicity in Basel recorded by the Swiss Seismological Service from 1 December 2006 until 31 December 2007. The left panel shows an enlargement of the first month included in the right panel, and the dashed vertical line on the right marks December 31, 2006. The two dotted vertical lines in the left panel mark the beginning and end (bleed-off) of stimulation. Note the abrupt change in slope of the curve of the cumulative number of events (and thus in seismic activity) on 11 December 2006.

Mag. vs PGA

Osservazioni sul danneggiamento nella zona del Monte Amiata
a seguito dell'evento del 1° Aprile 2000



Danni osservati (scala EMS-98)



Accelerazioni stimate



Istituto Nazionale
di Geofisica
e Vulcanologia



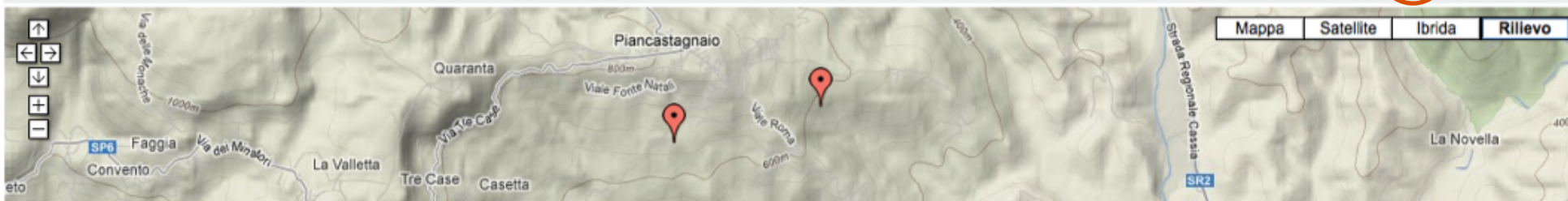
Version 1.0

Homepage Waveforms Stations **Events** Reference REXELite Glossary

Event Detail

Date	2000-04-01 18:08:03	Event name	MONTE AMIATA	Depth [km]	1.6 ± 8.0
Lat	42.83 ± 0.6km	Long	11.69 ± 0.6km		
Hypocenter reference	CS11.1	Other hypocenter			

MAGNITUDE	Type	Method	Reference	Value	Error
ML		Local-Magnitude scale from Synthetic Wood Anderson Seismograms	CS11.1	3.9	
Mw		Mw from RCMT	RCMT-INGV	4.5	



Municipality PIANCASTAGNAIO **Province** Siena

Focal Mechanism

Type	NF	Method	ref.
Strike		Dip	Rake
Fault	No	Surf. Rupt.	No

Other faults

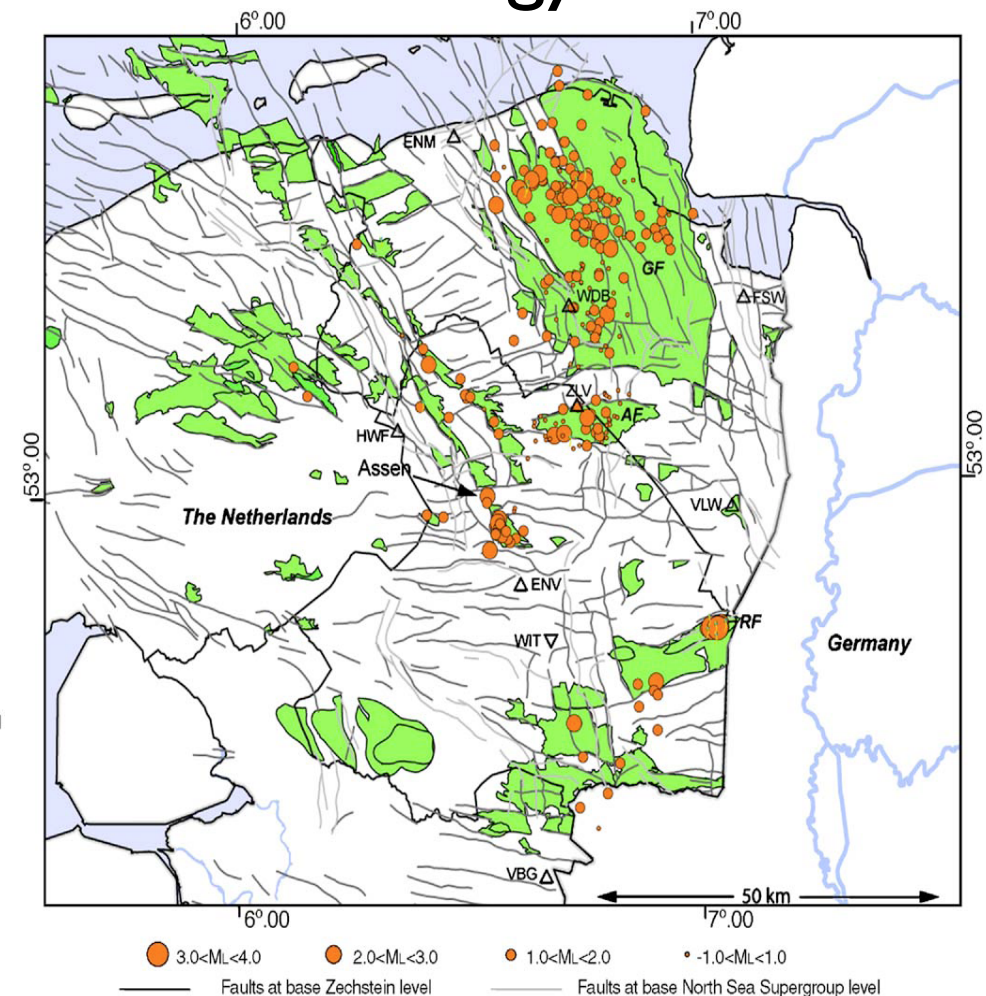
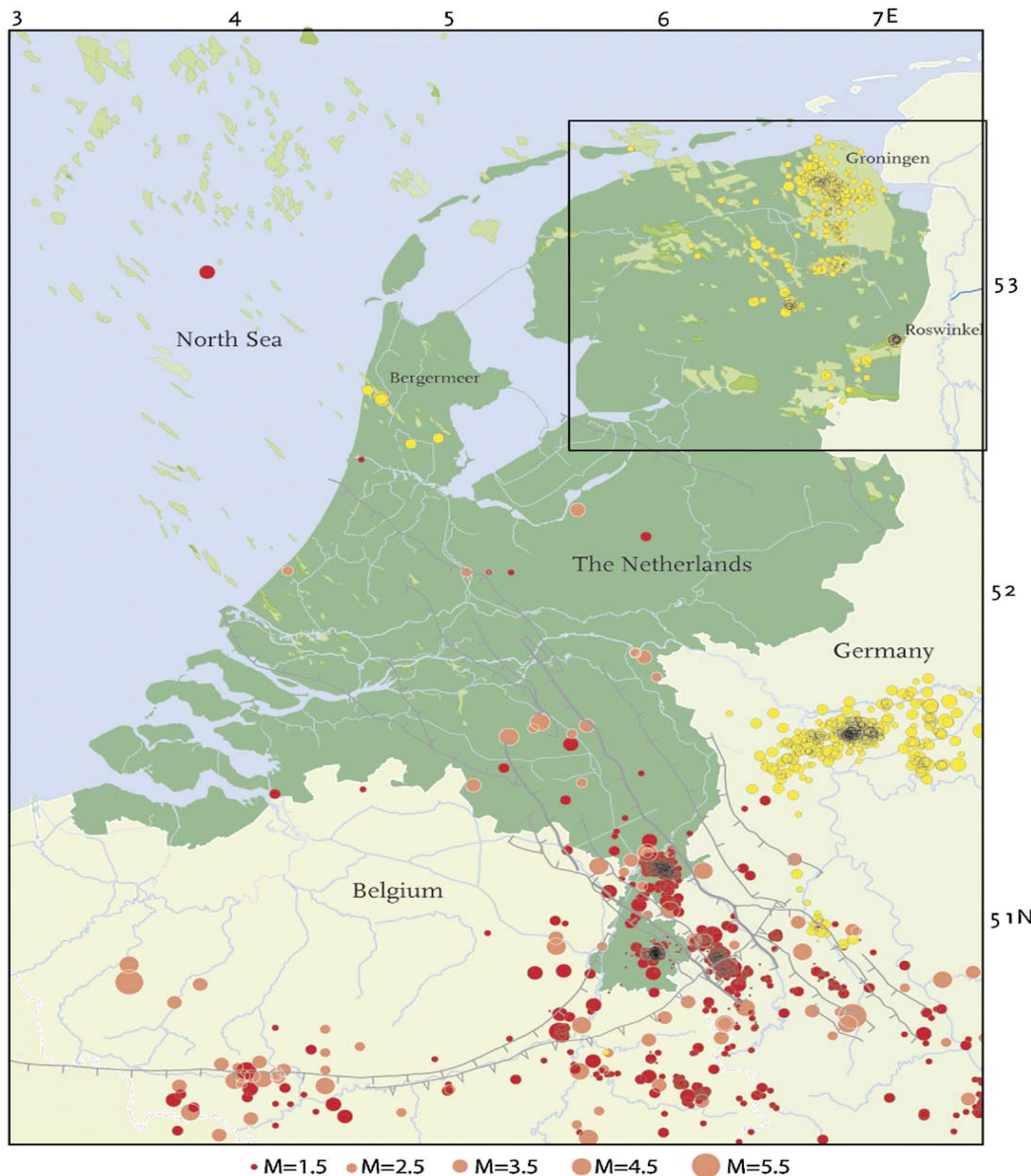
I₀	Other I₀	ref.
----------------------	----------------------------	------

Located Location OK

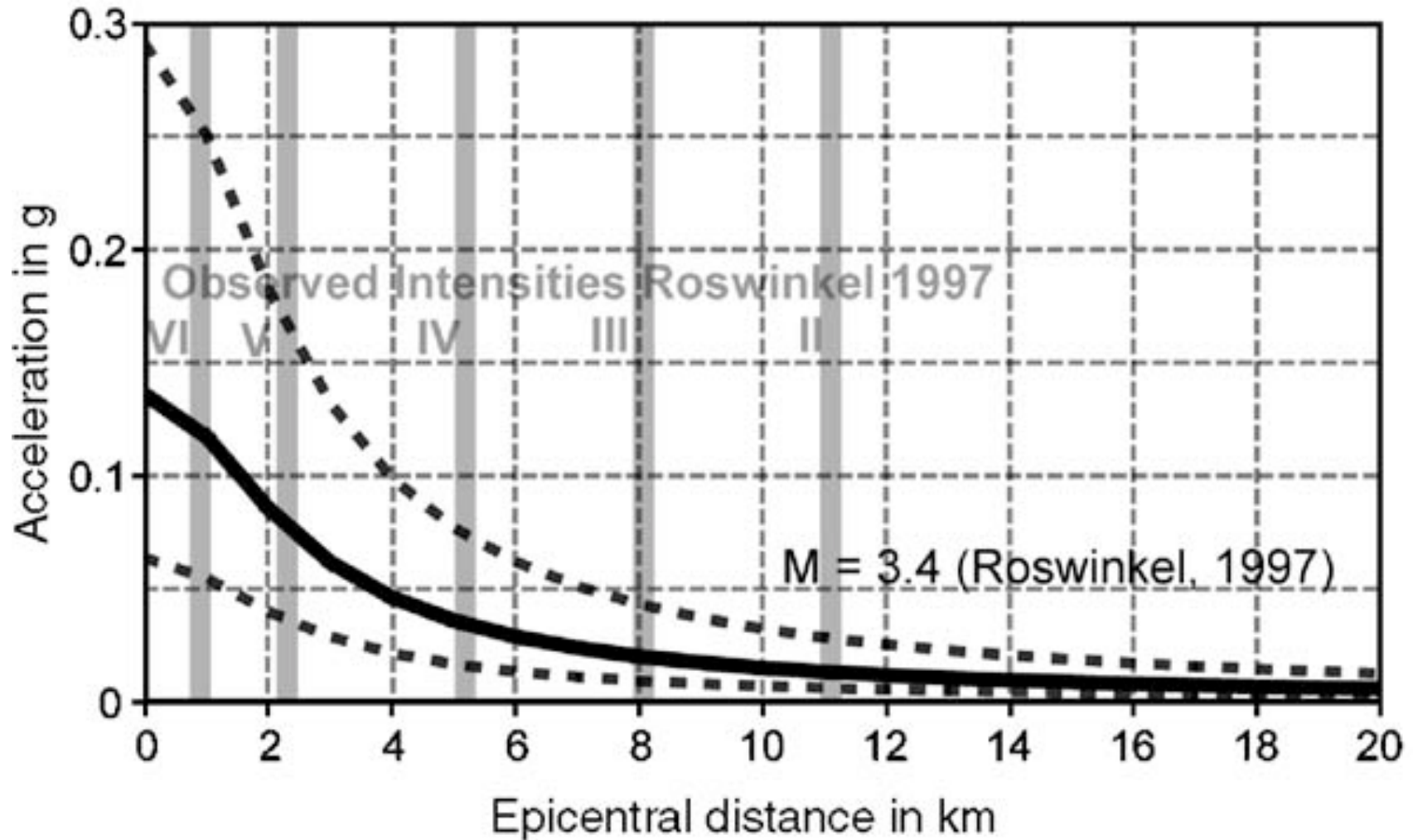
WAVEFORMS

Station	EC8	R epi. [km]	PGA [cm/s ²]	PGV [cm/s]	PGD [cm]	Detail
PNC	A*	2.254	146.891	4.648	0.319	
PNS	A*	1.638	147.940	5.620	0.307	

T. van Eck et al. (2006) Engineering Geology



Pericolosità = Sorgente * Propagazione * Effetti di Sito



Attenuazione rapida, ma valori di picco elevati causa sorgente superficiale

www.knmi.nl/research/seismology/ind_seism_hazard.html

[Home](#) [About KNMI](#) [Colloquia/Workshops](#) [Publications](#) [Research](#) [Data Centre](#) [Vacancies](#)

[Home](#) > [research](#) > [seismology](#) > ind seism hazard

Research Seismology Division

Induced seismic hazard

Seismicity induced by hydrocarbon exploration is observed mainly in the northern part of The Netherlands, where we find besides several smaller gas reservoirs also the Groningen reservoir one of the world's largest gas reservoirs containing a reserve lasting at least several decades. The induced events are characterized by shallow, small events occurring in or in the close vicinity of exploration fields. Since 1986 the Dutch seismological monitoring network of the KNMI has been observing induced events. Occasionally earthquakes up to ML = 3.5 have caused minor damage (such as cracks in buildings), more often the felt events are of general annoyance to the local population. Since January 1, 2003, the new Dutch mining legislation requires for each concession a hazard analysis and monitoring plan. Within the context of this new mining law we have been estimating site-specific engineering hazard parameters, i.e. ground motions that can be associated to specific risks. Up to now only general hazard estimates were available, i.e. maximum possible earthquake and maximum possible Intensity.

Reference

- Eck, T. van, F.H. Goutbeek, H.W. Haak and B. Dost, [Seismic hazard due to small-magnitude, shallow-source, induced earthquakes in the Netherlands](#). Engineering Geology, 2006, 87, 105-121, [doi:10.1016/j.enggeo.2006.06.005](https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2006.06.005)
- Eck, T. van, F.H. Goutbeek and B. Dost, [Site specific hazard estimates for the NUON energy plant in the Eemshaven](#) KNMI publication: IR-2007-02, 15/3/2007, pp17.
- Eck, T. van, F.H. Goutbeek and B. Dost, [Site specific hazard estimates for the LNG energy plant in the Europoort area](#) KNMI publication: IR-2008-01, 5/3/2008, pp16.



Regole e norme

Geophysical Research Abstracts
Vol. 14, EGU2012-13298, 2012
EGU General Assembly 2012
© Author(s) 2012



Induced seismicity at an underground gas storage facility in the Netherlands

D. Kraaijpoel (1), D. Nieuwland (2), B. Wassing (3), and B. Dost (1)

(1) Seismology Division, Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), De Bilt, The Netherlands (dirk.kraaijpoel@knmi.nl), (2) TAQA Energy B.V., Den Haag, The Netherlands, (3) TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht, The Netherlands

The Bergermeer field is a natural gas reservoir in the North-Western part of the Netherlands. The reservoir geometry is defined by a horst structure at 2km depth that consists of two major blocks (partly) separated by a large central scissor fault. The reservoir rock is a sandstone of Permian age from the Slochteren formation. The top and side seals consist of a series of evaporites from the Zechstein formation.

The field has been in production from 1970 to 2006. During the production two pairs of widely felt and slightly damaging earthquakes with local magnitudes between 3.0 and 3.5 have been induced. After the first pair of events in 1994 a local 3-station seismic network of shallow borehole sensors was installed. This network, with a local detection capability in the order of magnitude 1, has not detected any local seismicity apart from the second pair of strong events in 2001. The hypocenters of all four events have been located close to the central fault, near the "hinge of the scissor".

Currently, the Bergermeer field is being prepared to be operated as an underground gas storage (UGS) facility. The preparation already involves the injection of cushion gas to limited pressure. Considering the historical events, a critical aspect of the UGS operation is the mitigation of induced seismicity. To investigate the relation between pressure/temperature changes on the one hand and induced seismicity on the other hand, both during preparatory and operational stages, the field has been subjected to both seismic monitoring and geomechanical modelling.



Gasopslag Bergermeer

Veiligheid

Natuur en milieu

Economie en werk

Nieuws

Downloads

Links

Contact

For Customers

Overlast of schade?



Kan het opslaan van gas aardbevingen veroorzaken?

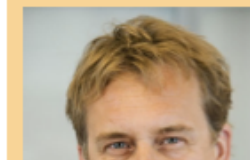
In de regio rond het Bergermeer-gasveld kunnen lichte aardbevingen optreden. In het geval van gasopslag is die kans aanwezig, maar ook zonder gasopslag is er kans op een beving. Dat komt door de jarenlange gaswinning uit de bodem.

Alle deskundigen zeggen dat het risico van een aardbeving door de Gasopslag Bergermeer niet groter is dan toen er nog gas werd gewonnen uit het Bergermeerveld; de meeste deskundigen zeggen zelfs dat dit risico kleiner wordt.

BergermeerBlog

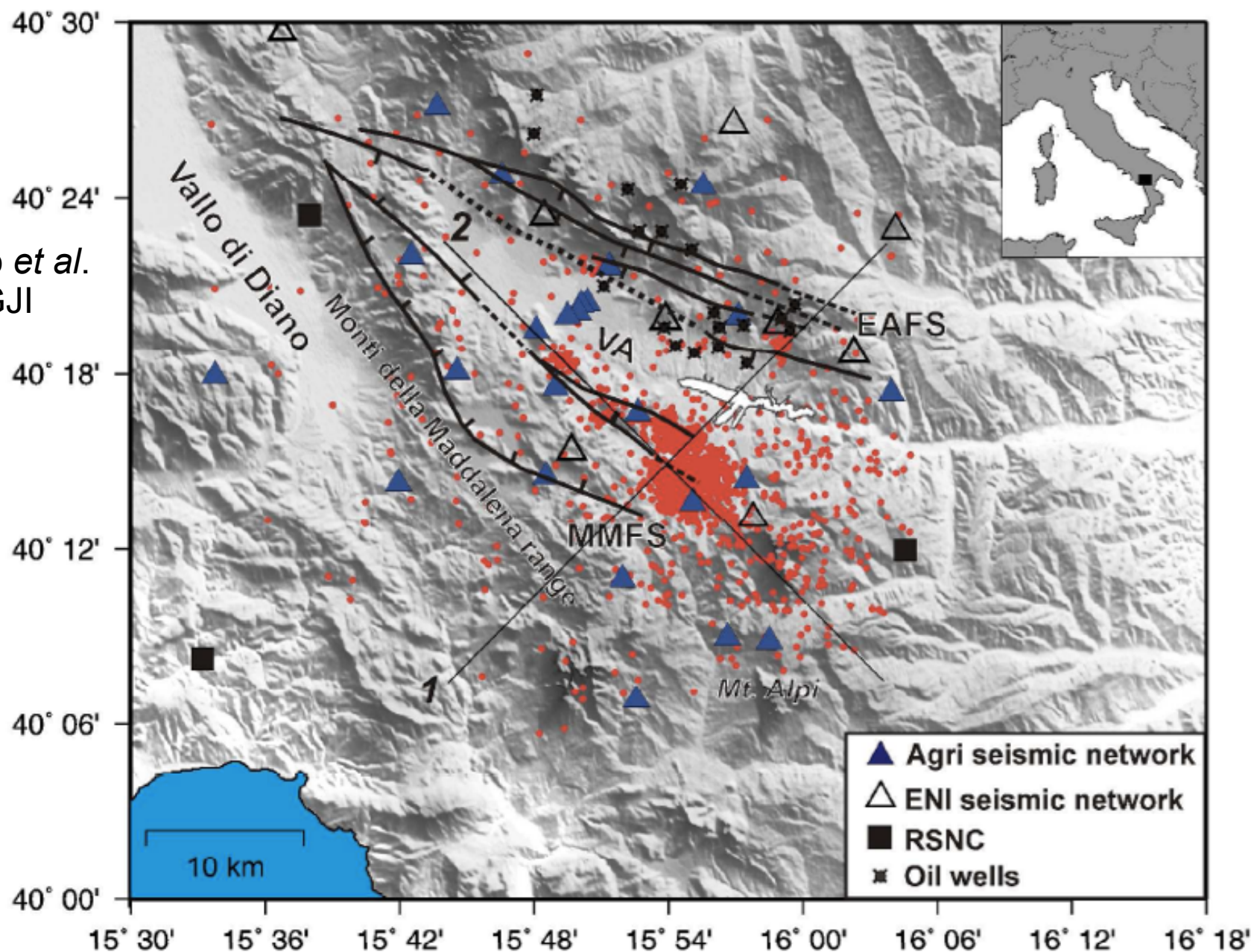
"TAQA wil zich tijdens de bouwwerkzaamheden opstellen als een goede buur. Dat betekent dat we overlast zoveel mogelijk willen voorkomen. We zullen alle betrokkenen steeds tijdig op de hoogte stellen van de werkzaamheden."

*Lees hier de weblog van
Jan Willem van Hoogstraten*

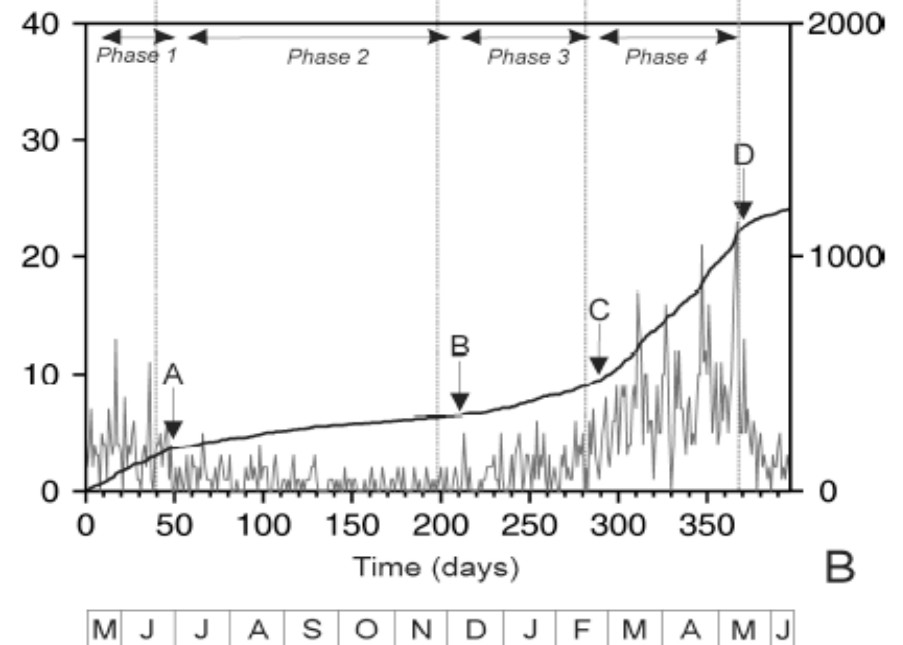
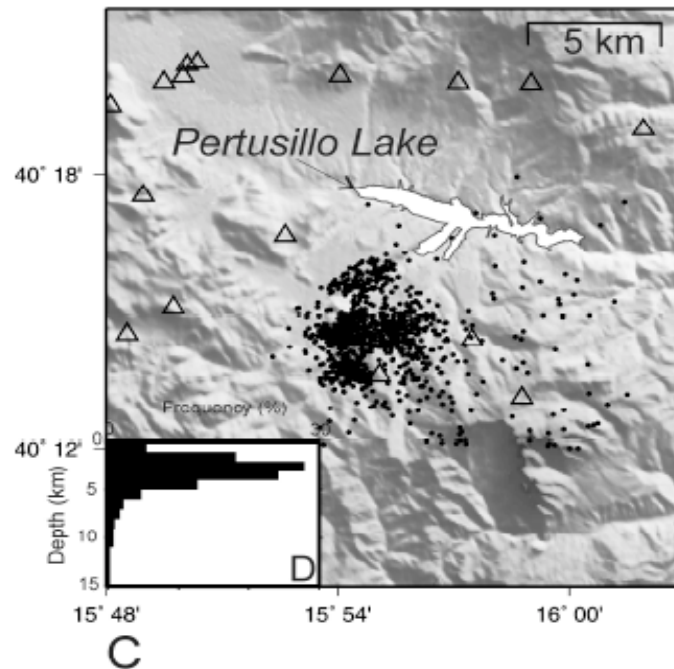
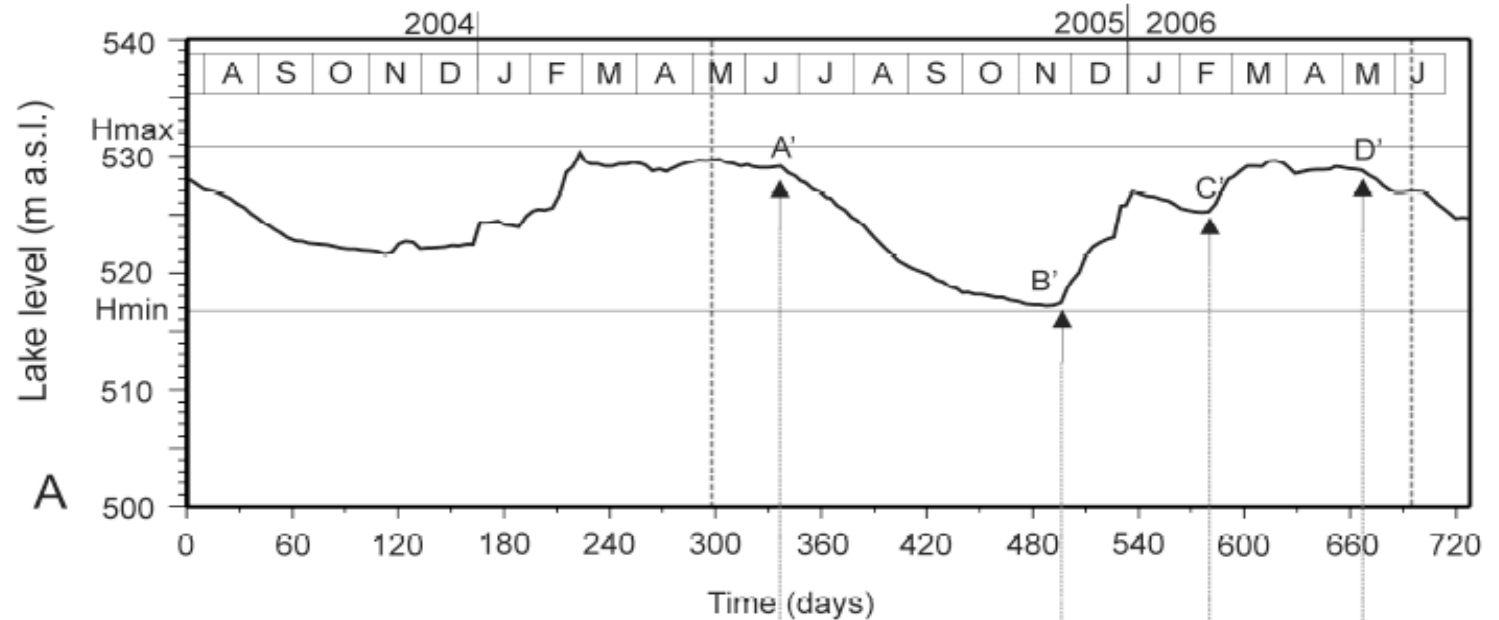


“Tre enti di ricerca indipendenti - TNO, KNMI e MIT americano - hanno concluso che il terremoto che potrebbe verificarsi è pari a 3,5 sulla scala Richter con un limite superiore a 3.9. Con un tale terremoto, molte persone avvertono le vibrazioni e si possono verificare danni non strutturali agli edifici, come crepe negli intonaci e alle piastrellature.”

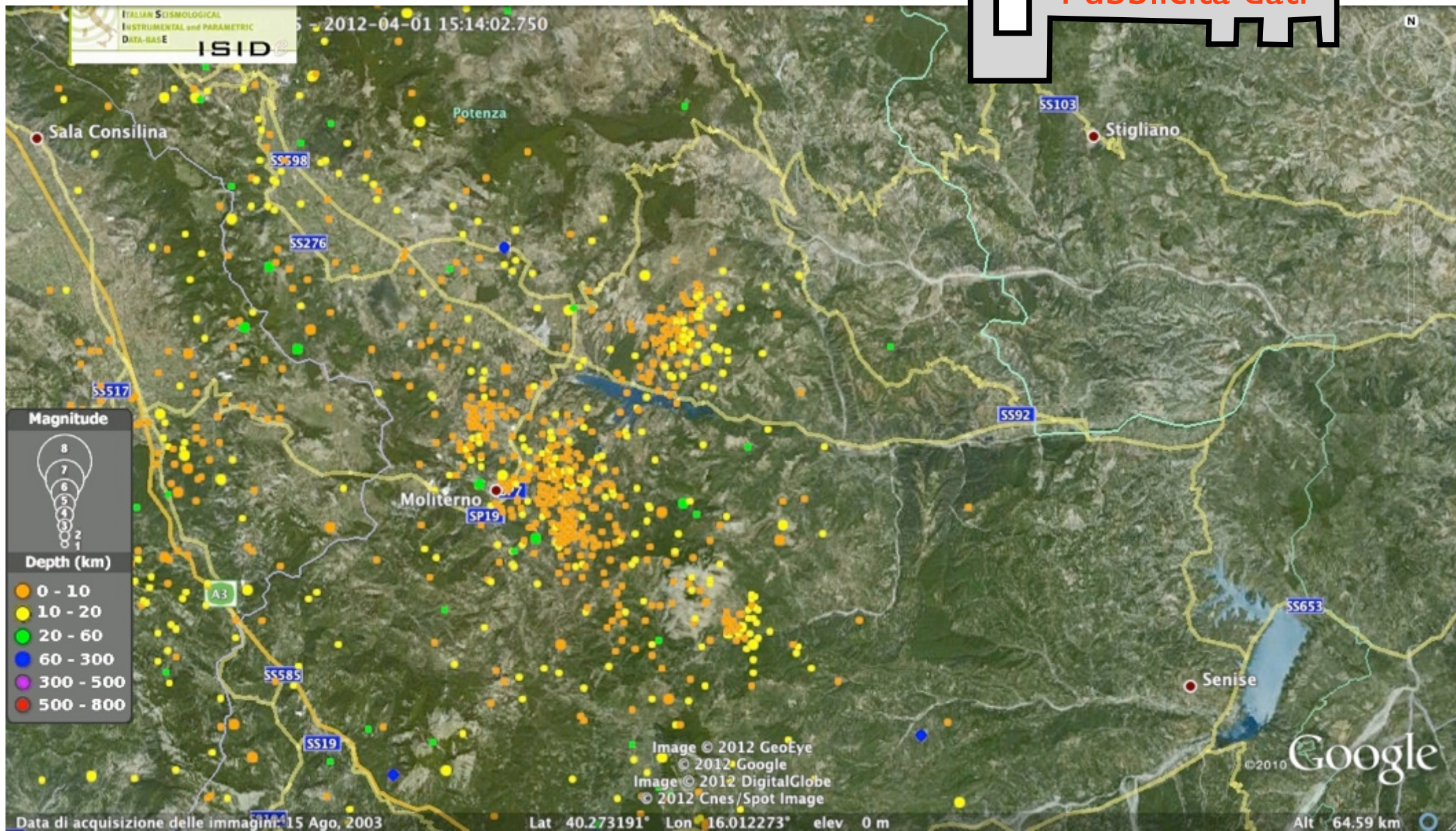
Valoroso *et al.*
(2009) GJI

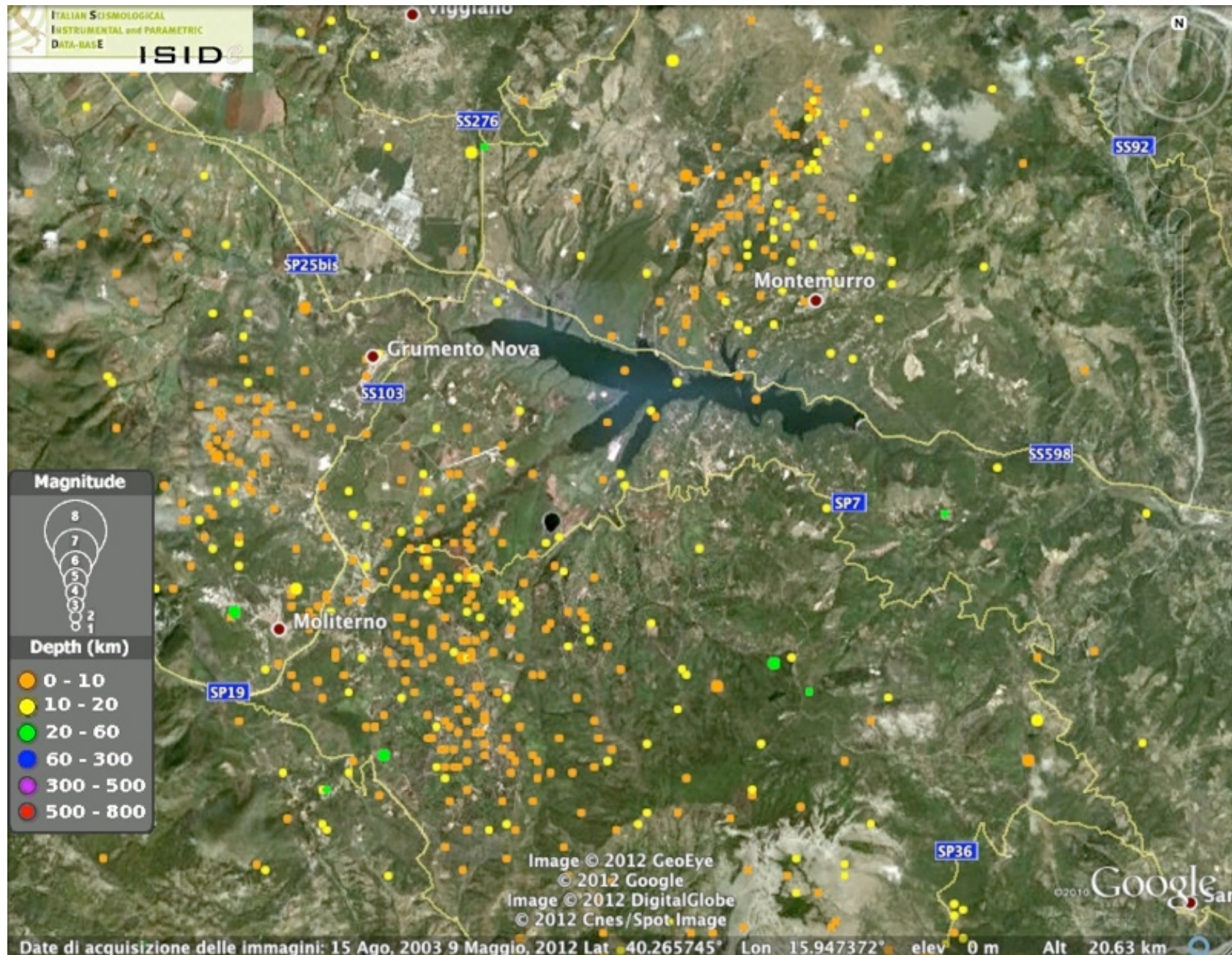


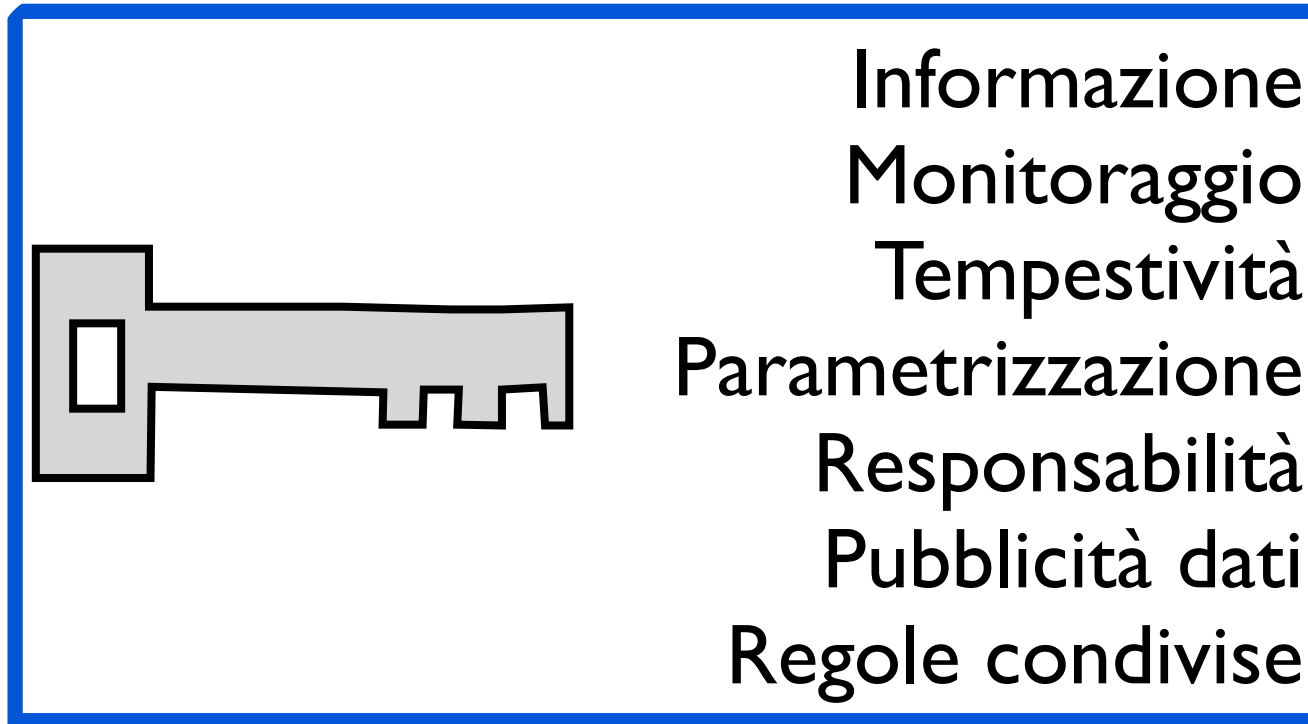
Valoroso *et al.*
(2009) GJI



Pubblicità dati







- A.6) Qualora la sismicità indotta superi Magnitudo 3,0 – considerando l'epicentro all'interno di un'area definita di raggio uguale a dieci chilometri attorno della testa del pozzo, la pressione di esercizio massima e la frequenza del ciclo di iniezione e di estrazione dovranno essere ridefinite in modo da riportare la magnitudo massima al di sotto di tale valore.



Firefox File Modifica Visualizza Cronologia Segnalibri Strumenti Finestra Aiuto 55°C 5998rpm (Caricata) gio 22 nov 8.11.51

Valutazione della pericolosità sismica naturale ed indotta dei serbatoi naturali di stoccaggio di gas, e degli strumenti di controllo e monitoraggio delle attività

GNGTS - Gruppo Nazionale di G... x GEOFON Program GFZ Potsdam ... x Earthquakes - Earthquake toda... x Valutazione della pericolosità si... x

https://sites.google.com/site/s2stohaz/ Google

StoHaz (Underground Gas-Storage Hazard)

Valutazione della pericolosità sismica naturale e indotta dei serbatoi naturali di stoccaggio di gas, e degli strumenti di controllo e monitoraggio delle attività

Cerca nel sito

Home Il progetto Argomenti Forum News

Home

- Il progetto
- Argomenti
 - Normativa
 - Serbatoi / impianti esistenti
 - Geologia dei serbatoi
 - Sismicità indotta
 - Pericolosità sismica
 - Procedure di monitoraggio
 - Riduzione del rischio
 - Politiche di divulgazione
- Deliverables
- Forum
- News
- Chi siamo
- Contattaci

Progetto StoHaz

Coordinatori: Marco Mucciarelli ed Enrico Priolo
OGS - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste
Sezione Centro di Ricerche Sismologiche (CRS), Udine e Trieste



L'approvvigionamento di gas naturale e il suo stoccaggio rappresentano punti centrali della politica italiana di produzione di energia e avranno crescente importanza nei prossimi anni. Circa una decina di serbatoi naturali sono attualmente in uso e una quindicina sono in fase di sviluppo o in attesa di approvazione. Alcuni di questi si trovano in prossimità di strutture sismicamente attive.

La valutazione della pericolosità sismica sia naturale che indotta per un'infrastruttura di stoccaggio del gas all'interno di un serbatoio naturale sotterraneo presenta una serie di aspetti non convenzionali che devono essere riconosciuti e ricondotti all'interno di un contesto chiaro, ordinato e condiviso, che lasci il minor spazio possibile alla libera interpretazione del singolo soggetto proponente/valutatore.

Similmente, per l'attività di controllo e monitoraggio non sono definiti né standard strumentali né, tantomeno, gli strumenti di analisi/elaborazione più adatti o necessari. Infine, gli organismi tendenzialmente incaricati del controllo finale hanno la conoscenza scientifica adeguata solo in alcuni settori e non in altri (ad esempio quello sismico), e la costituzione di un organismo di controllo multidisciplinare indipendente appare auspicabile.



Sei in: [Gazzetta di Modena](#) / [Cronaca](#) / Ecco la commissione d'indagine: svelerà i misteri su fracking e gas

Comunicazione

Ecco la commissione d'indagine: svelerà i misteri su fracking e gas

Sei esperti internazionali cercheranno eventuali legami con il sisma. Rimborsi solo per due riunioni L'ok della Regione arriva dopo l'inchiesta avviata dalla Procura e le sollecitazioni di Legambiente

E a distanza di quasi 5 mesi la Regione ha firmato l'ordinanza per attivare nel concreto gli esperti. L'avvio del procedimento è datato 29 giugno quando Errani scrive al dipartimento di Protezione Civile per chiedere di "attivare la commissione Internazionale sulle Previsioni dei Terremoto (commissione Icef), eventualmente rimodulata alla specificità dell'argomento". Il 5 ottobre la Protezione Civile comunica alla Regione di aver condotto la necessaria istruttoria per costituire il gruppo. L'obiettivo è rispondere a due quesiti: "è possibile che la crisi sismica emiliana sia stata innescata dalle ricerche sul [sito di Rivara](#) effettuate in tempi recenti, in particolare nel caso siano state effettuate delle indagini conoscitive invasive, quali perforazioni profonde, immissioni di fluidi? È possibile che la crisi sismica sia stata innescata da attività di sfruttamento o di utilizzo di reservoir (giacimenti, ndr), in tempi recenti e nelle immediate vicinanze della sequenza sismica del 2012?".



+21°C
POCO
NUVOLOSO

G75 local
GAZZETTA DI MODENA

[HOME](#) [CRONACA](#) [SPORT](#) [FOTO E VIDEO](#) [ASTE E APPALTI](#) [ANNUNCI](#) [CASA](#)

Sei in: [Gazzetta di Modena](#) / [Cronaca](#) / I consulenti Ers: «Lavoriamo solo su ipotesi»

I consulenti Ers: «Lavoriamo solo su ipotesi»

I dubbi in una lettera non tradotta trovata dalla Commissione Provinciale nel dossier

Conferme sulla presa di distanza di Schlumberger arrivano anche da Marco Mucciarelli del dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata all'Ingegneria dell'Università della Basilicata. «A parte il passaggio omesso nella traduzione italiana, mi ha sorpreso la superficialità con cui viene trattata la parte sismica. Nelle integrazioni al progetto si dice che la zona è a rischio terremoti, ma poi non si parla neppure di una progettazione anti-sismica. Inoltre il Comune di San Felice, nel proprio studio, evidenzia il rischio liquefazione e consiglia ulteriori indagini che però non sono state eseguite. Come si può costruire su potenziali sabbie mobili?».

30 ottobre 2009



GTE local
GAZZETTA DI MODENA

+21°C
POCO
NUVOLOSO

HOME CRONACA SPORT FOTO E VIDEO ASTE E APPALTI ANNUNCI CASA

Sei in: [Gazzetta di Modena](#) / [Cronaca](#) / [Maxi deposito gas](#) I pareri ci sono tutti Ora si decide

Maxi deposito gas I pareri ci sono tutti Ora si decide

Il prof Dorian Castaldini (Università di Modena), membro della Commissione tecnica istituita dalla Provincia, ha spiegato la struttura geologica di Rivara, citando la copiosa bibliografia che individua l'area come a rischio sismico per la presenza di numerose faglie attive, quindi non idonea ad un simile impianto. Il prof Francesco Mulargia (dipartimento di Fisica, sezione Geofisica dell'Università di Bologna) ha evidenziato i rischi della sismicità indotta e attivata dal continuo prelievo e immissione di gas nel sottosuolo di Rivara, tale da non rendere sicuro l'impianto.

4 dicembre 2010

**GAZZETTA DI MODENA**

**+21°C**
POCO
NUVOLOSO

[HOME](#) [CRONACA](#) [SPORT](#) [FOTO E VIDEO](#) [ASTE E APPALTI](#) [ANNUNCI](#) [CASA](#) [LAVORO](#)

Sei in: [Gazzetta di Modena](#) / [Cronaca](#) / No del Consiglio provinciale al maxi deposito gas a Rivara

San Felice. Solo Luca Ghelfi contrario al voto

No del Consiglio provinciale al maxi deposito gas a Rivara



SAN FELICE. «Il Consiglio provinciale ribadisce contrarietà al progetto di deposito di gas a Rivara e invita i componenti della Commissione parlamentare Ambiente ad assumere una posizione politica precisa sull'inopportunità della scelta della realizzazione del deposito». La presa di posizione è contenuta in un ordine del giorno approvato ieri dal Consiglio provinciale con il sì di Pd, Lega e Idv e dei consiglieri Pdl, tranne Luca Ghelfi che ha votato contro. Nel documento, presentato da Pd, Lega e Idv in vista della discussione nella Commissione della Camera dei deputati di due risoluzioni contrarie al progetto, si afferma che l'obiettivo è di «evitare di sottoporre il territorio e i cittadini a rischi imprevedibili conseguenti alla mancanza di sicurezza sismica e geologica del sito che dovrebbe ospitare il deposito, oltre che per ragioni di criticità ambientale». Si ricordano le posizioni contrarie già espresse da Regione, Provincia, Unione Area Nord e del Comune di San Felice. Luca Ghelfi (Pdl) ha motivato il proprio voto contrario affermando che «l'unica motivazione valida è quella scientifica, anche perché c'è bisogno di impianti come questo».



The screenshot shows the header of the Gazzetta di Modena website. On the left, the logo "G75 local" is above the title "GAZZETTA DI MODENA" in large white letters on a blue background. To the right is a weather widget showing a sun behind clouds, the temperature "+21°C", and the text "POCO NUVOLOSO". Below the title and weather is a horizontal navigation bar with buttons for "HOME", "CRONACA", "SPORT", "FOTO E VIDEO", "ASTE E APPALTI", "ANNUNCI", "CASA", and "LAV".

Sei in: Gazzetta di Modena / Cronaca / Deposito gas di Rivara: la Regione ufficializza il no

Deposito gas di Rivara: la Regione ufficializza il no

Niente intesa con il ministero sui sondaggi, Ers aspetta le motivazioni. Probabile ricorso al Tar

«La Regione, con una delibera, ha formalizzato ufficialmente il proprio diniego all'intesa con il Governo - scrivono da Bologna - L'indisponibilità all'intesa, comunicata al ministero dello Sviluppo Economico, chiude così ogni possibilità di realizzazione del deposito. Il progetto non risponde al principio di precauzione e sicurezza in una zona sismicamente attiva ed abitata da oltre 80mila persone».

28 aprile 2012

Ciclo di incontri scientifici

Tema: **SISMICITÀ INDOTTA**