

Andrea Morelli

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Micro-seismicity and safety



DGS-UNMIG
DIREZIONE GENERALE PER LA SICUREZZA AMBIENTALE E
NELLE ATTIVITÀ MINIERE ED IDROCARBONICHE



OMC 2019 27-29
March 2019
RAVENNA ITALY

www.omc2019.it

OFFSHORE MEDITERRANEAN
CONFERENCE & EXHIBITION



INGV

Earthquake Dangers in Dutch Gas Field Were Ignored for Years, Safety Board Says



Wooden braces supported a house last May in the town of Loppersum, the Netherlands, where earthquakes have caused damage.

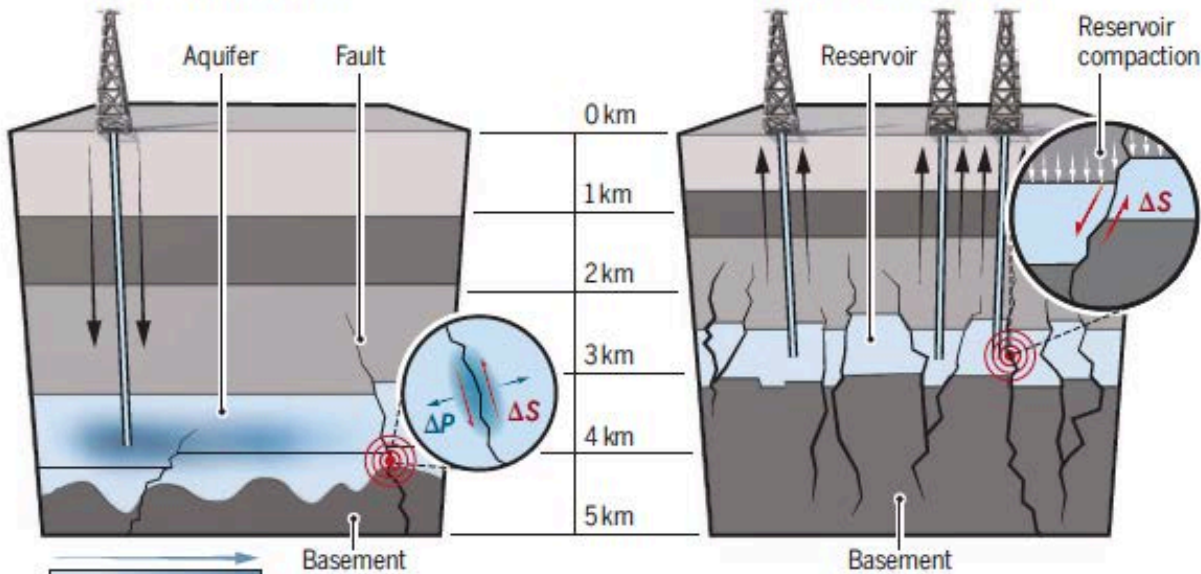
Ilvly Njikiktjen for The New York Times

Wastewater injection

(Midwestern United States)

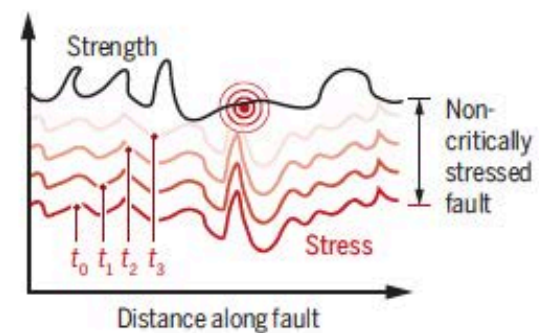
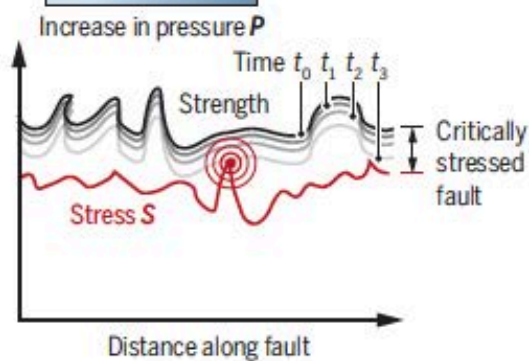
Gas extraction

(Groningen, Netherlands)



Mechanisms of induced seismicity
Both wastewater injection and gas extraction can cause induced earthquakes. Detailed observations from the midwestern United States and Groningen, Netherlands, show that in both cases, preexisting conditions in Earth's crust are of central importance.

[Candela et al., *Science*, 360, 598-600, 2018]



Injection of wastewater leads to a nonuniform pressure front. When the pressure front hits a critically stressed fault, an earthquake is triggered. Only a small strength decrease is needed to trigger an event.

Gas extraction leads to rock compaction, causing a buildup of stress. Sufficient shear stress is necessary to cause the initially noncritically stressed fault to fail, causing an earthquake.

Objective of seismic engineering: prevent damage

For induced seismicity: prevent damage and discomfort: relevance of perception of shaking

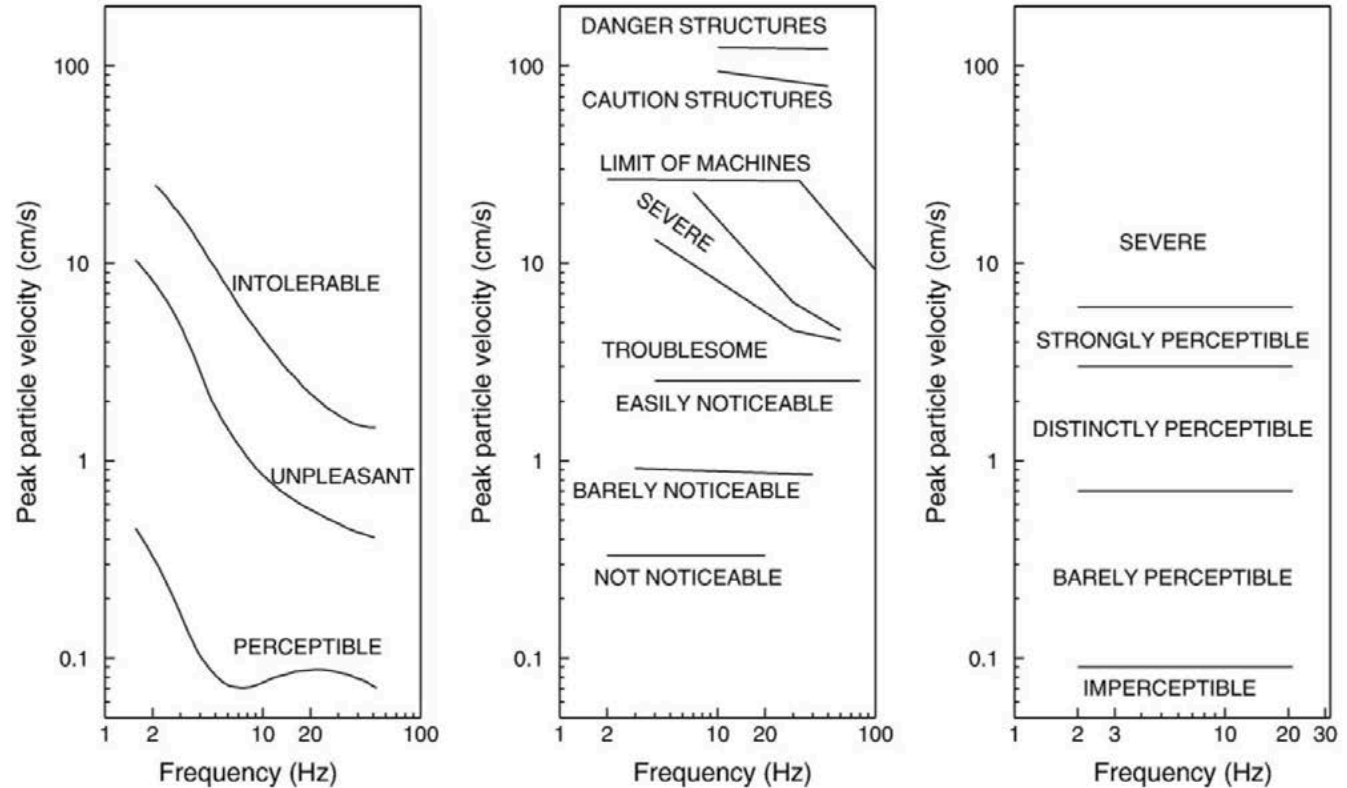
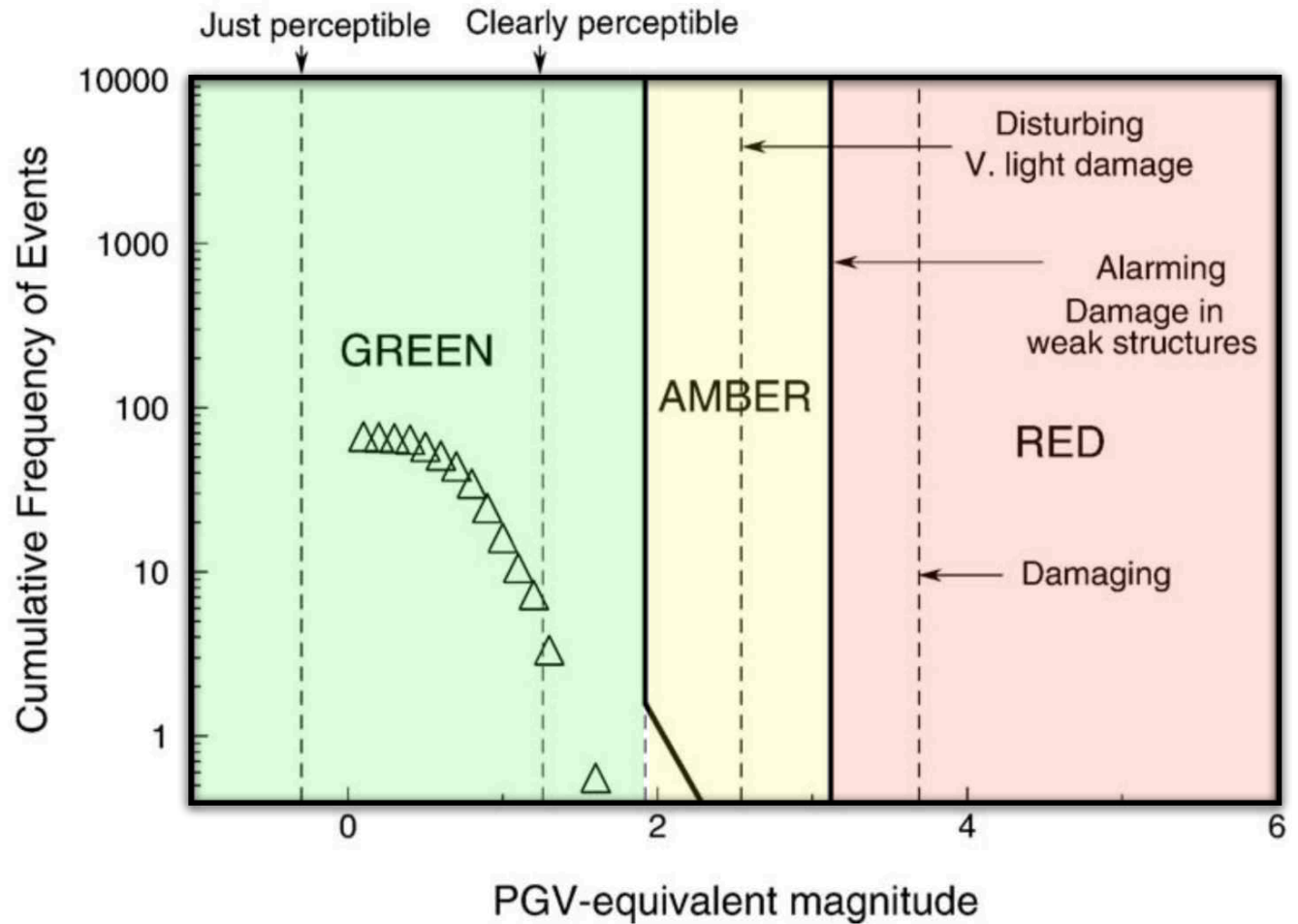


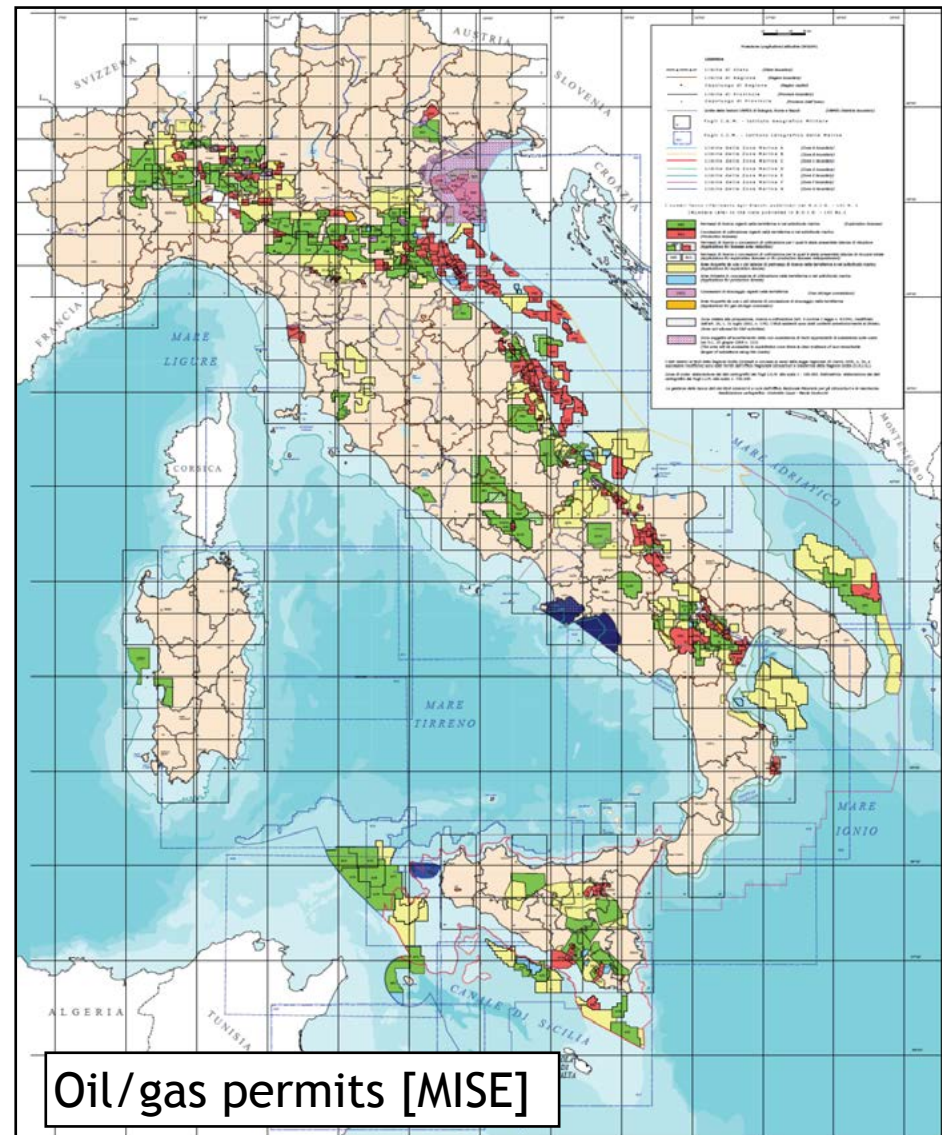
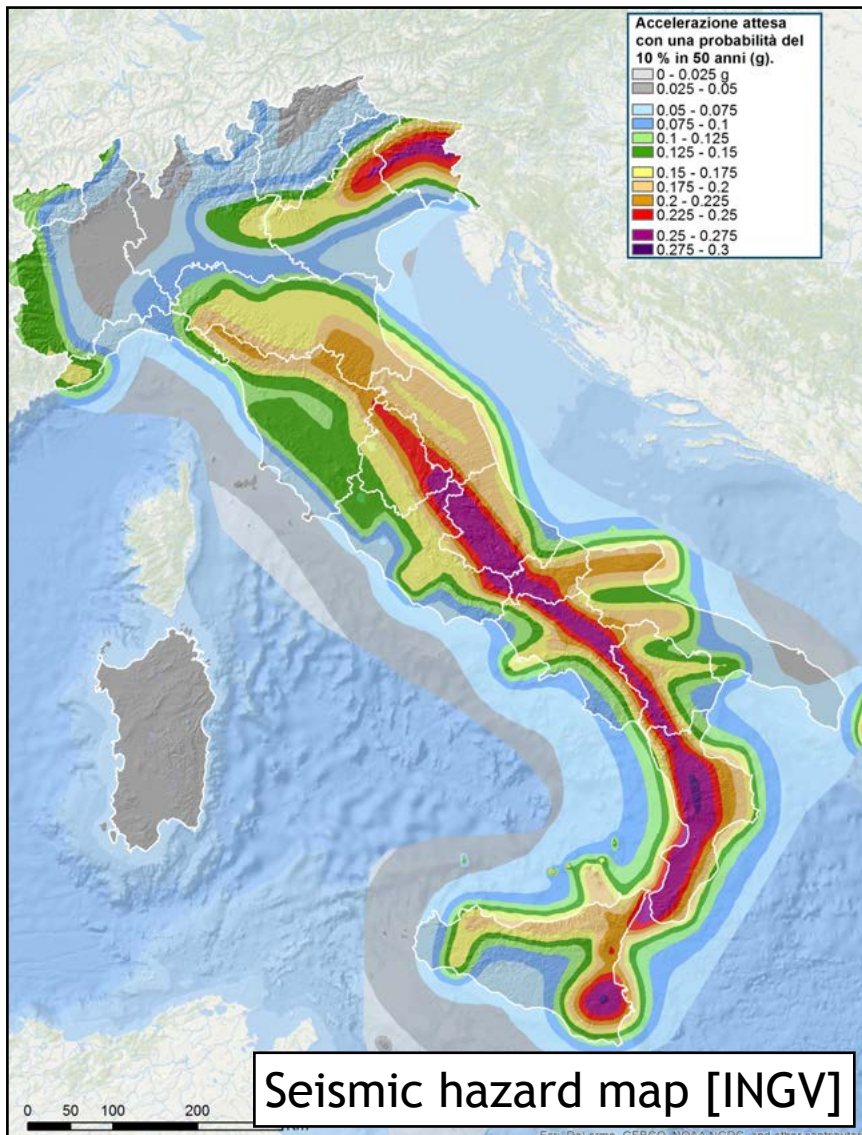
Fig. 2. Left: recommended levels of human sensitivity to vibration due to blasting from the USACE (1972); middle: reference levels for vibration perception and response from traffic, adapted from Barneich (1985); right: thresholds for vibrations due to pile-driving from Athanasopoulos and Pelekis (2000).

[J.J. Bommer et al. / Engineering Geology 83 (2006) 287–306]

A “*traffic light system*” to slow industrial activities when thresholds are met



[J.J. Bommer et al. / Engineering Geology 83 (2006) 287–306]



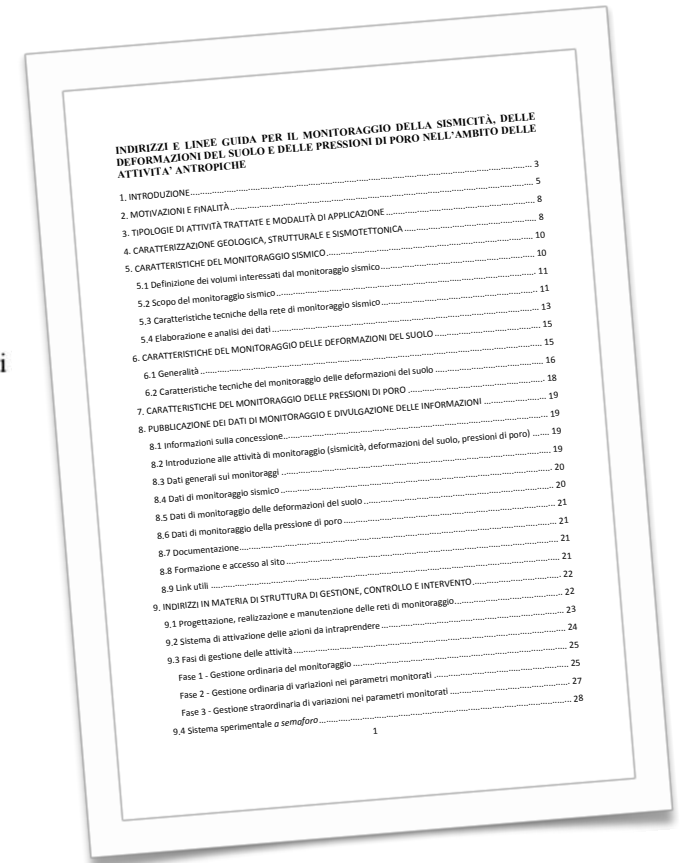
INDIRIZZI E LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLA SISMICITÀ, DELLE DEFORMAZIONI DEL SUOLO E DELLE PRESSIONI DI PORO NELL'AMBITO DELLE ATTIVITA' ANTROPICHE

Livello di attivazione	Stato corrispondente
0	Ordinarietà
1	Attenzione
2	Riduzione delle attività
3	Sospensione delle attività

Tabella 2 – Livelli di attivazione previsti in base alla valutazione del quadro complessivo dei parametri monitorati.

Livello di attivazione	Semaforo	M_{max}	PGA (% g)	PGV (cm/s ²)
0	Verde	$M_{max} \leq 1.5$	-	-
1	Giallo	$M_{verde} \leq M_{max} \leq 2.2$	0.5	0.4
2	Arancio	$M_{giallo} \leq M_{max} \leq 3.0$	2.4	1.9
3	Rosso	$M_{arancio} < M_{max}$	6.7	5.8

Tabella 4 – Intervalli o valori indicativi dei parametri di monitoraggio rilevati nel dominio interno di rilevazione (DI) da utilizzare come riferimento per la definizione delle soglie. Sono definiti i seguenti parametri: magnitudo massima (M_{max}), accelerazione di picco al suolo (PGA) e velocità di picco al suolo (PGV).

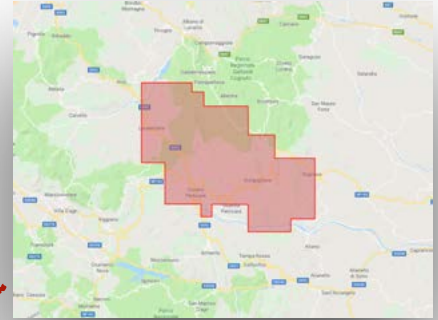
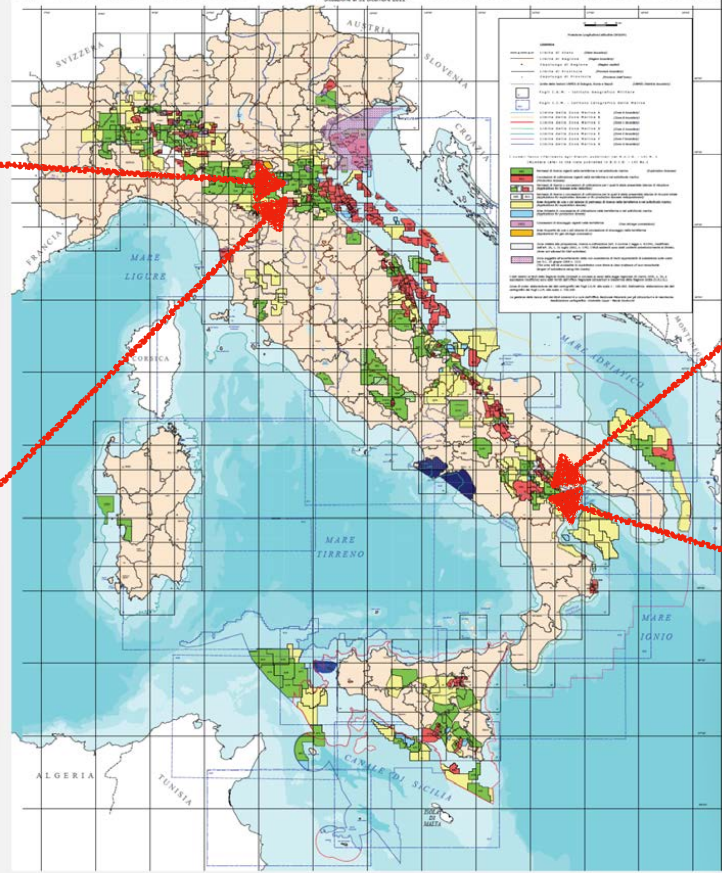


Testing of ILG: involvement of INGV

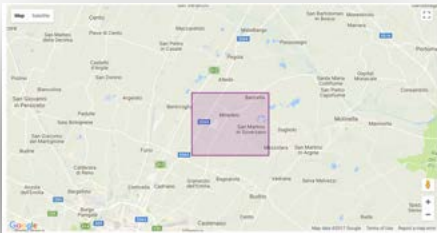
Cavone (Emilia-Romagna): estrazione di olio, con re-iniezione di acque di strato.



Fig.3 Carta dei Titoli Minerari Esclusivi per Ricerca, Coltivazione e Stoccaggio di Idrocarburi



Gorgoglione (Basilicata): estrazione di olio



Minerbio (Emilia-Romagna): stoccaggio di gas naturale.

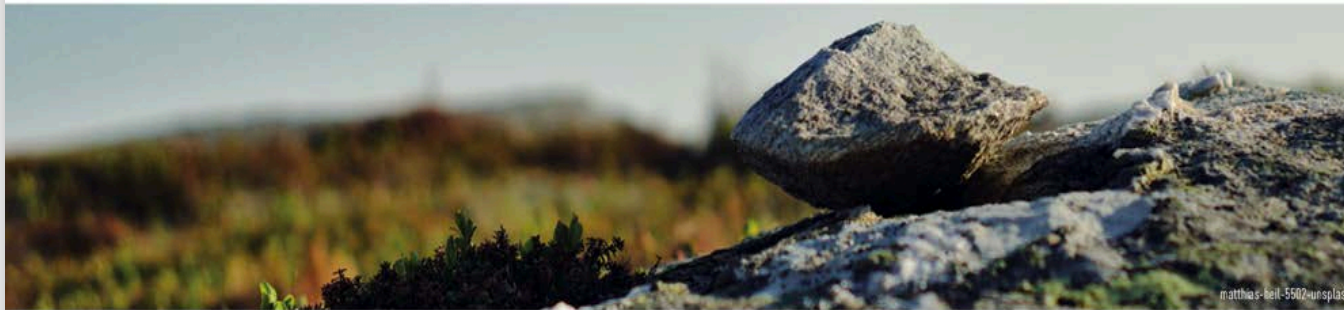


Val d'Agri (Basilicata): estrazione di olio, con re-iniezione di acque di strato

Fonte: MSE-UNMIG



Con l'emanazione, da parte della DGS-UNMIG del MiSE, nel 2014, degli **Indirizzi e Linee Guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche** (ILG) messi a punto dal **Gruppo di Lavoro della Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM)** dello stesso MiSE, si sono create le condizioni per il controllo sistematico degli effetti sulla geologia crostale dello sfruttamento delle risorse sotterranee (estrazione di idrocarburi, re-iniezione di acque di strato, stoccaggio di gas, utilizzo di risorse geotermiche).



L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, componente del Servizio Nazionale di Protezione Civile, nonché Centro di Competenza del Dipartimento della Protezione Civile per la sorveglianza della sismicità nel territorio nazionale, è istituzionalmente coinvolto nella presente fase di sperimentazione in alcuni casi pilota.

Per rispondere a queste esigenze, INGV ha costituito il **Centro per il Monitoraggio delle attività di Sottosuolo (CMS)**.

Il CMS è la struttura dedicata alla raccolta, analisi, interpretazione e modellazione di dati relativi alle aree del territorio nazionale interessate da attività antropiche di sfruttamento di georisorse (quali coltivazione di idrocarburi, reiniezione di acque di scarto, stoccaggio di gas naturale, geotermia, sequestrazione di anidride carbonica, estrazioni minerarie, invasi artificiali) **o legate ad altri rischi antropogenici**.

Il Centro per il Monitoraggio delle attività di Sottosuolo (CMS) è stato istituito per rispondere a queste esigenze. INGV ha costituito

il Centro per il Monitoraggio delle attività di Sottosuolo (CMS) è la struttura dedicata alla raccolta, analisi, interpretazione e modellazione di dati relativi alle aree del territorio nazionale interessate da attività antropiche di sfruttamento di georisorse (quali coltivazione di idrocarburi, reiniezione di acque di scarto, stoccaggio di gas naturale, geotermia, sequestrazione di anidride carbonica, estrazioni minerarie, invasi artificiali) o legate ad altri rischi antropogenici.

<http://cms.ingv.it>



Technical session: Letizia Anderlini:
Measurement and modelling of subsidence
From 10:00 To 10:30 of March 28th, 2019
Stand DGS UNMIG Hall 7 n°1

Short Video / Technical session
From 10:30 To 11:00 of March 28th, 2019
Stand DGS UNMIG Hall 7 n°1