

exploration & production



Rete Eni di monitoraggio della compattazione e della subsidenza

Ravenna, 15 marzo 2011

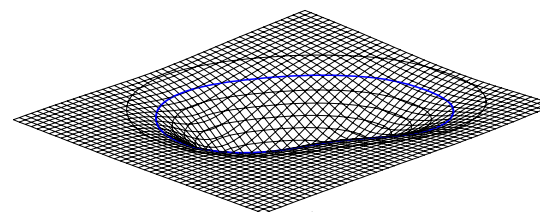
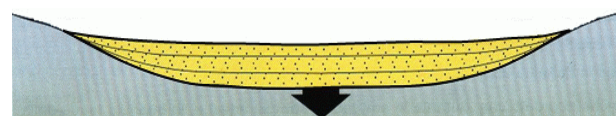
eni

Subsidenza

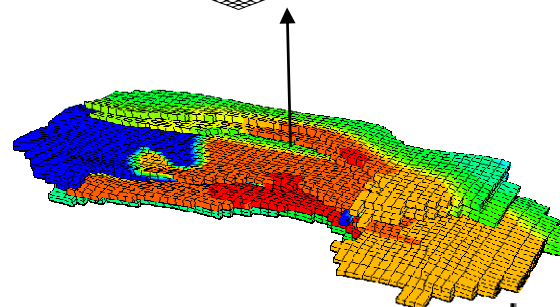
“è un lento e progressivo abbassamento verticale del fondo di un bacino marino o di un'area continentale.”

Può essere di due tipi:

- **naturale**: i sedimenti tendono a ridurre il proprio volume compattandosi sotto l'azione della forza peso;
- **indotta**: l'estrazione di fluidi dal terreno diminuisce la pressione interstiziale, aumenta la tensione efficace con un conseguente assestamento del terreno.



**Subsidenza
superficiale**



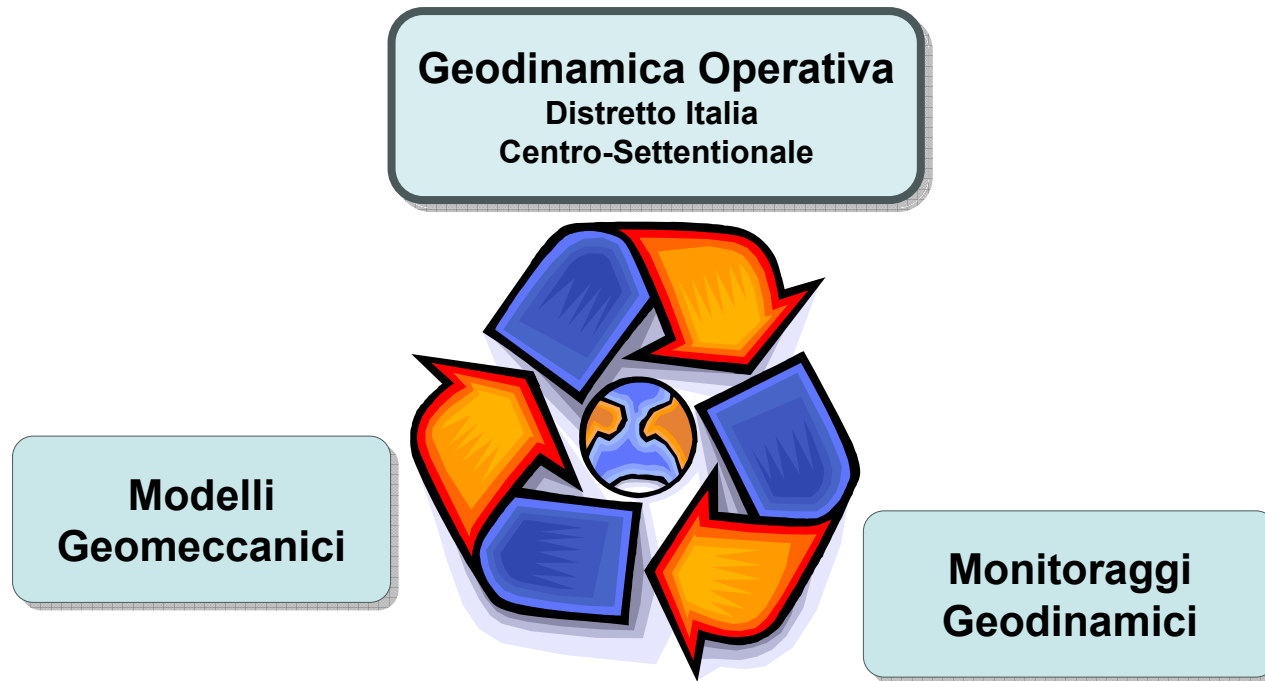
**Compattazione
profonda dei
livelli produttivi**

exploration & production



eni

Le unità dedicate alla geodinamica in eni E&P



Mission:
prevenzione, mitigazione e controllo dei fenomeni geodinamici del territorio, con particolare attenzione agli aspetti di integrazione con la conservazione e salvaguardia dell'equilibrio territoriale ed ambientale.



Enti, Università e Centri di Ricerca

Per le tematiche di geodinamica, Eni collabora con Enti, Università e Centri di Ricerca, nazionali ed internazionali, per sviluppare e mantenere un livello di know-how e competenze eccellente.



Università di Bologna



Università di Torino



Università di Padova



Deltares, Netherlands



Università di Ferrara



Tele-rilevamento Europa



Università di Urbino



Stanford University, USA



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



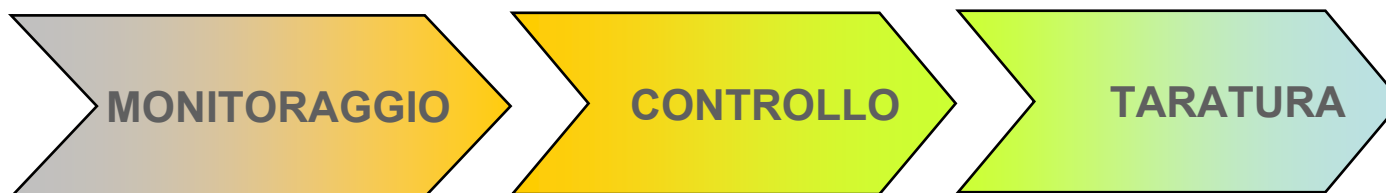
eni

exploration & production

Subsidenza - monitoraggio

Le informazioni ottenute dal monitoraggio nel corso della produzione di idrocarburi consentono:

1. accertare con continuità e tempestivamente se i fenomeni di subsidenza si evolvono secondo la previsione iniziale per predisporre, se necessario, interventi di mitigazione del fenomeno stesso e di tutela e salvaguardia del territorio e della sua economia;
2. fornire dati per la periodica revisione e taratura dei modelli matematici per la previsione della subsidenza.

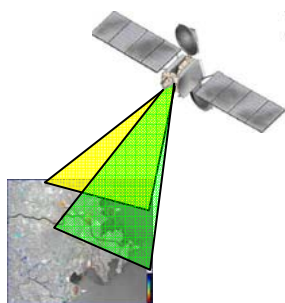
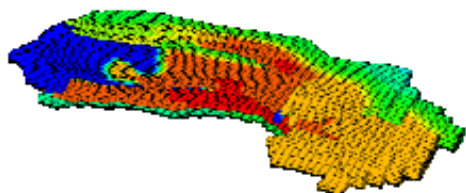


eni

exploration & production

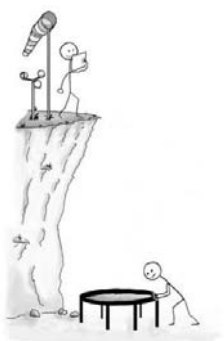
Previsione e controllo della subsidenza

In un programma di previsione e controllo della subsidenza, si possono definire tre azioni base di intervento:



- previsione della subsidenza nell'area interessata dal fenomeno con l'ausilio di modelli matematico-numeric;

- predisposizione di un programma di monitoraggio;



- prevenzione della subsidenza antropica attesa o mitigazione di quella osservata durante la fase produttiva



Monitoraggi

Superficiali:

- livellazione di alta precisione
- rilievi GPS in continuo da stazioni permanenti
- rilievi satellitari SAR
- rilievi della compattazione superficiale tramite assestimetri
- monitoraggio piezometrico superficiale
- rilievi LiDAR (Laser Imaging Detection And Ranging)
- rilievi batimetrici (LADS, multibeam e transetti)
- monitoraggi meteo marini

Profondi:

- rilievi della compattazione profonda tramite markers
- monitoraggio profondo della pressione statica in giacimento
- monitoraggio microsismico

Validazione di metodologie e risultati:

- livellazioni -> Università di Bologna – Dipartimento di Ingegneria Civile
- CGPS -> Università di Bologna – Dipartimento di Fisica



eni

exploration & production



**Dipartimento di Metodi e
Modelli Matematici
per le Scienze Applicate**

**LINEE GUIDA
PER LO STUDIO DEI FENOMENI DI SUBSIDENZA
NELL'AMBITO DI PROGETTI DI
SVILUPPO SOSTENIBILE DI CAMPI AD OLIO O GAS**

Rapporto Tecnico 1/2007

Giuseppe Gambolati
Pietro Teatini
Massimiliano Ferronato

Padova, Gennaio 2007



eni

exploration & production

Quadro normativo di riferimento

DPR n° 484 del 18 aprile 1994.

Regolamento recante la disciplina dei procedimenti di conferimento dei permessi di prospezione o di ricerca e di concessione di coltivazione di idrocarburi in terraferma e in mare.

Dal 1994 eni E&P ha chiesto l'autorizzazione allo sviluppo di:

- 12 campi a gas posti in produzione tra il 1997 ed il 2002
- 3 campi a gas posti in produzione tra il 2002 ed il 2010
- 1 campo già autorizzato che verrà messo in produzione nel 2011

Per questi progetti il MATTM ha emesso un giudizio positivo tramite decreti di compatibilità ambientale e li ha accompagnati con un elenco di azioni da svolgere da parte dell'operatore.

Nel 2007 è stata redatta la "Relazione Conclusiva Controllo e Monitoraggio dei fenomeni geodinamici" da parte del Gruppo di Lavoro della Commissione V.I.A. del MATTM.

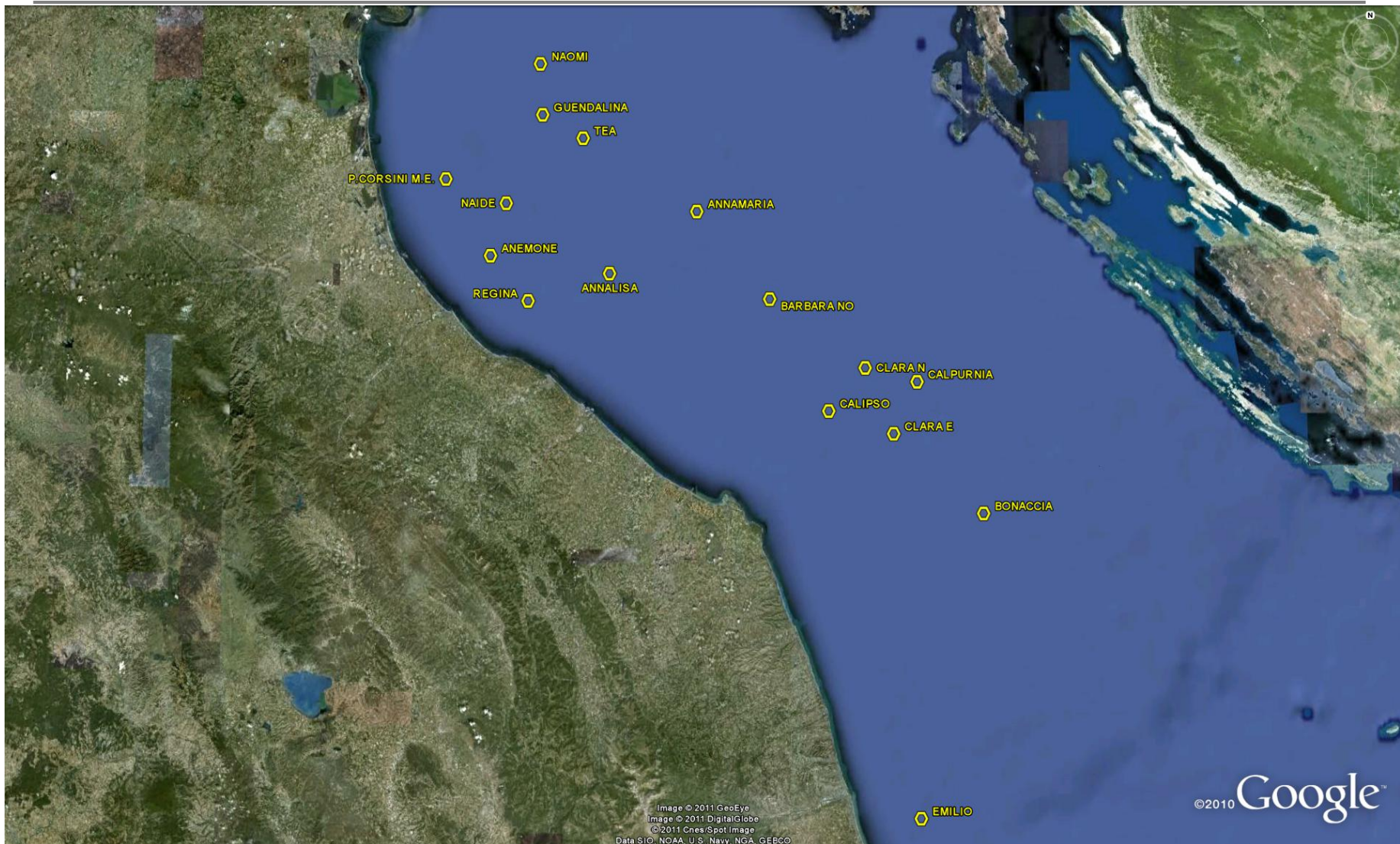
A partire dal 2007, per ciascuno dei campi autorizzati, viene presentata al MATTM una relazione annuale che comprende i dati dei monitoraggi e, quando necessario, l'aggiornamento del modello di subsidenza.



eni

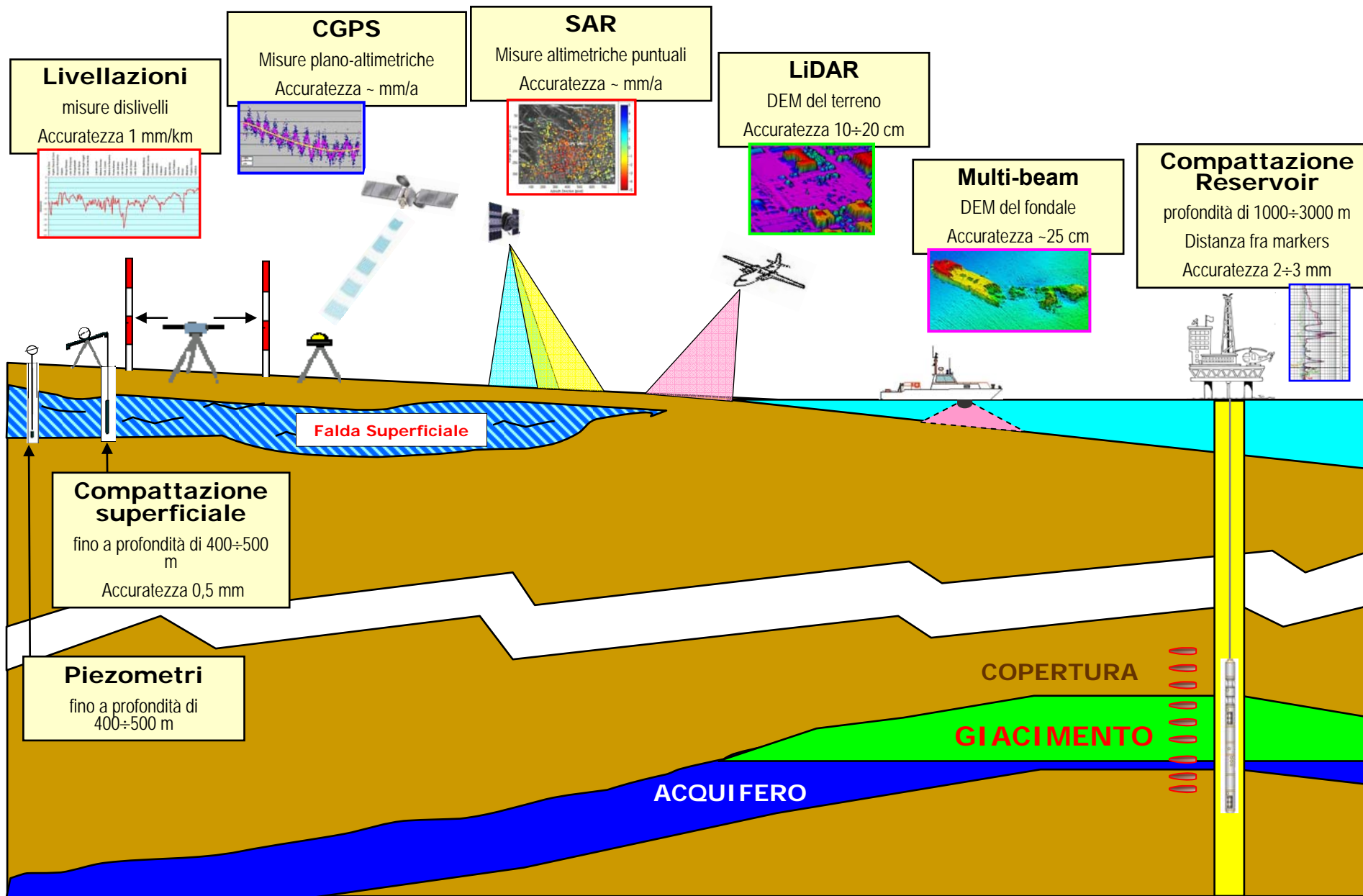
exploration & production

Campi eni E&P: sviluppati dal 1984 ad oggi



eni

exploration & production



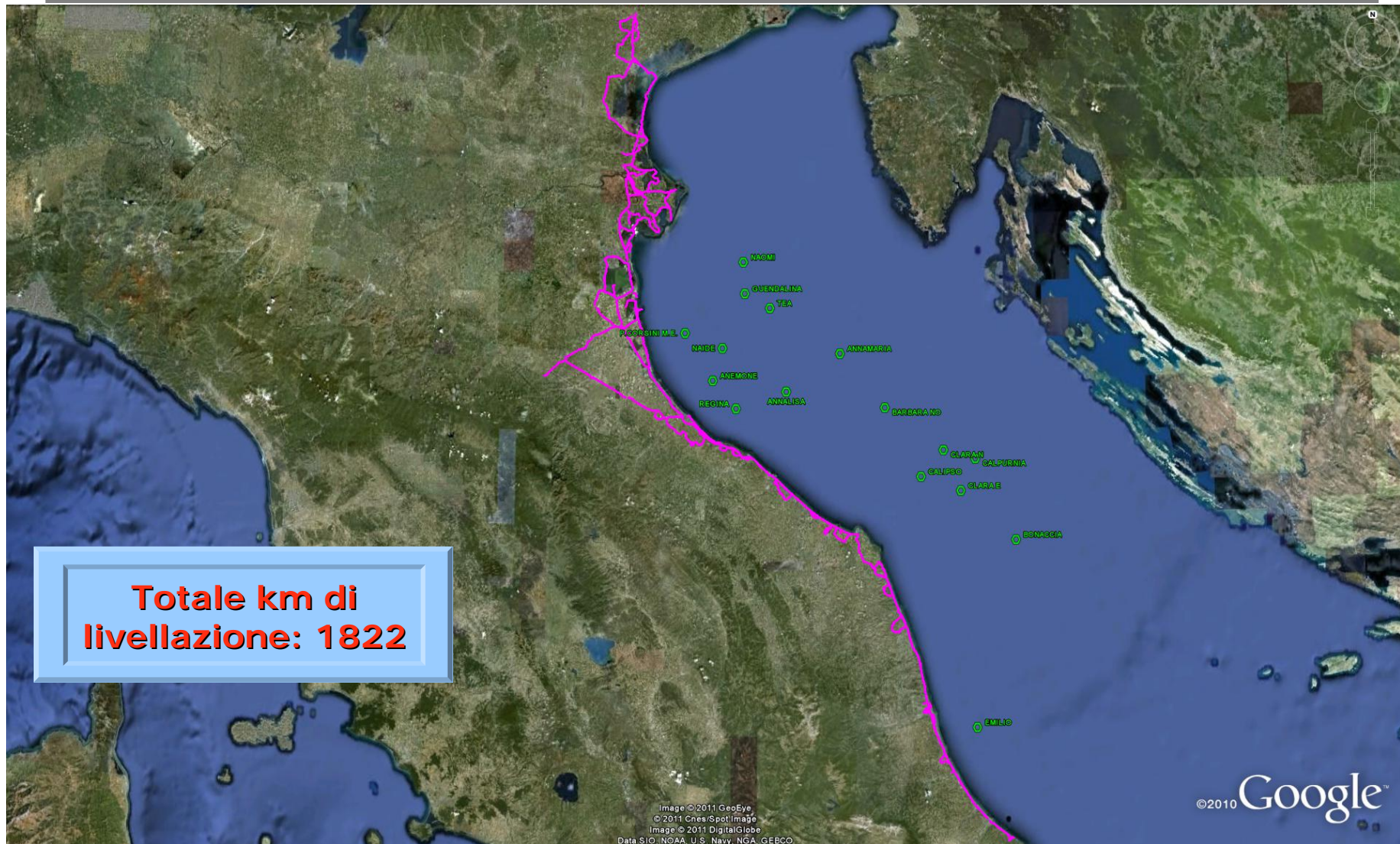
LIVELLAZIONI GEOMETRICHE



eni

exploration & production

Livellazione geometrica: rete eni E&P



eni

exploration & production

Livellazione geometrica: rete eni Comune di Ravenna



eni

exploration & production

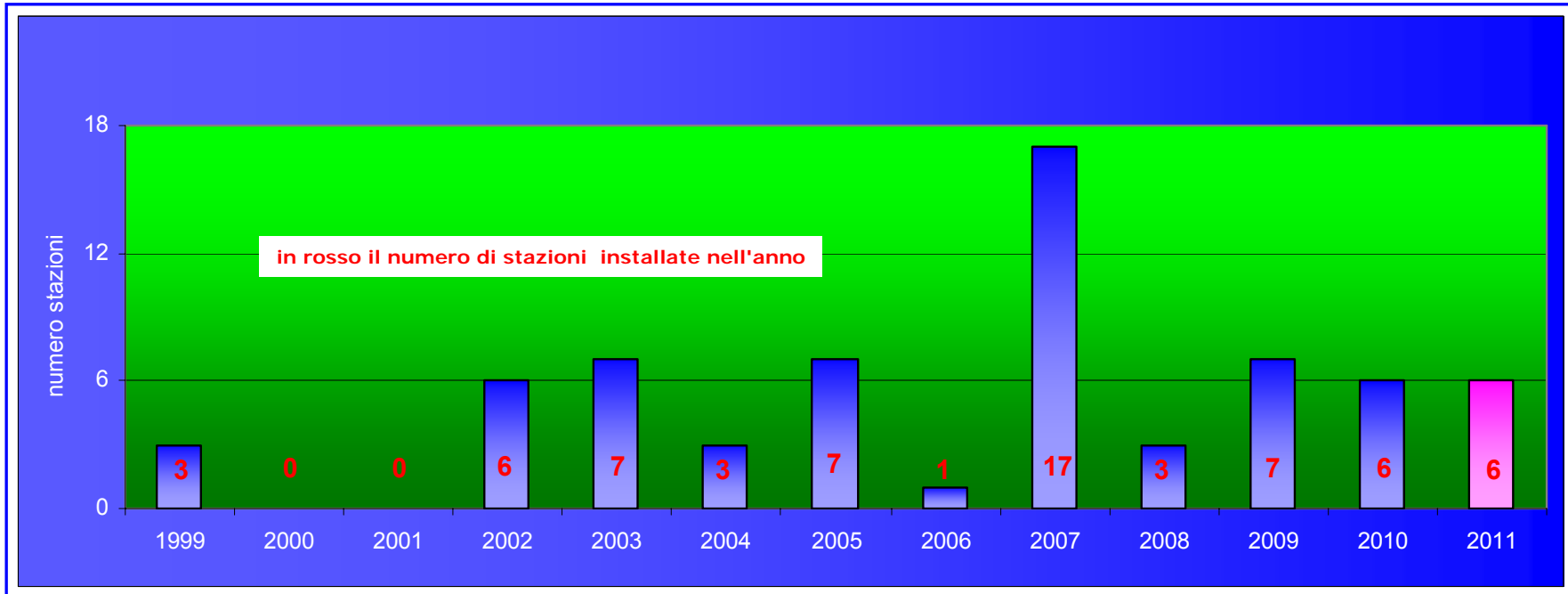
CGPS



eni

exploration & production

Installazioni stazioni permanenti CGPS



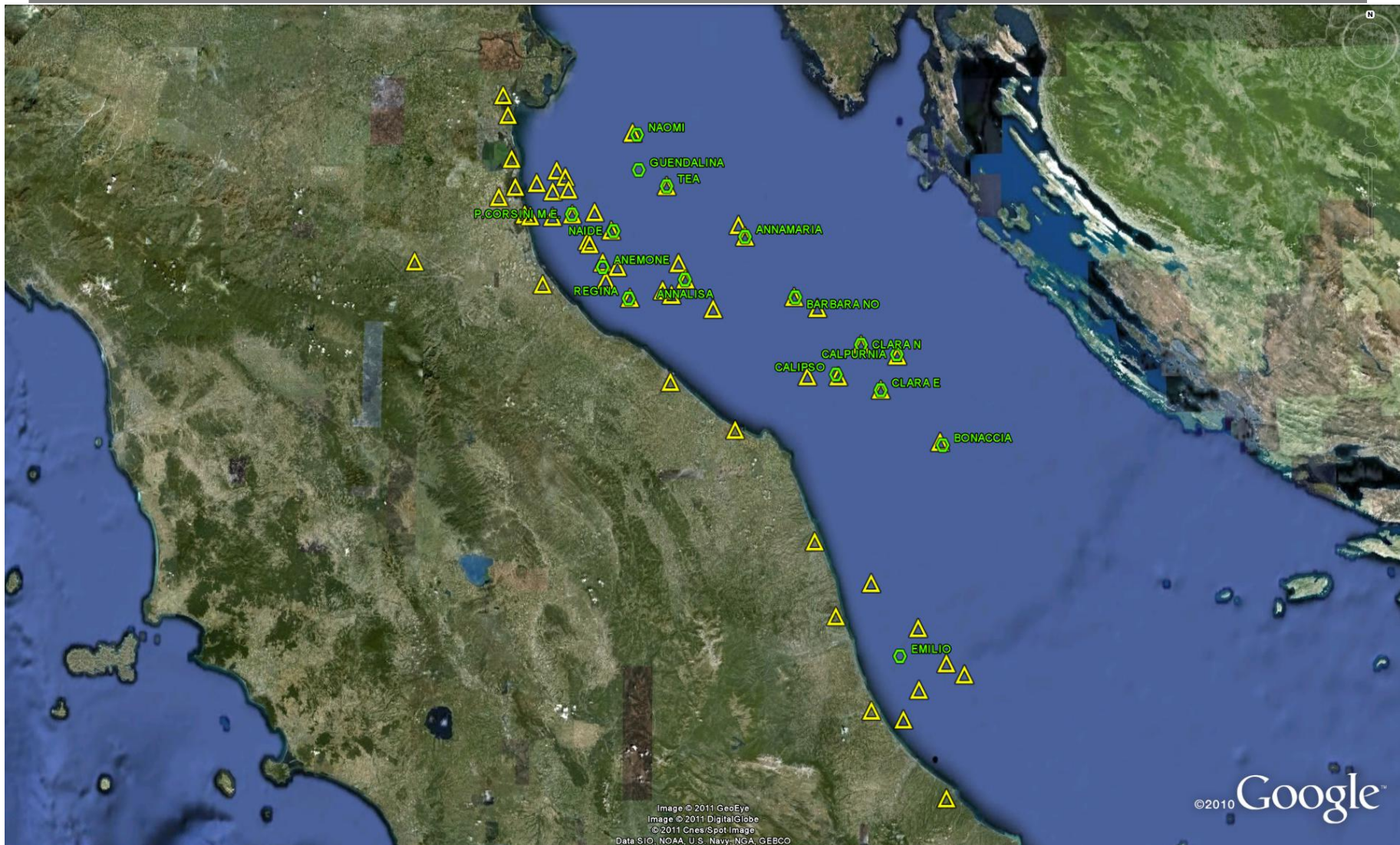
La rete di monitoraggio CGPS attualmente consta di 60 stazioni, 42 offshore e 18 onshore, implementate a partire dal 1999 fino al 2010, per il 2011 sono già previste ulteriori 6 stazioni.



eni

exploration & production

Rete CGPS (Continuous Global Positioning System)



eni

exploration & production

SSU (Satellite Survey Unit)



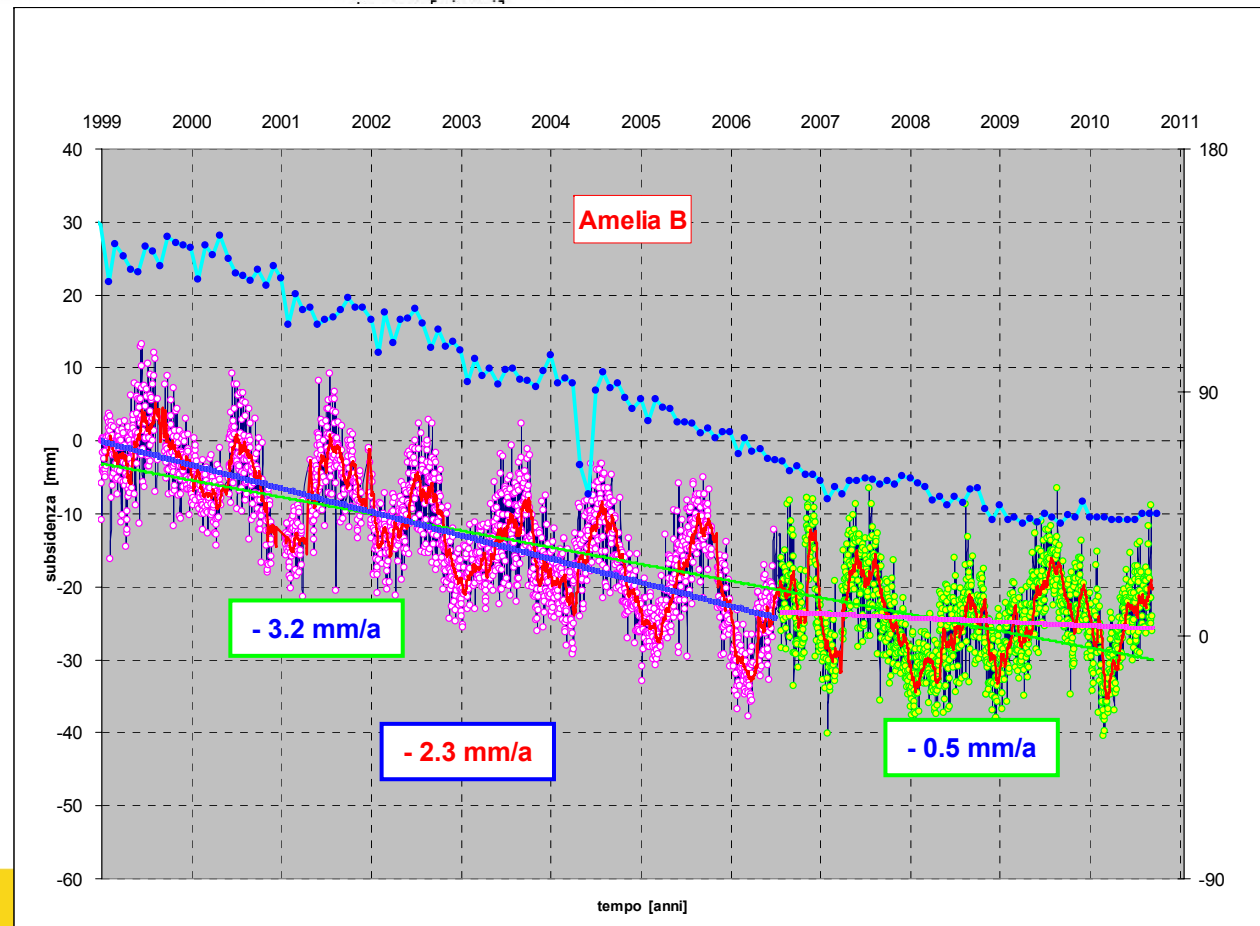
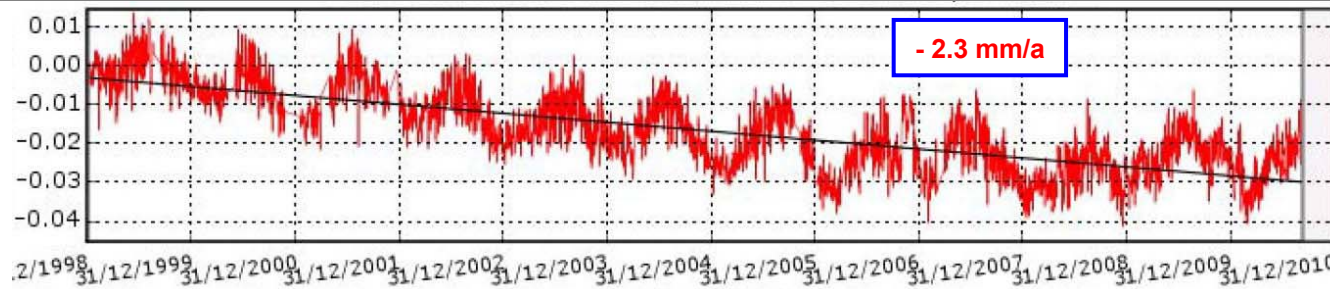
CAMPO DI AMELIA



eni

exploration & production

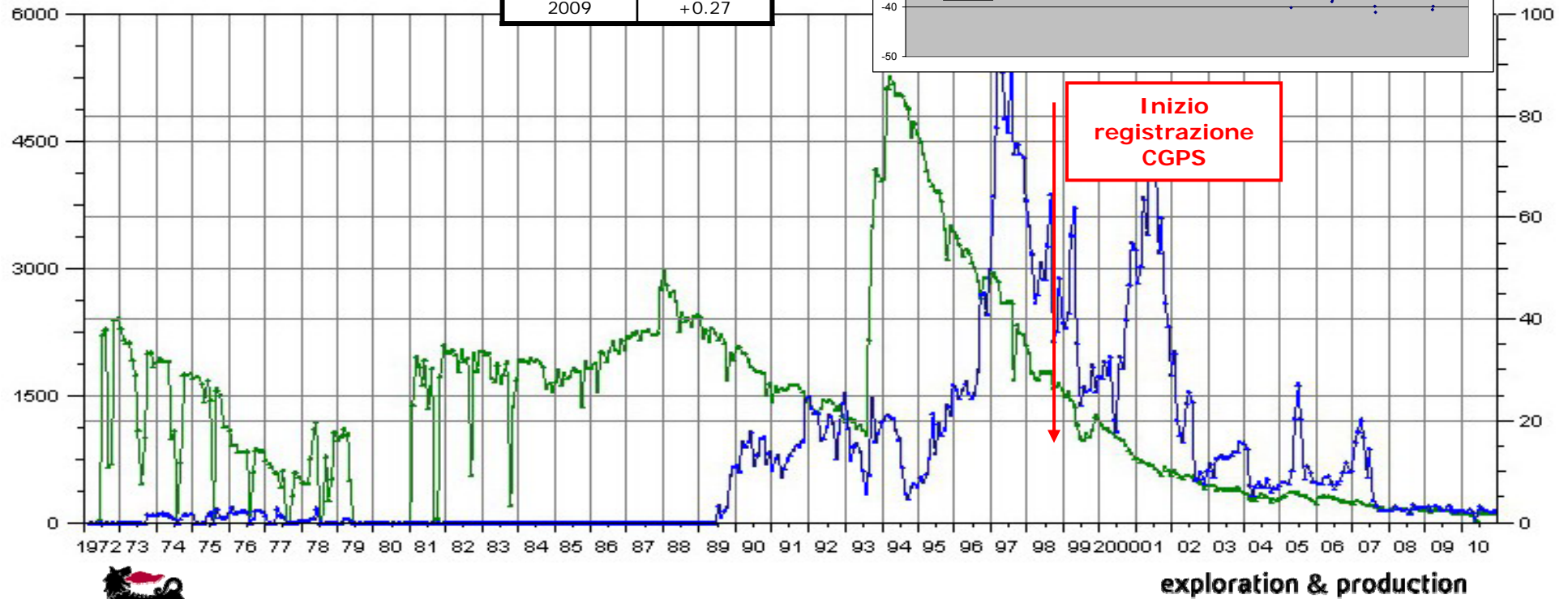
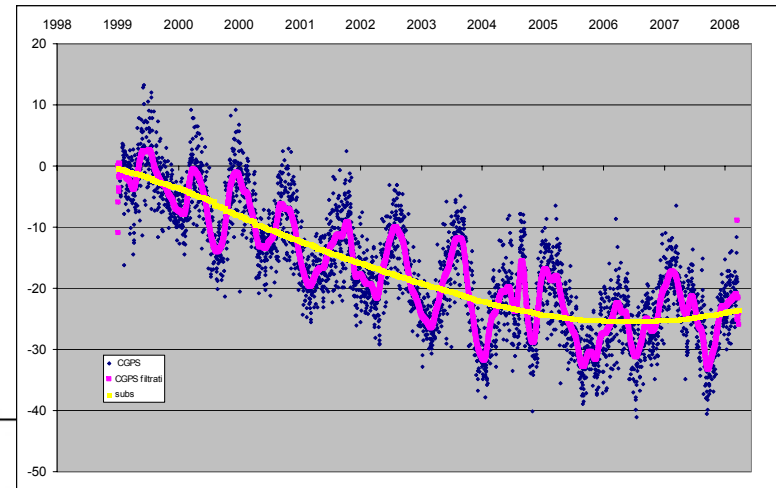
Campo di Amelia – analisi registrazione CGPS vs produzione gas



eni

Campo di Amelia – analisi registrazione CGPS vs produzione gas

	sub rate mm/a
1999	-3.33
2000	-3.45
2001	-3.47
2002	-3.38
2003	-3.18
2004	-2.87
2005	-2.46
2006	-1.94
2007	-1.31
2008	-0.57
2009	+0.27



eni

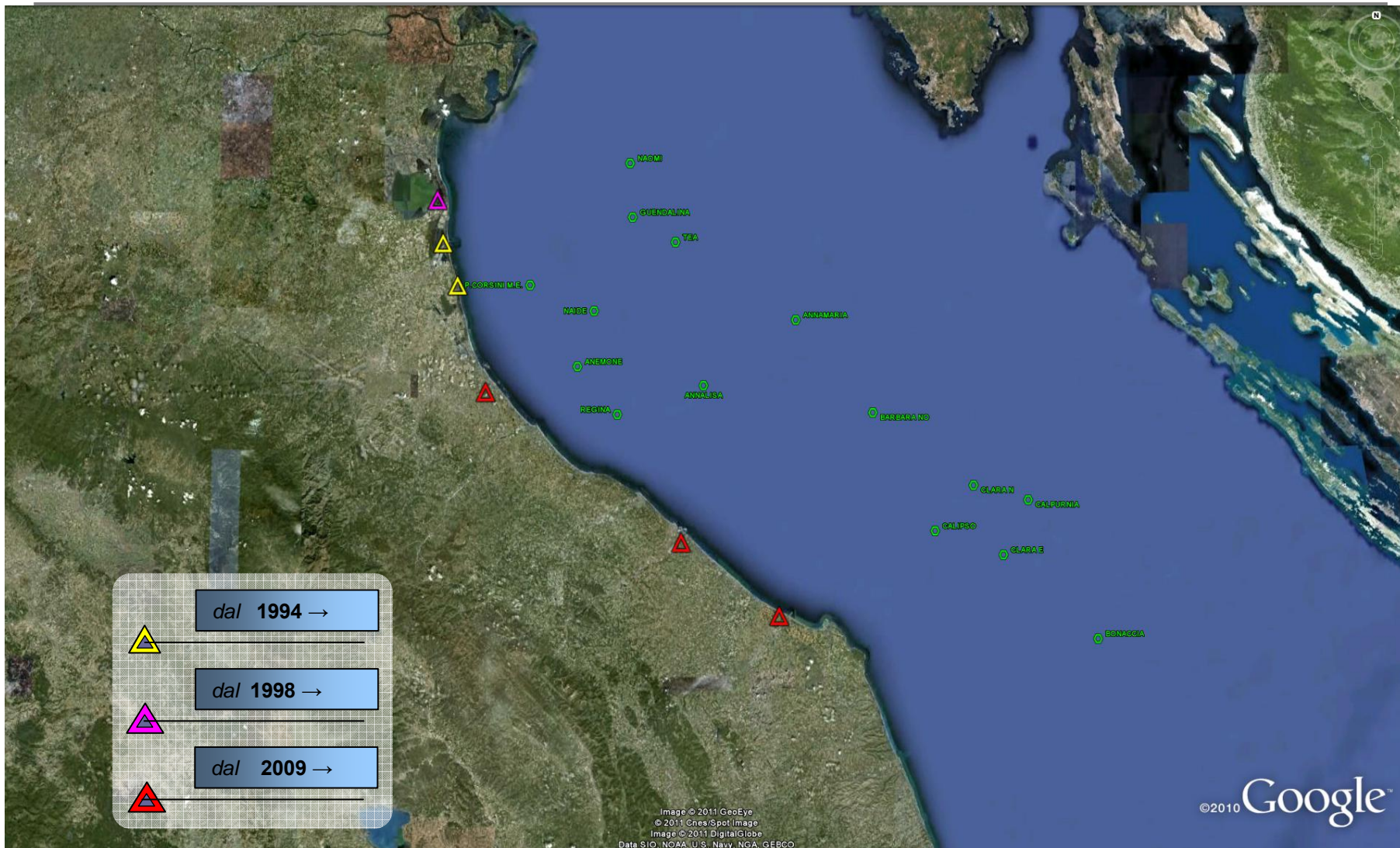
ESTENSIMETRI E PIEZOMETRI



eni

exploration & production

Stazioni assestometriche/piezometriche

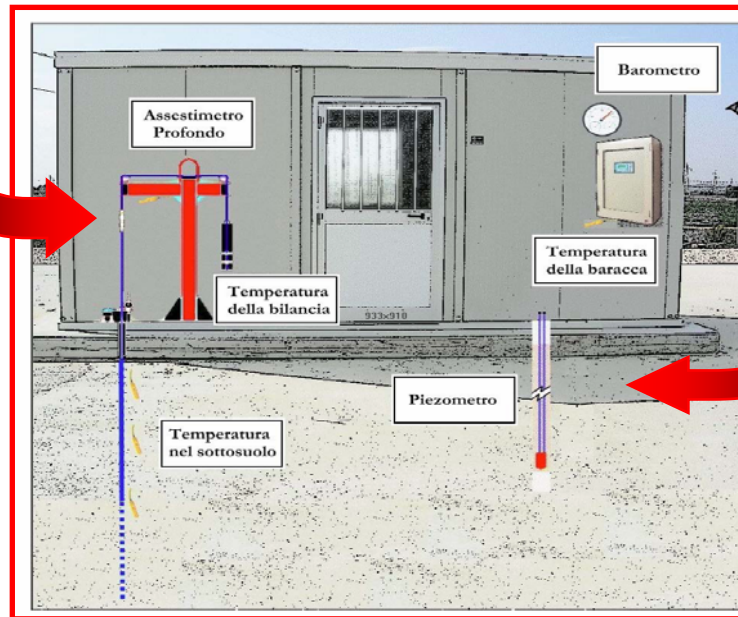


eni

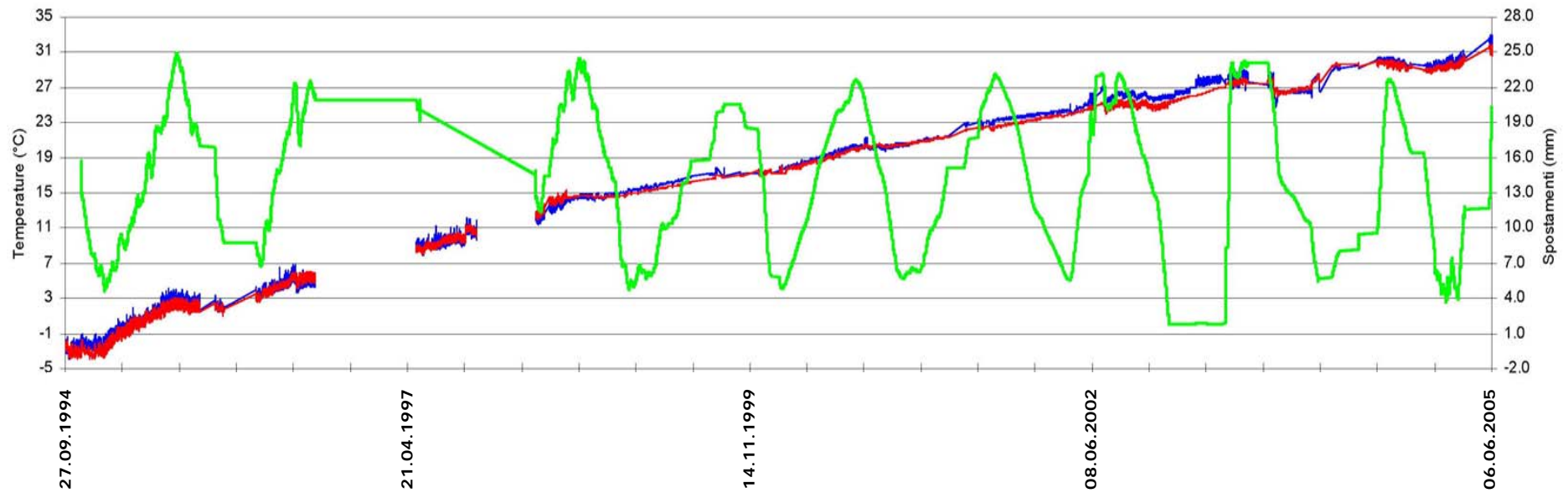
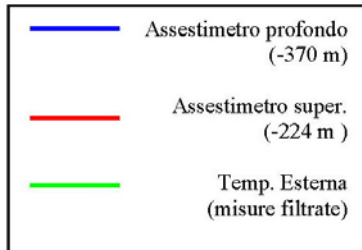
exploration & production

Stazioni assestometriche/piezometriche

In una singola postazione trovano alloggio sia uno o più pozzi assestometrici, sia uno o più pozzi piezometrici, mediante i quali possono essere ricavate informazioni necessarie alla determinazione della compattazione superficiale.



Esempio di registrazione



eni

exploration & production

SAR



eni

exploration & production

Rilievi interferometrici radar-satellitari con la tecnica PS

Dall'interferometria differenziale ai PS

Si possono misurare quote e spostamenti relativi millimetrici del terreno in corrispondenza di bersagli altrettanto stabili a livello millimetrico (i Permanent Scatterers)

I Permanent Scatterers sono identificati dall'analisi congiunta di numerose immagini SAR, rilevate al più ogni 35 (24) giorni

The diagram shows a satellite labeled 'TRE' emitting two radar waves, R_1 and R_2 , towards the ground. On the ground, there are several targets: trees marked 'VS' with red 'X's, a building marked 'PS', and another building marked 'PS'. A red arrow indicates a change in distance Δr between two PS targets. To the right, a 3D visualization shows a terrain map with color-coded areas representing elevation or displacement.

www.treuropa.com

COPYRIGHT - Tele-Rilevamento Europa 2007

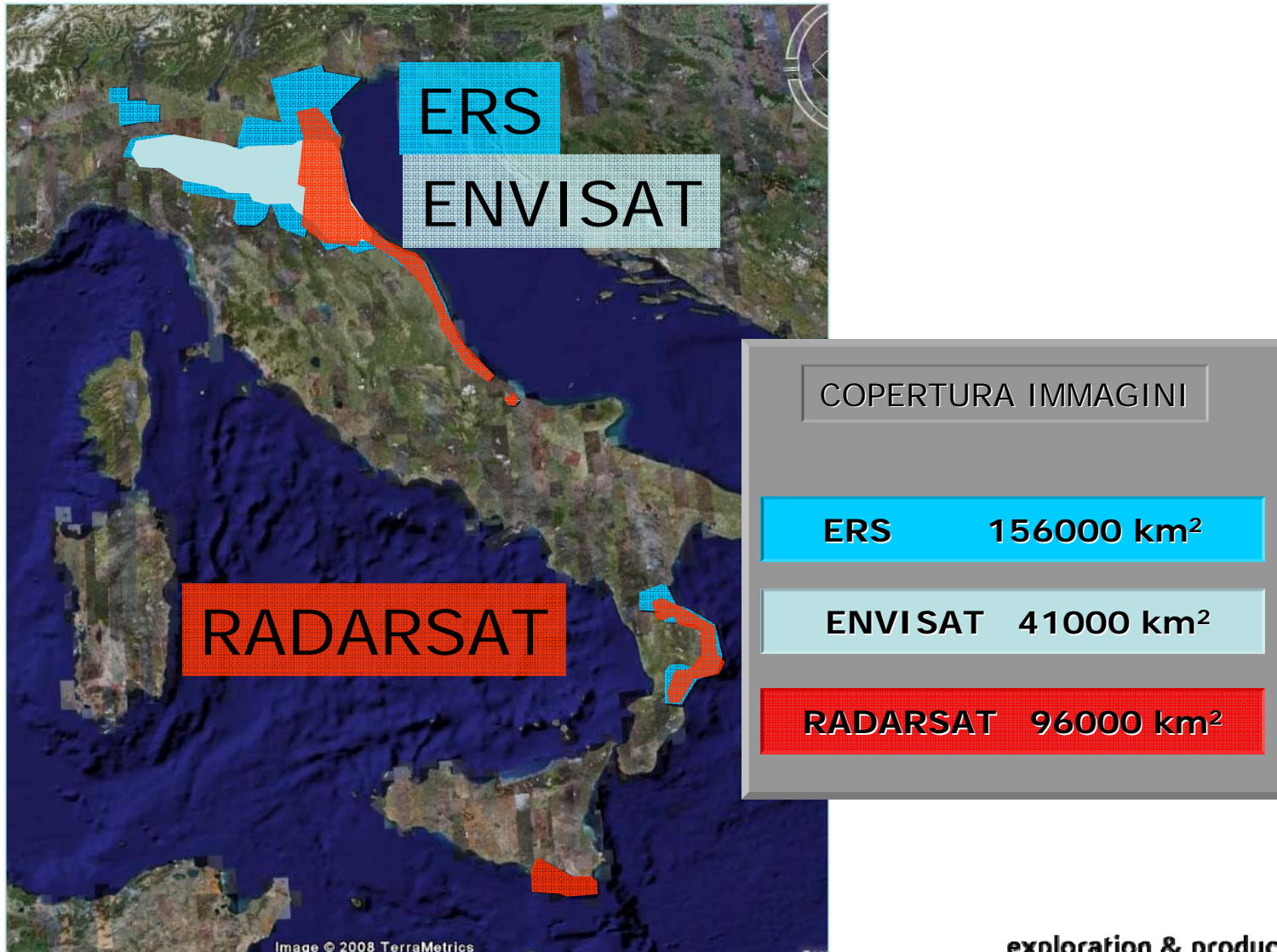
85



eni

exploration & production

Rilievi satellitari SAR – copertura satelliti



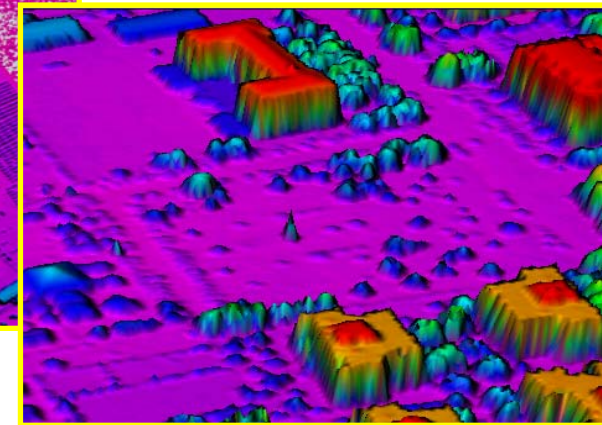
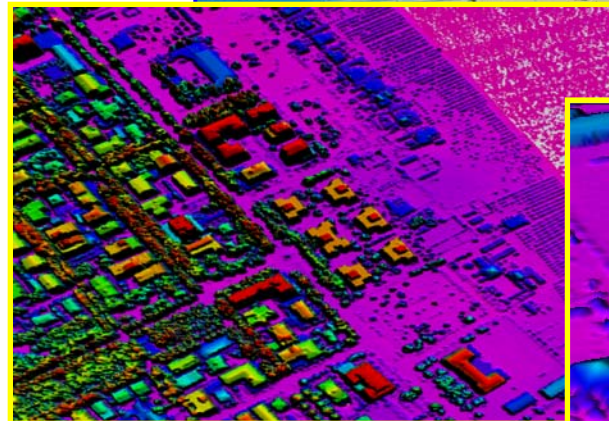
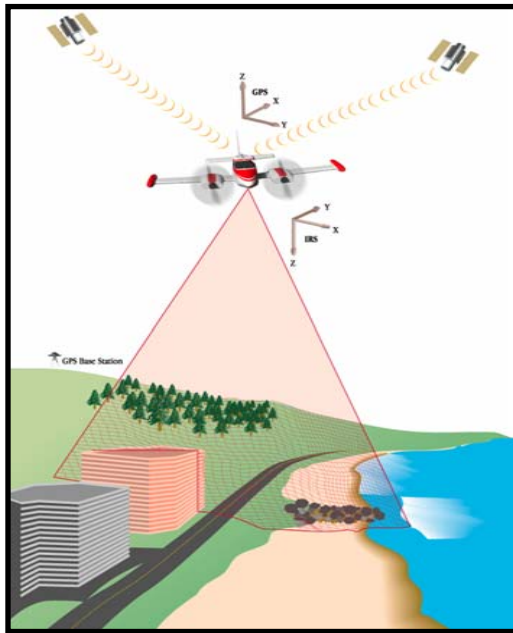
LIDAR



eni

exploration & production

Rilievo altimetrico LiDAR (Laser Imaging Detection And Ranging)



Area di studio:

- 322 km² di costa da Rimini alla foce del Po

Obiettivo:

- valutazione degli effetti geodinamici del carico degli edifici



eni

exploration & production

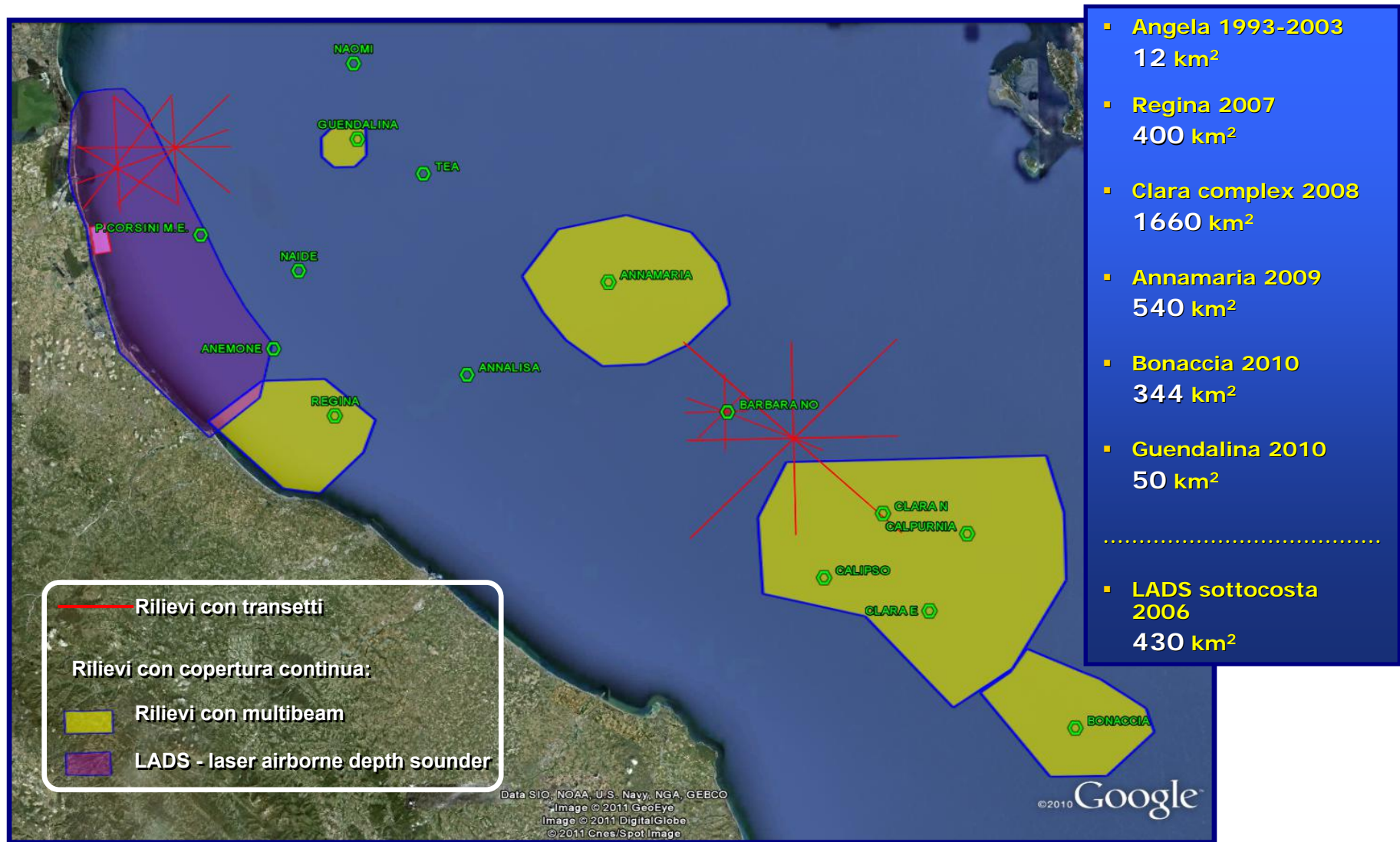
RILIEVI BATIMETRICI



eni

exploration & production

Batimetrie



- **Angela 1993-2003**
12 km²
- **Regina 2007**
400 km²
- **Clara complex 2008**
1660 km²
- **Annamaria 2009**
540 km²
- **Bonaccia 2010**
344 km²
- **Guendalina 2010**
50 km²
-
- **LADS sottocosta 2006**
430 km²



eni

exploration & production

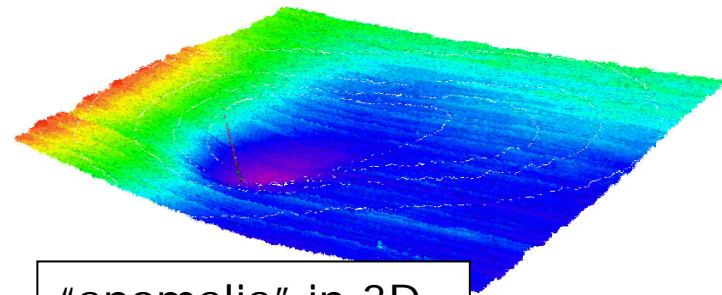
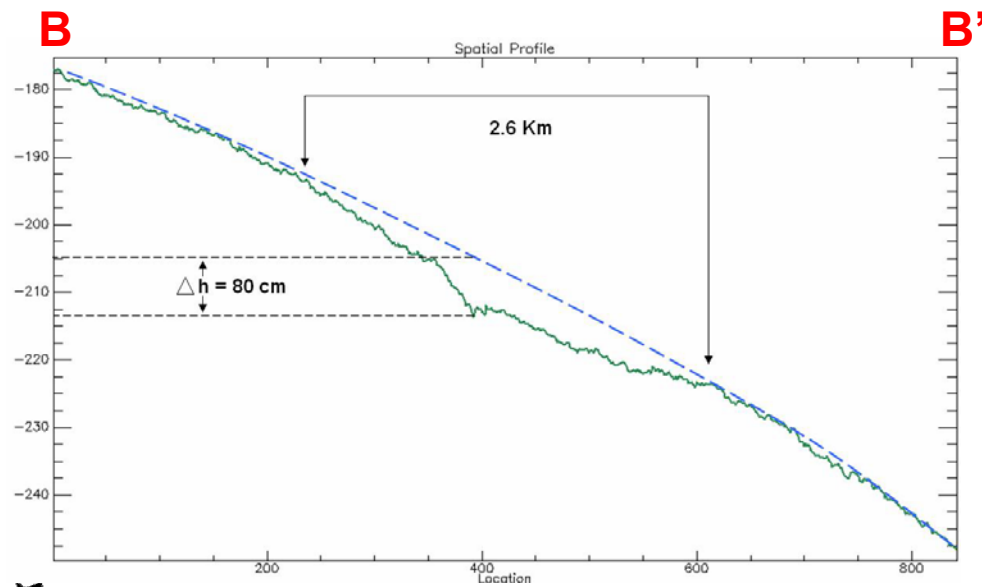
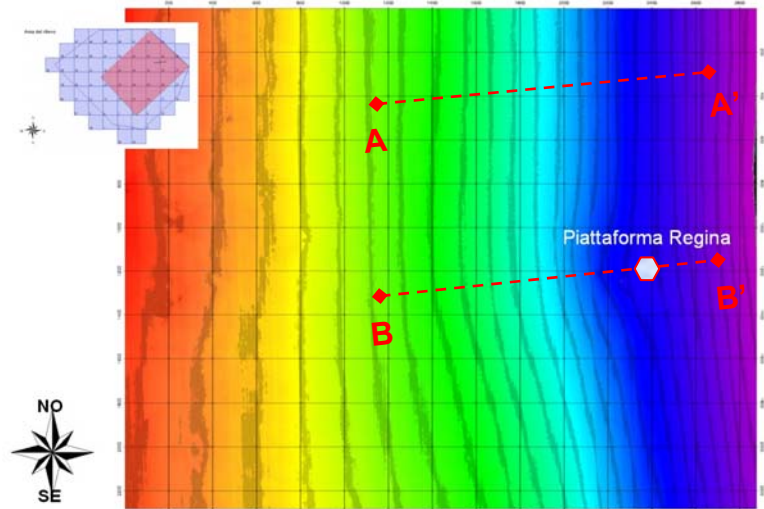
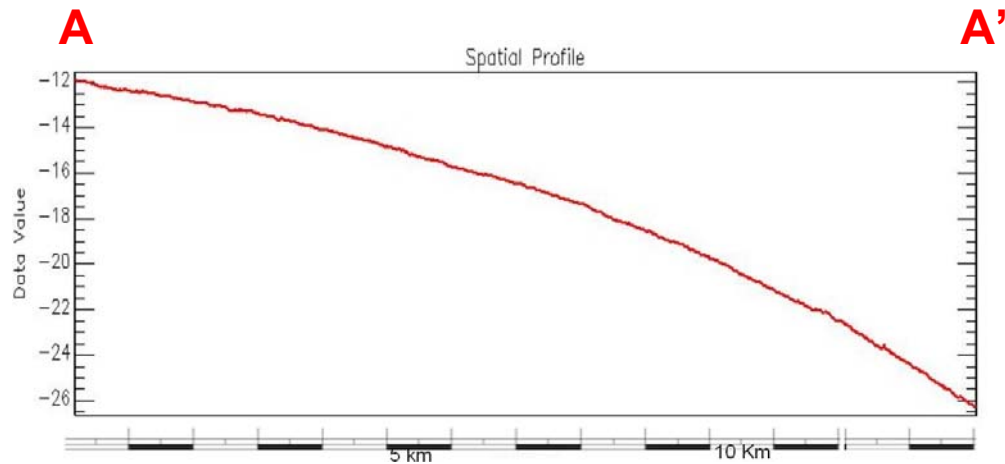
CAMPO DI REGINA



eni

exploration & production

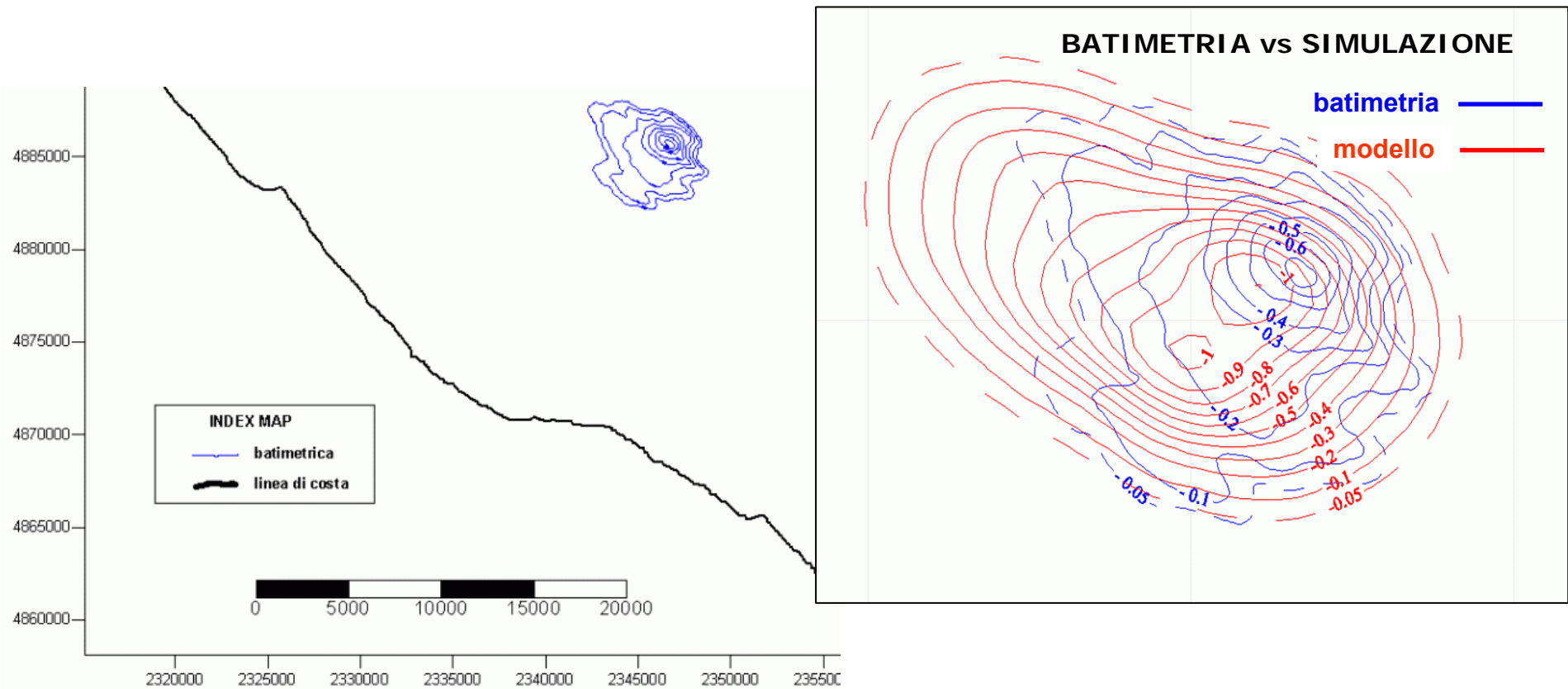
Batimetria area campo di Regina



eni

exploration & production

Analisi batimetria per taratura modello di subsidenza



eni

exploration & production

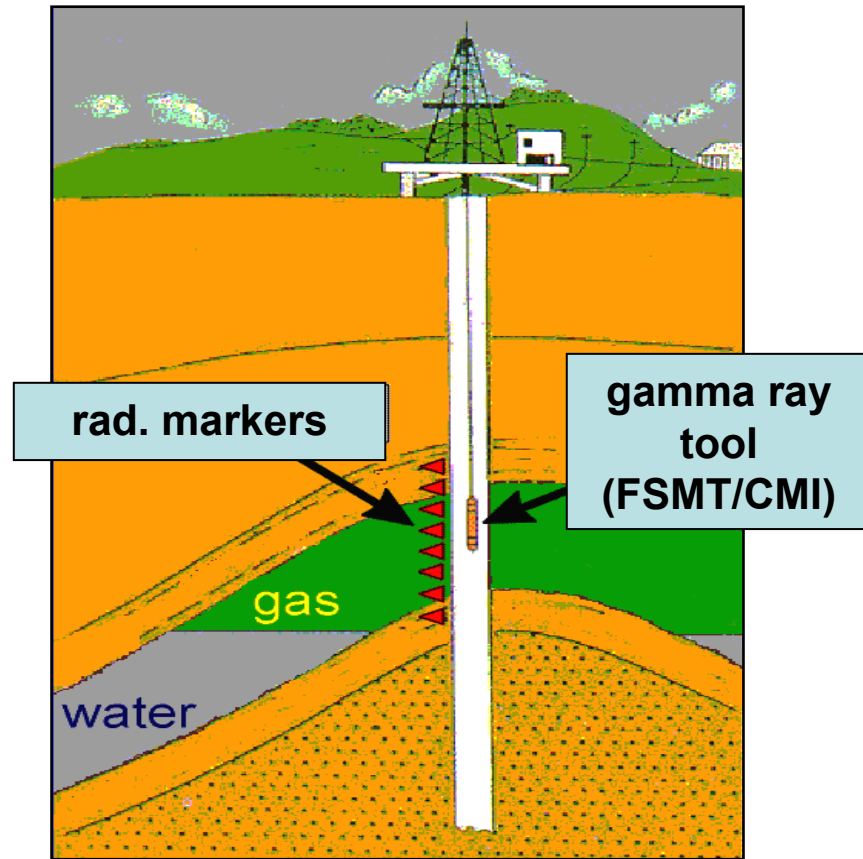
MARKERS



eni

exploration & production

Rilievi della compattazione profonda tramite markers



eni

exploration & production

Pozzi con marker



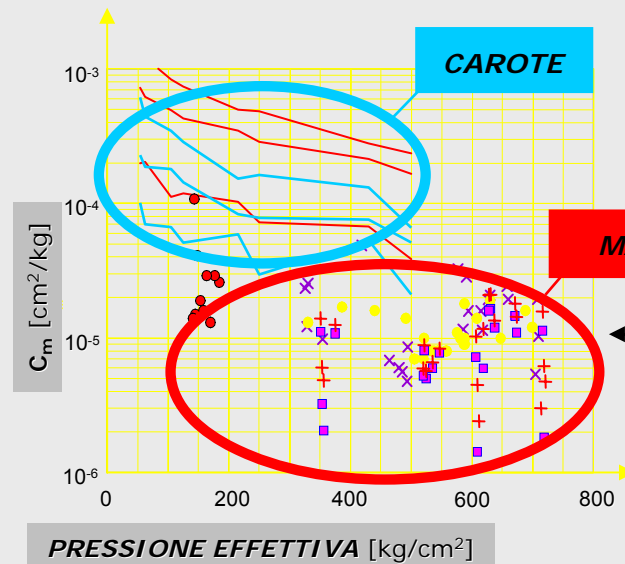
eni

exploration & production

Misure "in situ" vs misure di laboratorio

Principali input per modelli previsionali di subsidenza:

- ❑ modello geologico
- ❑ modello dinamico (andamento della pressione nel tempo)
- ❑ coefficiente di comprimibilità (C_m)



Risultati dei rilievi:
il coefficiente di comprimibilità (C_m)
misurato in pozzo risulta di un ordine
di grandezza inferiore a quello
misurato in laboratorio.

LE SIMULAZIONI PREVISIONALI EFFETTUATE CON L'UTILIZZO DEI C_m OTTENUTI DALLE PROVE EDOMETRICHE DI LABORATORIO, FORNISCONO VALORI MOLTO SUPERIORI ALLA REALTÀ, MENTRE L'UTILIZZO DI C_m DA MARKER HA PERMESSO DI OTTENERE VALORI DI SUBSIDENZA CONFRONTABILI CON QUELLI MISURATI.



eni

exploration & production

MICROSISMICA



eni

exploration & production

Microsismica



La rete attuale

- o **Minerbio (1979 →)** 3
- o **Cavone (1982 →)** 4
- o **Val d'Agri (2001 →)** 12
- o **Crotone (2003 →)** 6

on-shore 23 stazioni
off-shore 2 stazioni

Il programma 2011 prevede la continuità del servizio di monitoraggio di tutte le stazioni.



eni

exploration & production

MONITORAGGIO METEOMARINO



eni

exploration & production

Sistema di monitoraggio meteo marino

Variabili acquisite:

- temperatura atmosferica
- pressione atmosferica
- umidità aria
- radiazione solare
- direzione vento
- velocità vento
- altezza onda

Le misure vengono campionate e archiviate ogni 30 minuti.



Entro il 2011 tutte le stazioni verranno dotate di un sensore per la misura della corrente.



eni

exploration & production

Costi monitoraggio previsti per l'anno 2011

12,2 milioni €



eni

exploration & production

Conclusioni

I DATI DI MONITORAGGIO RACCOLTI NEL CORSO DELLA COLTIVAZIONE DEI CAMPI CONSENTONO L'AGGIORNAMENTO/AFFINAMENTO DEGLI STUDI PREVISIONALI DI SUBSIDENZA E DI INTRAPRENDERE TEMPESTIVAMENTE OGNI EVENTUALE MISURA DI CONTROLLO E MITIGAZIONE DEL FENOMENO.



eni

exploration & production

exploration & production



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

eni