



Regione Toscana

**Le attività regionali
per la microzonazione
sismica
in Toscana**

**Il ruolo dei professionisti nell'ambito degli studi di microzonazione
sismica di livello 1: esempi applicativi**

Ordine dei Geologi della Toscana

Francesco Ceccarelli (vicepresidente), Simone Sartini (segretario)

Firenze

12 giugno 2014

Cenacolo di Santa Apollonia

Auditorium - Sala Poccetti

Via San Gallo, 25/A

Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R

Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche. (Bollettino Ufficiale n. 51, parte prima, del 02.11.2011)

Riporta nel PREAMBOLO

Visti gli indirizzi e i criteri generali per la **microzonazione sismica** approvati dalla Presidenza del Consiglio dei ministri – dipartimento della protezione civile e dalla conferenza unificata delle regioni e delle province autonome in data 13 novembre 2008, emanati ai sensi dell'articolo 93 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n.112 (Conferimento di funzioni e compiti allo Stato, alle regioni e agli enti locali, in attuazione della legge 15 marzo 1997, n.59) e ai sensi dell'articolo 5 del decreto legge 7 settembre 2001, n. 343 (Disposizioni urgenti per assicurare il coordinamento operativo delle strutture preposte alle attività di protezione civile e per migliorare le strutture logistiche nel settore della difesa civile) convertito, con modificazioni, con la legge 9 novembre 2001, n. 401;

Vista l'ordinanza del Presidente Consiglio dei ministri 15 novembre 2010, n. 3907 (Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009, n. 39 convertito, con modificazioni, con la legge 24 giugno 2009, n. 77 in materia di **contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico**) ed, in particolare, l'articolo 3 di detta ordinanza, che stabilisce che le regioni predispongano i programmi per la realizzazione degli interventi di cui all'articolo 2, sentiti i comuni interessati e che gestiscano i contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico;

Art. 13 - Collaborazione e coordinamento

1. Nella fase che precede la presentazione della documentazione di cui all'articolo 4, il comune può richiedere che la struttura regionale competente fornisca elementi utili alla definizione del quadro conoscitivo.
2. Il comune promuove le più opportune forme di collaborazione con l'Autorità di bacino e la struttura regionale competente al controllo delle indagini geologiche, anche attraverso l'indizione di apposite conferenze di servizi per l'armonizzazione dei quadri conoscitivi dei piani di riferimento per le indagini geologiche nonché per il necessario coordinamento ai fini del rilascio dei rispettivi atti di competenza.

Allegato A

DIRETTIVE PER LE INDAGINI GEOLOGICHE

§ 1. Disposizioni generali

Per quanto attiene agli aspetti sismici, tutto il territorio regionale viene considerato sismico e distinto in differenti zone sulla base del differente grado di pericolosità sismica

Per quanto riguarda le modalità di modellazione geologica e caratterizzazione sismica dei terreni si rinvia al D.M. 14 gennaio 2008; mentre per ciò che attiene ai criteri e alle modalità di esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche si rinvia a quanto prescritto nelle Istruzioni tecniche regionali del Programma valutazione effetti locali ("Programma VEL").

MICROZONAZIONE DI I LIVELLO

Lo studio di MS di livello 1 rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta Delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica ("MOPS").

Gli studi di MS hanno l'obiettivo di individuare ad una scala comunale o subcomunale le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

Nello specifico, la MS individua e caratterizza:

- le **zone stabili**: zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le **zone stabili suscettibili di amplificazione sismica**: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- le **zone suscettibili di instabilità**: zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

LE PERICOLOSITÀ

In generale, la sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di MS di livello 1, deve consentire di valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo le seguenti graduazioni di pericolosità:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

Pericolosità sismica locale media (S.2): zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la

Il ruolo del geologo professionista nell'ambito degli studi di microzonazione sismica si concretizza in due fasi:

Fase 1

- 1 Programmazione e predisposizione della campagna di indagini
- 2 Analisi critica dei risultati delle indagini

Fase 2

- 1 Redazione della documentazione e della cartografia
- 2 Integrazione con gli strumenti (PS) e gli atti (RU) di governo del territorio

Fase 1

- 1 Programmazione e predisposizione della campagna di indagini

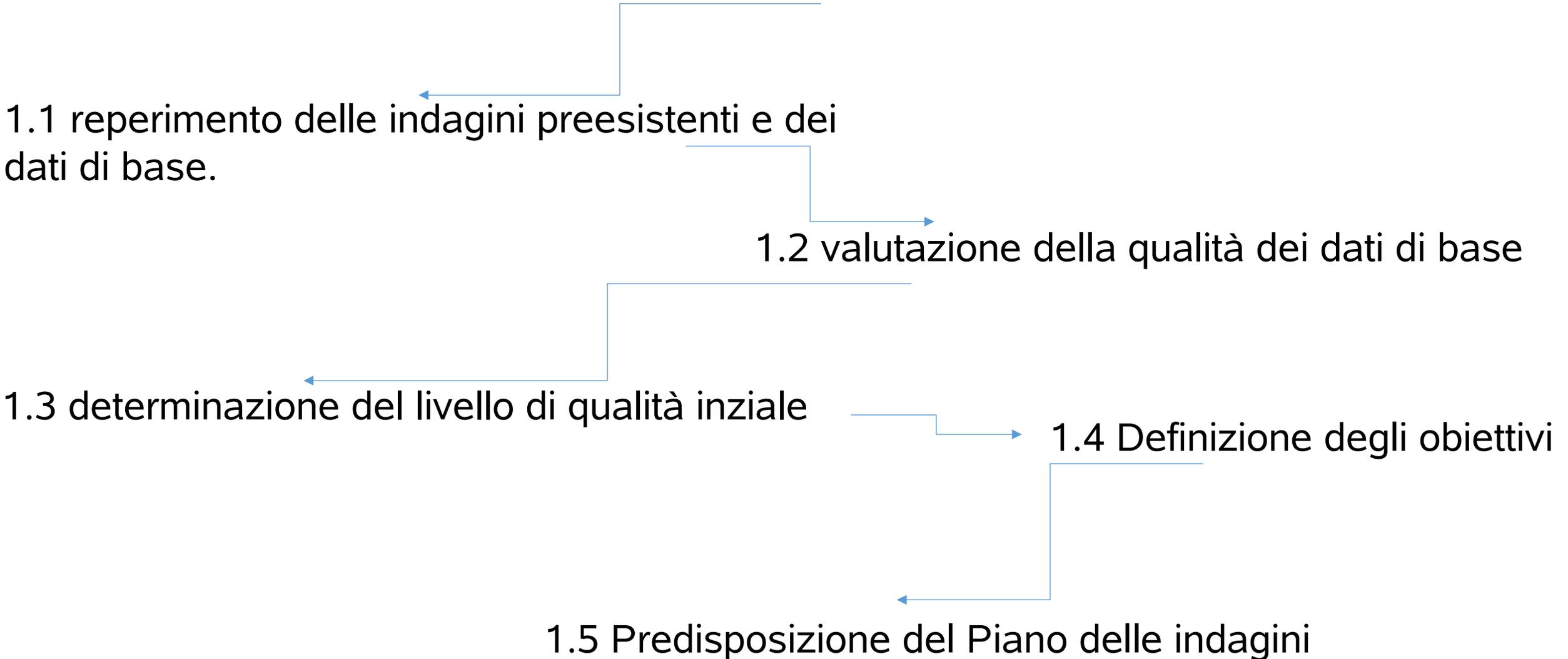
1.1 reperimento delle indagini preesistenti e dei dati di base.

1.2 valutazione della qualità dei dati di base

1.3 determinazione del livello di qualità iniziale

1.4 Definizione degli obiettivi

1.5 Predisposizione del Piano delle indagini



1.5 Predisposizione del Piano delle indagini

Per la MS di Livello 1 si ricorre ad indagini caratterizzate da dettaglio e costo proporzionati allo scopo.

Tipicamente:

- Misure HVSR
- Prove MASW
- Sismica a rifrazione per onde P ed SH

In alcuni casi può essere molto utile ricorrere ad indagini che forniscano una ottima ricostruzione stratigrafica per comprendere i rapporti giacitureali fra formazioni differenti o, più in generale, fra il bedrock ed i terreni di copertura. In questi casi si può ricorrere a Tomografie geoelettriche 2D/3D (ERT2D/3D)

L'esempio del Comune di Pisa

Gli studi sono tuttora in corso. Il gruppo di lavoro è coordinato dal Dott. Marco Redini, geologo del Comune di Pisa

1.1 Reperimento delle indagini preesistenti e dei dati di base
1.2 Valutazione della qualità dei dati di base
1.3 Determinazione del coefficiente di qualità iniziale

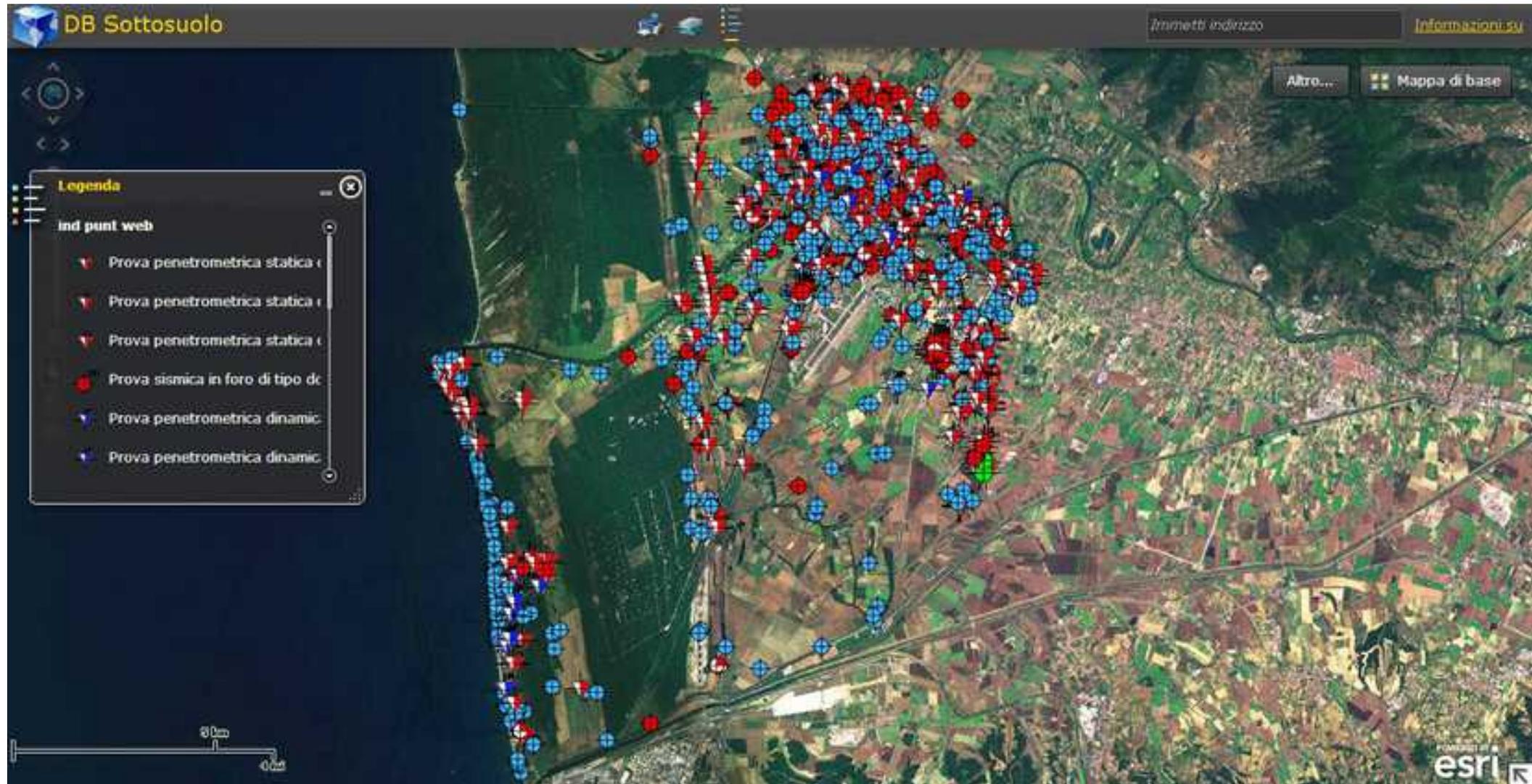
Disponibilità di dati di base recenti e di buona qualità

1.4 Definizione degli obiettivi

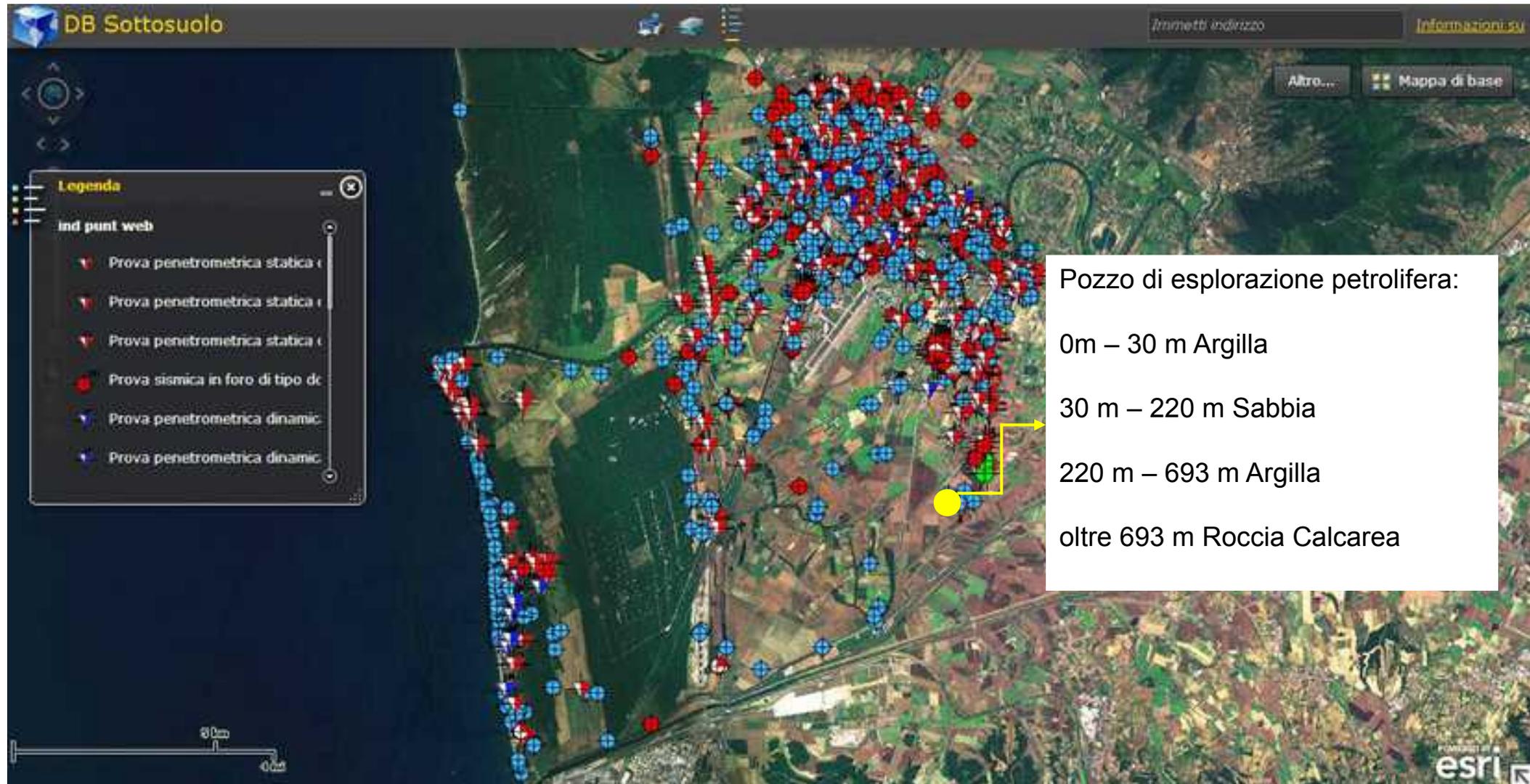
Modello concettuale di riferimento:

- Pianura alluvionale con un bedrock sismico piuttosto profondo (alcune centinaia di metri)
- Localmente sono presenti, entro 50 metri di profondità, strati di argille e ghiaie competenti
- Area di Coltano: zona debolmente convessa in cui affiorano le Sabbie dell'Isola di Coltano (Pleistocene) mantellate da Depositi Alluvionali Recenti (Olocene). Quindi possibile contrasto di impedenza.
- Numerosi paleoalvei prossimi ai centri abitati: valutazione della suscettibilità alla liquefazione
- Fascia costiera: valutazione della suscettibilità alla liquefazione della sabbia costiera

Dati di base



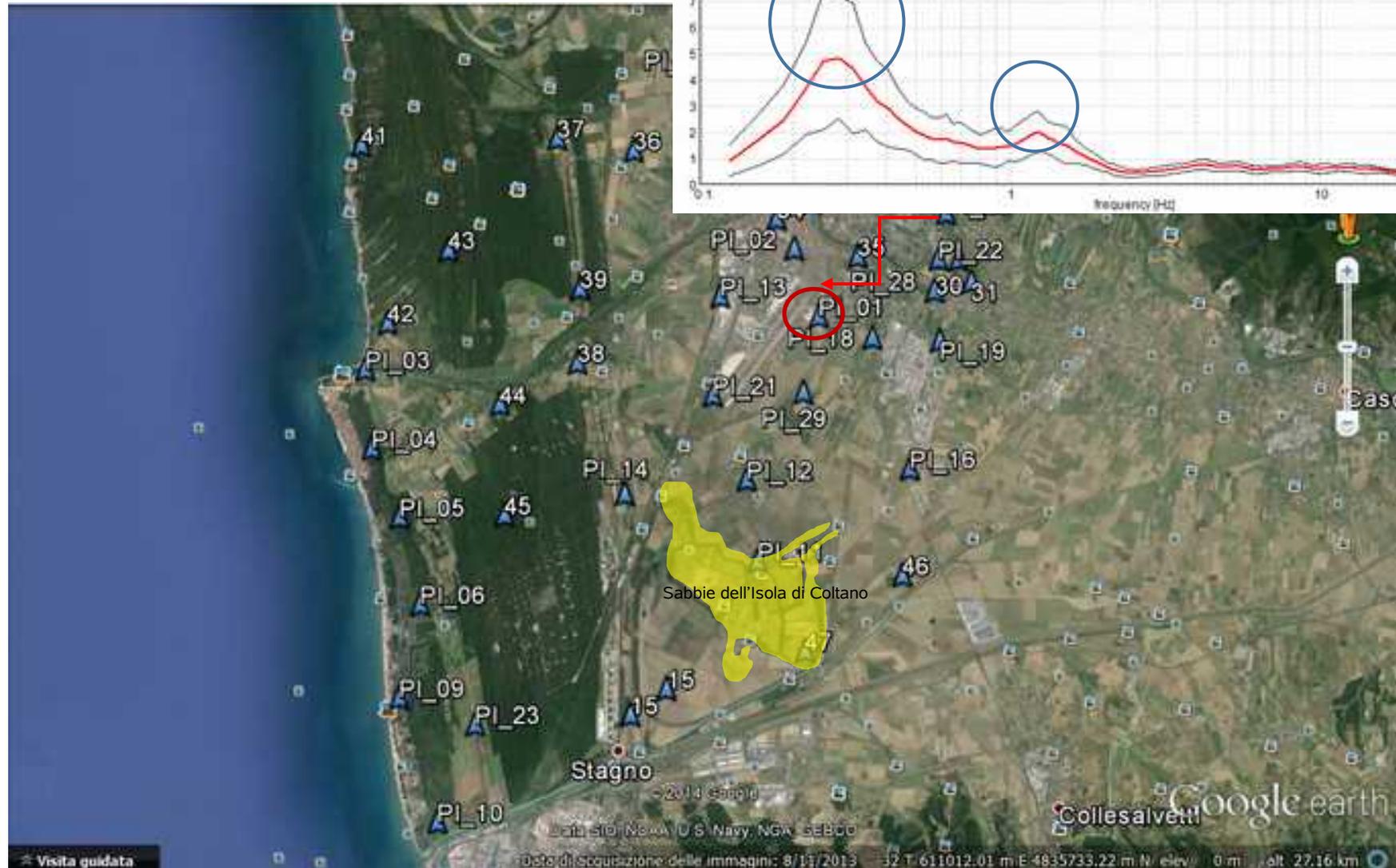
Dati di base



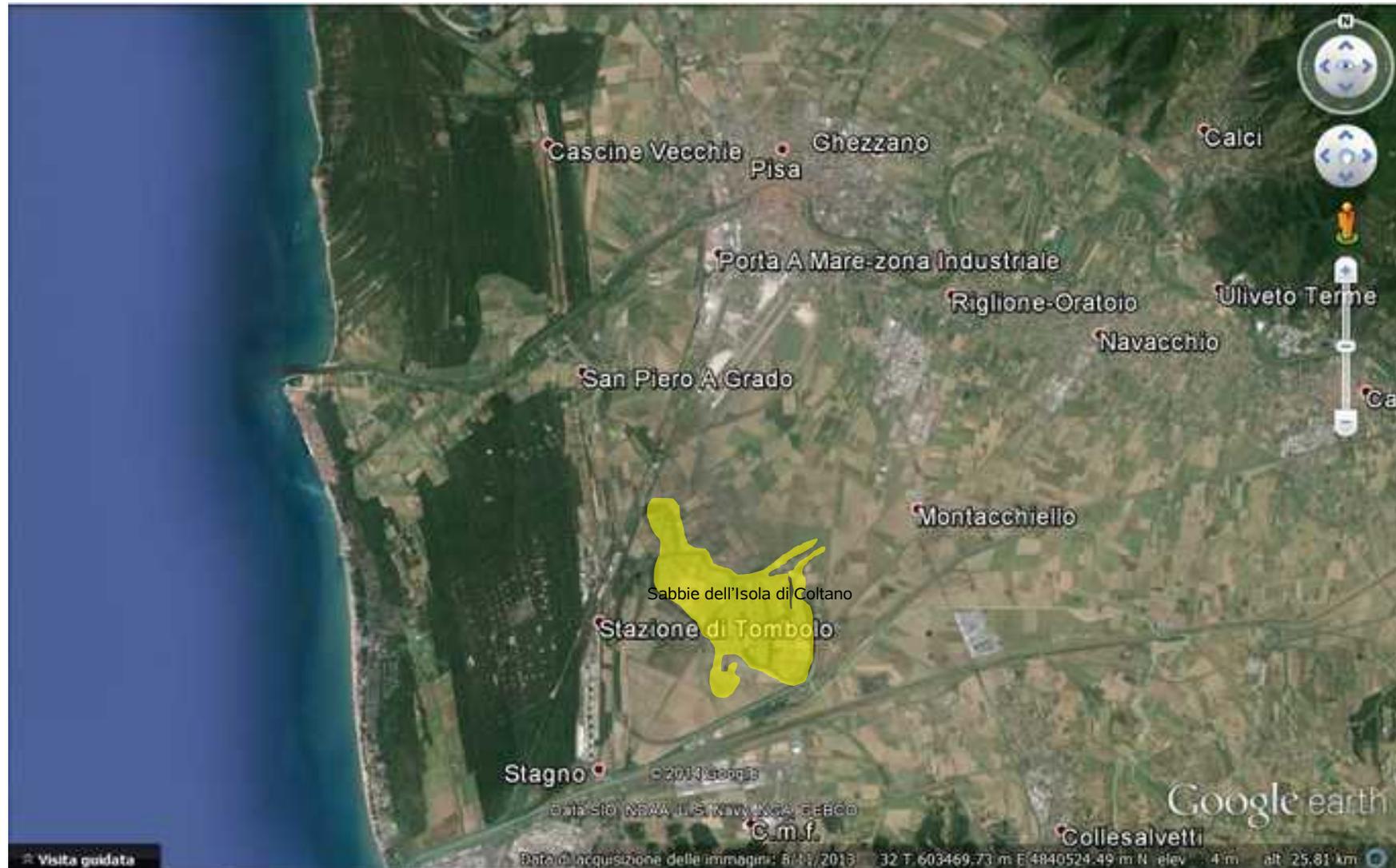
Misure HVSR



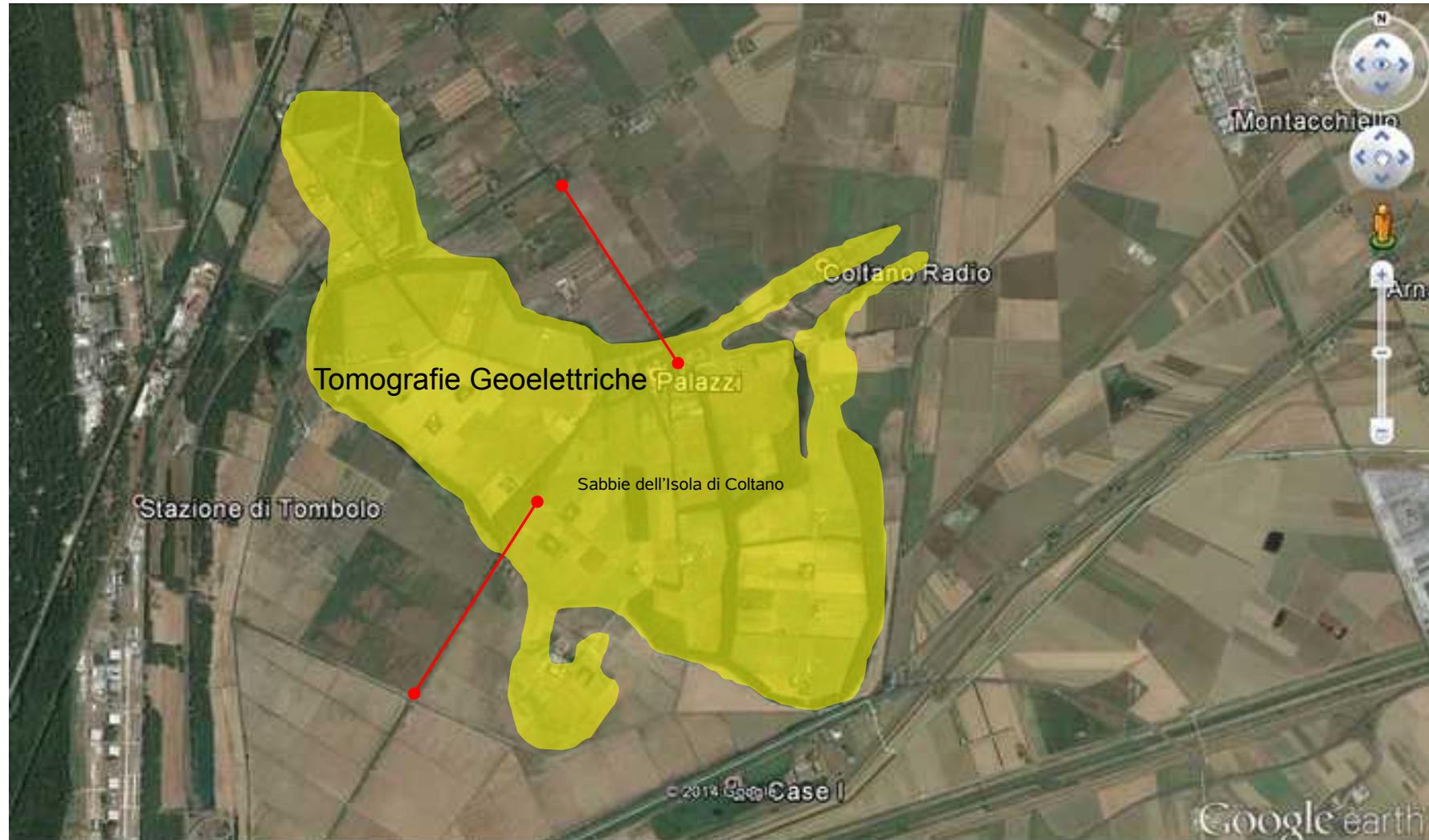
Misure HVSR



Tomografie geoelettriche



Tomografie geoelettriche



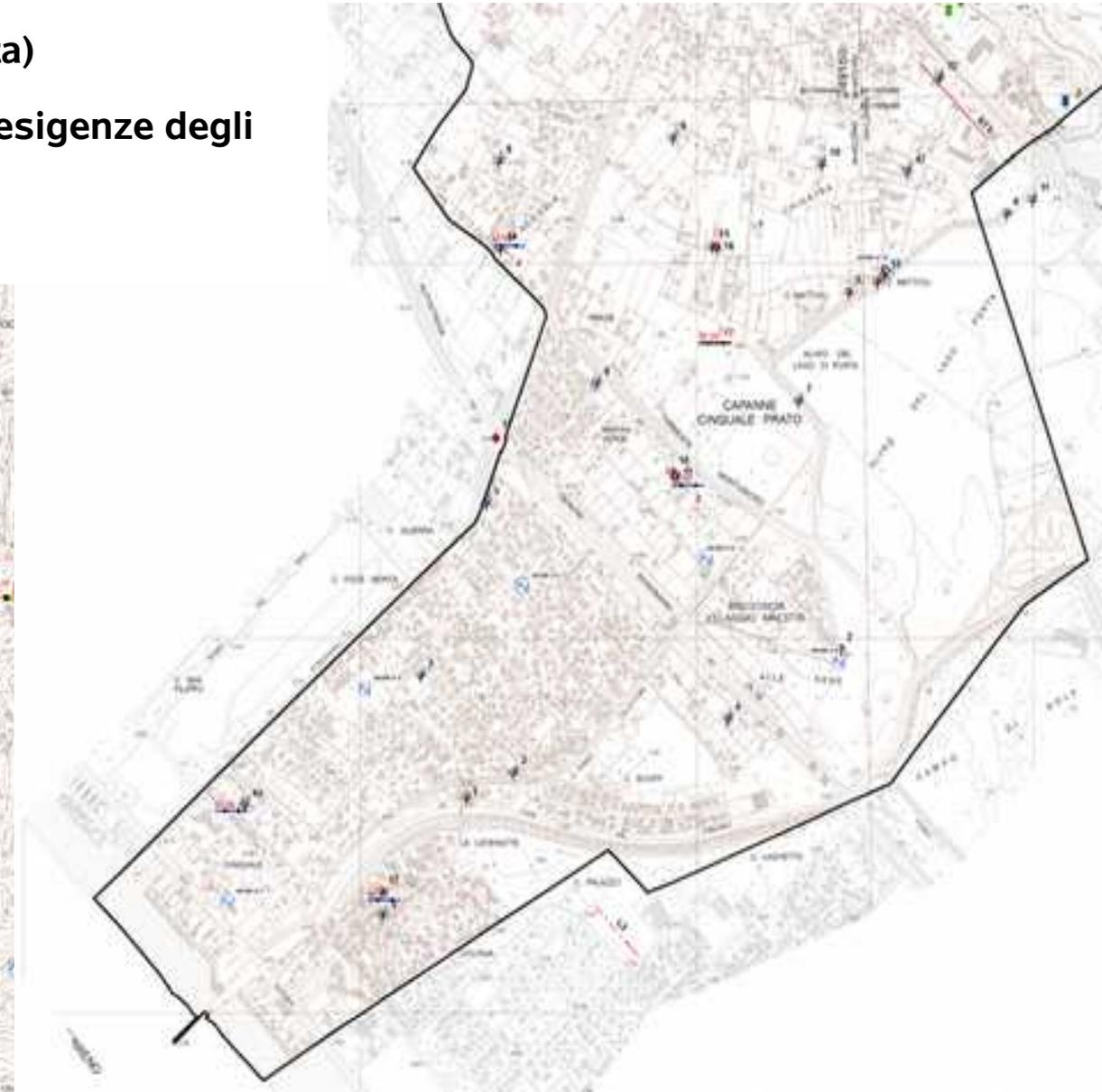
1.5 Predisposizione del Piano delle indagini

- Misure HVSR per la redazione della carta delle frequenze e per mettere in evidenza eventuali fenomeni di risonanza ascrivibili a strati di ghiaie e argille relativamente superficiali. Valutazione del contrasto di impedenza esistente fra le Sabbie di Coltano ed i depositi quaternari soprastanti.
- Tomografie geoelettriche 2D: per evidenziare la geometria del contatto fra i depositi olocenici e le Sabbie di Coltano nonché per la localizzazione di alcuni paleoalvei «campione» (preventivamente individuati mediante fotointerpretazione) sui quali effettuare caratterizzazioni per la verifica della suscettibilità alla liquefazione.
- Indagini e prove per la verifica della suscettibilità alla liquefazione (paleoalvei e fascia costiera)

Esempio di un comune della costa Apuo Versiliese

Dati a disposizione:

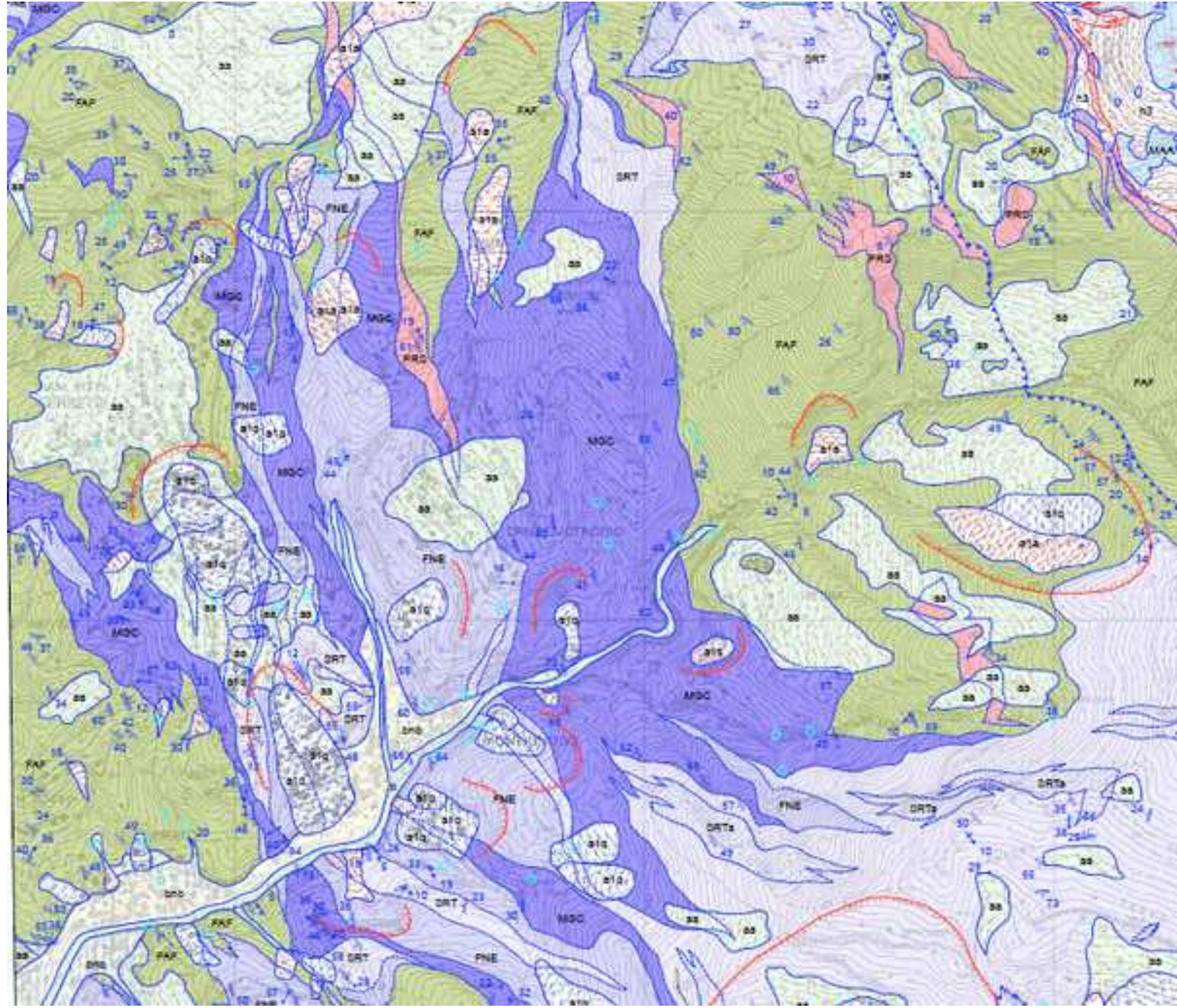
- area di montagna (pochi dati a disposizione e di validità incerta)
- area di costa (pochi dati e spinti a profondità irrilevanti per le esigenze degli studi di MS1)
- unici dati realmente utilizzabili quelli relativi al VEL



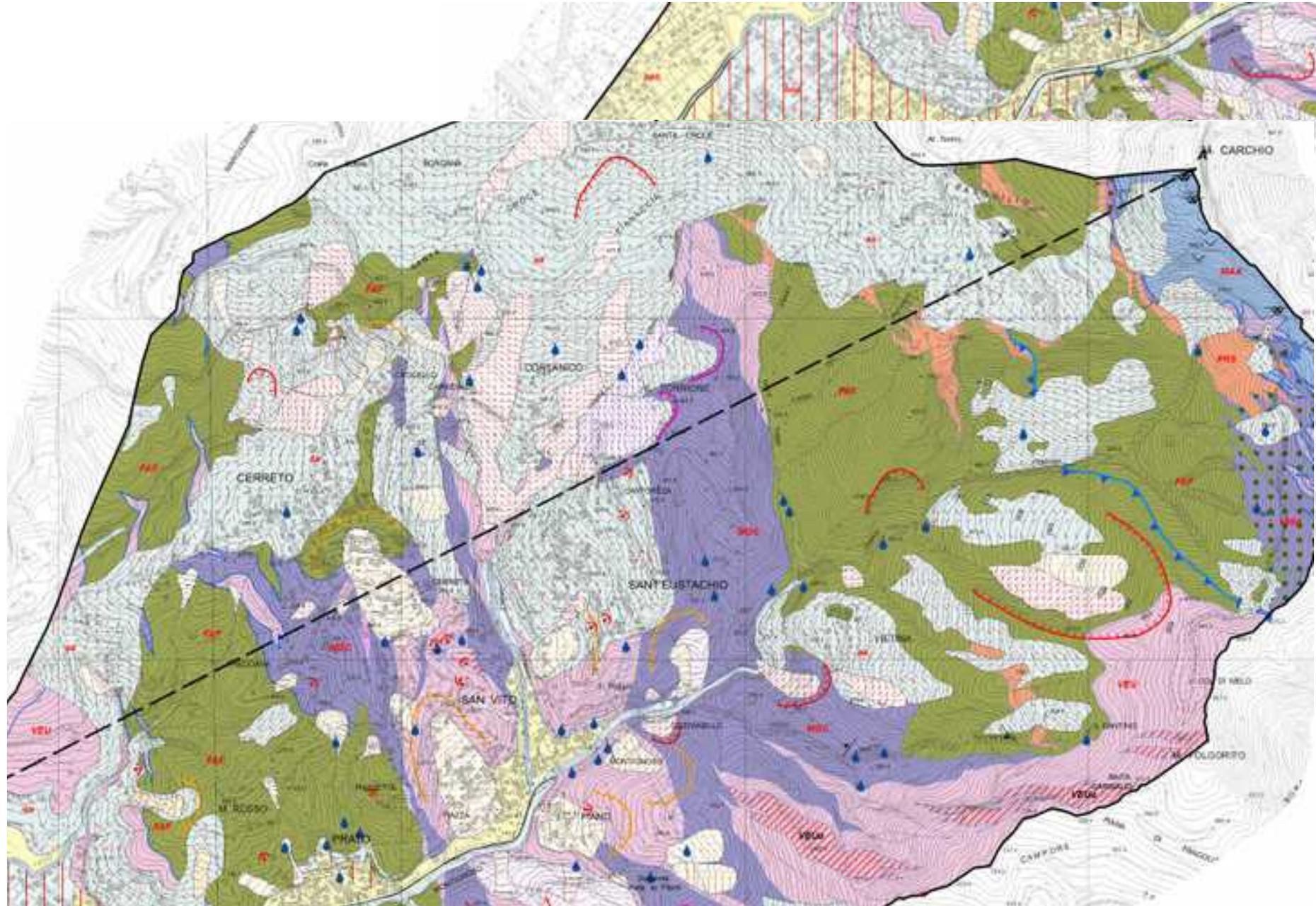
CARG

La geologia ricopre una importanza fondamentale in uno studio di MS1

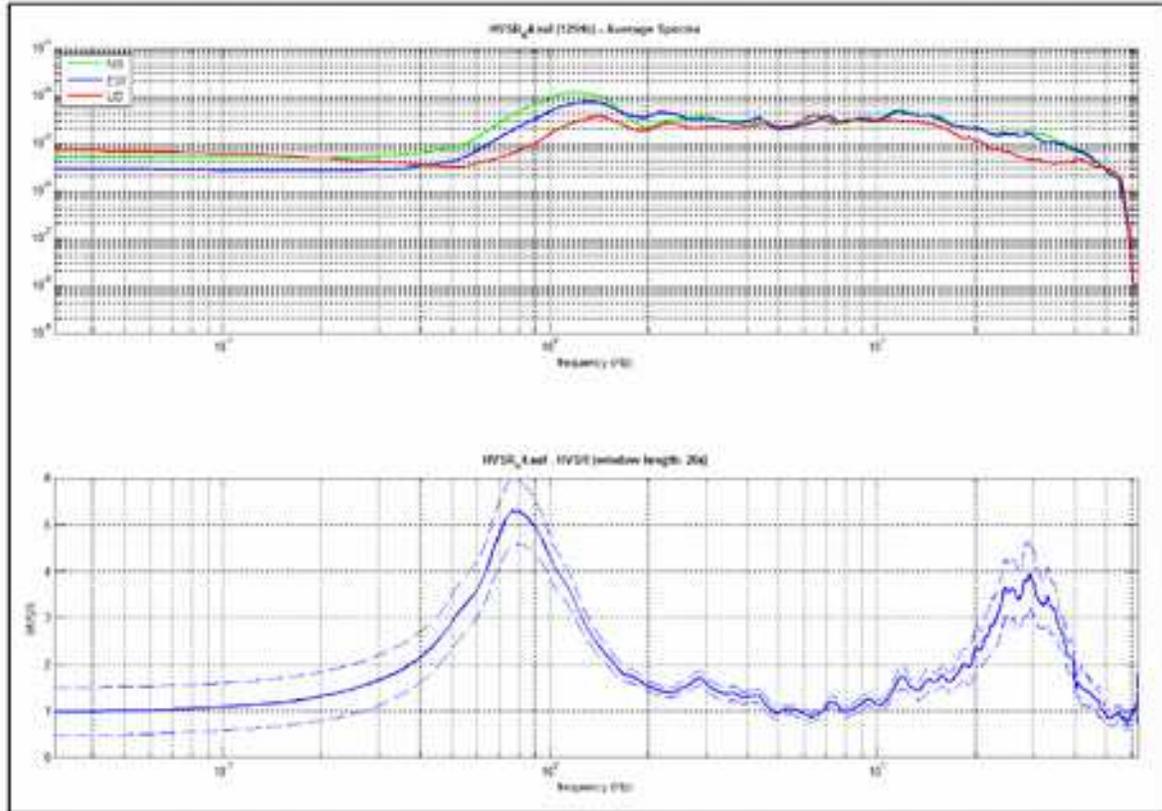
Le conoscenze sono sintetizzate nei fogli CARG o nei dati del Continuum della Regione Toscana, oltre a varie carte tematiche quali ad esempio quelle del Parco delle Apuane (scala 1:50000), del Servizio Geologico carta dello Zaccagna (scala 1:50000)....



Nella zona di montagna è stato approfondito il rilievo delle coperture, come vedremo nelle MOPS si è utilizzato come discrimine una copertura con spessore minimo di 3 metri



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI – RAPPORTO SPETTRALE H/V

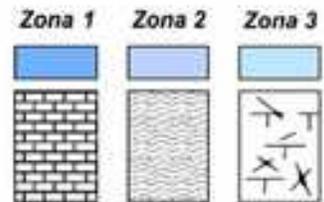


LEGENDA

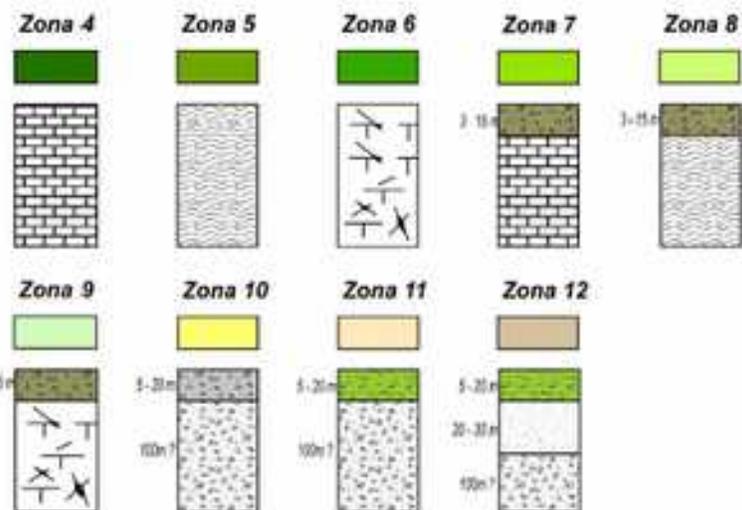
- | | | | |
|--|---------------------------|--|-------------------------|
| | $0,5 \leq f_0 \leq 1,0$ | | $1,1 \leq A_0 \leq 2,0$ |
| | $1,0 \leq f_0 \leq 2,5$ | | $2,0 \leq A_0 \leq 3,0$ |
| | $2,5 \leq f_0 \leq 5,0$ | | $3,0 \leq A_0 \leq 5,0$ |
| | $5,0 \leq f_0 \leq 10,0$ | | $5,0 \leq A_0$ |
| | $10,0 \leq f_0 \leq 15,0$ | | |



Zone Stabili

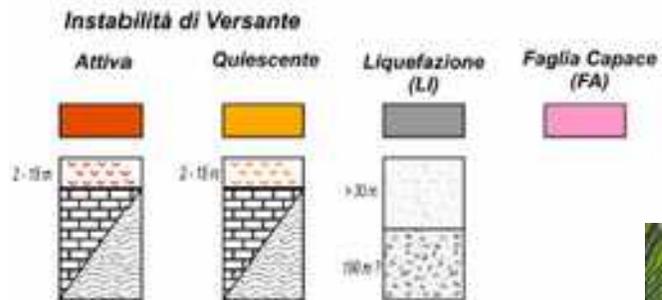


Zone Stabili Suscettibili di Amplificazioni locali

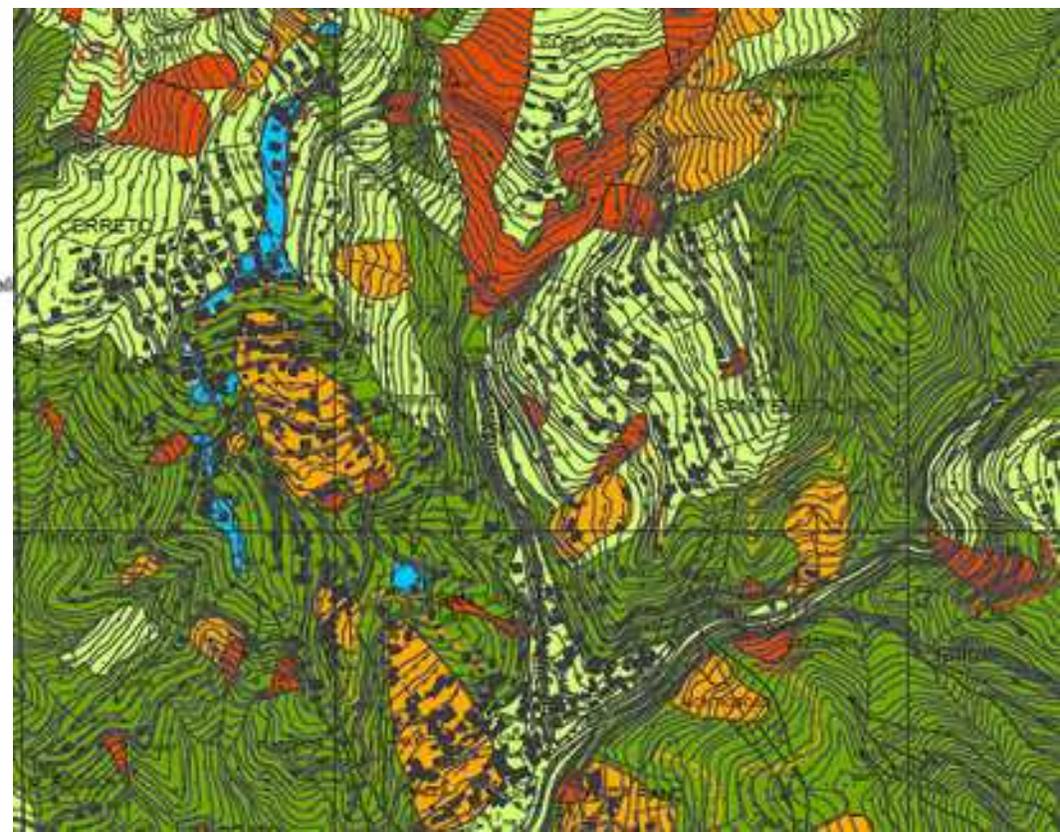


Il ruolo dei professionisti nell'ambito degli studi di microzonazione sismica di livello 1: esempi applicativi

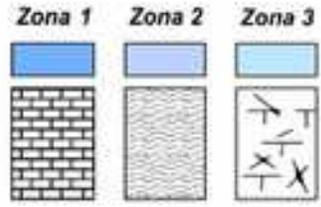
Zone Suscettibili di Instabilità



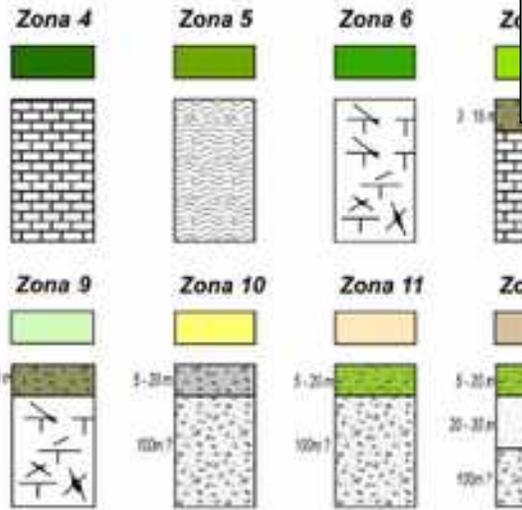
Legenda



Zone Stabili



Zone Stabili Suscettibili di Amp



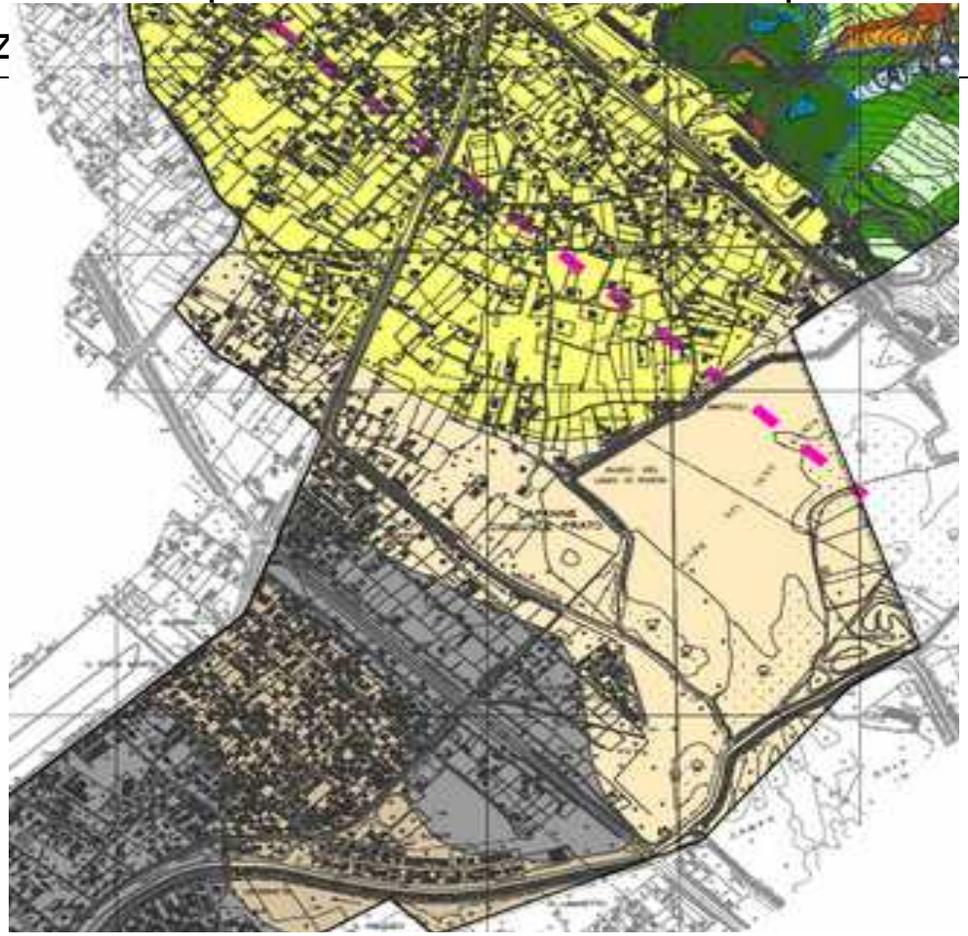
Legenda



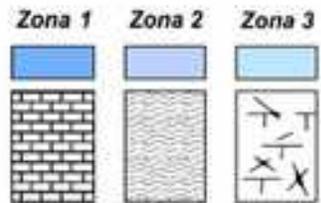
Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

L'individuazione delle diverse microzone è dettata dalla quantità e qualità dei dati a disposizione, dalla accuratezza e affidabilità del modello geologico, dalla sensibilità del professionista.

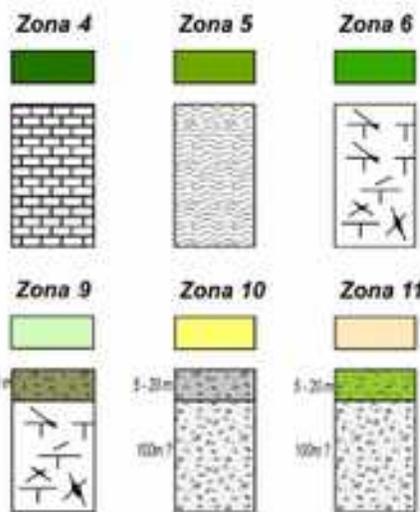
Criticità: individuazione di ulteriori microzone nella area pedecollinare e definizione più dettagliata delle aree a suscettibilità di liquefazione



Zone Stabili



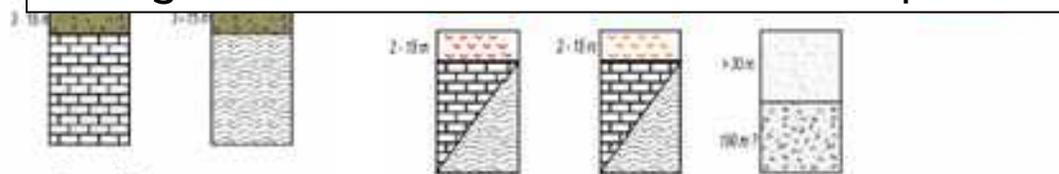
Zone Stabili Suscettibili di A



Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

L'individuazione delle diverse microzone è dettata dalla quantità e qualità dei dati a disposizione, dalla accuratezza e affidabilità del modello geologico, dalla sensibilità del professionista.

Criticità: individuazione di ulteriori microzone nell' dettagliata delle aree a suscettibilità di liquefazione



Legenda

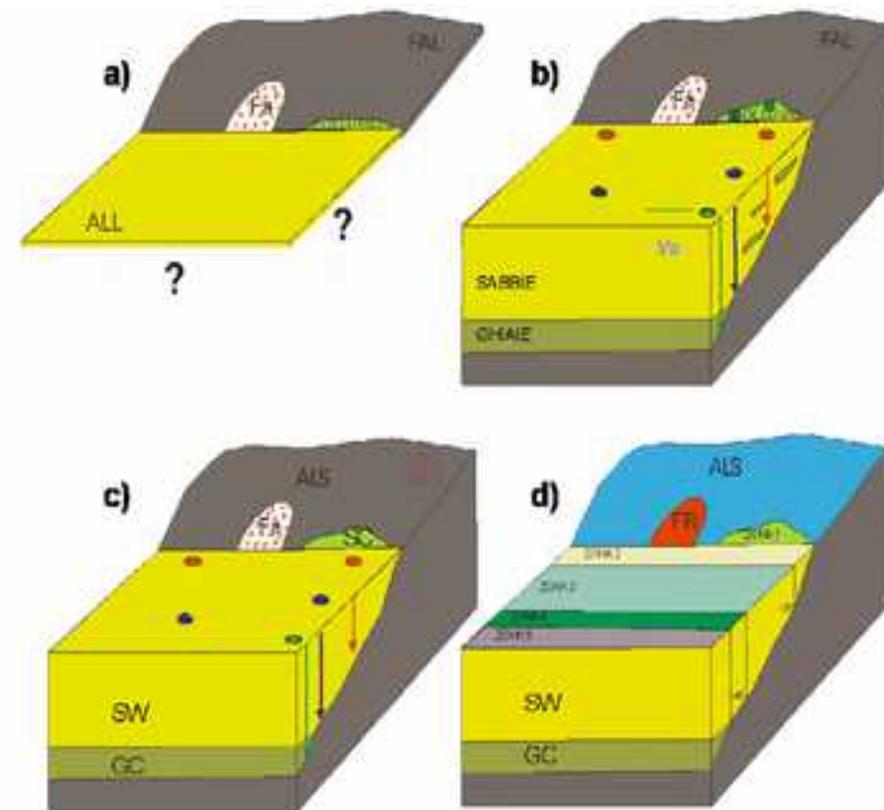


Fig. 8.1 - fasi di elaborazione di uno studio di livello 1 : a) recupero cartografie esistenti; b) creazione modello geologico definitivo alla luce delle indagini esistenti e di nuova realizzazione (si noti la diversa perimetrazione della copertura colluviale a seguito del reperimento di nuove indagini); c) definizione del modello geologico-tecnico (si noti la scelta di accoppiare i corpi lenticolari di ghiaie con limitata estensione areale e stratigrafica alle sabbie); d) Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

La trasformabilità del territorio è strettamente legata alle situazioni di pericolosità e di criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, ed è connessa ai possibili effetti (immediati e permanenti) che possono essere indotti dall'attuazione delle previsioni dell'atto di governo del territorio

Per poter rispondere in maniera oggettiva agli obiettivi sopra richiamati è indispensabile :

- Modello geologico e litotecnico di dettaglio in 3D
- Adeguata campagna di indagini
- Conoscere la storia sismica del territorio

Generalmente si hanno:

- Risorse finanziarie limitate (esclusi i comuni finanziati dalla Regione Toscana),
- Modello geologico delle aree oggetto di studio non adeguatamente dettagliato,
- difficoltà nel far recepire ai comuni l'importanza della prevenzione.

Infine allo stato attuale vi è uno scollamento temporale (se non anche tecnico) troppo esteso tra quelle che sono le pericolosità ed effetti attesi individuati nella carta delle pericolosità e delle MOPS con il Piano di Protezione Civile comunale





Regione Toscana

**Le attività regionali
per la microzonazione
sismica
in Toscana**

Grazie per l'attenzione
Il ruolo dei professionisti nell'ambito degli studi di microzonazione

sismica di livello 1: esempi applicativi

Ordine dei Geologi della Toscana

Francesco Ceccarelli (vicepresidente), Simone Sartini (segretario)

Firenze

12 giugno 2014

Cenacolo di Santa Apollonia

Auditorium - Sala Poccetti

Via San Gallo, 25/A