



Amministrazione Provinciale
di Venezia



Istituto Nazionale di Oceanografia
e di Geofisica Sperimentale



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Lo studio di MesoZonazione Sismica della provincia di Venezia

Roberto Francese^{1,2} e Aldino Bondesan³

1. Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste
2. Università di Parma, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra
3. Università di Padova, Dipartimento di Geoscienze



Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

- Motivazioni dello studio;
- La zonazione sismica, principi e finalità;
- Pericolosità sismica di base e specifica;
- Generalizzazione del dato geologico e geomorfologico;
- La rete di misura, l'acquisizione e l'elaborazione dei dati;
- Sintesi dei dati e derivazione dell'indice geosismico;
- Conclusioni.

Motivazioni dello studio

Questo studio parte da lontano con un progetto pilota di mappatura regionale delle caratteristiche sismiche dei depositi superficiali completato già nel 2006. I buoni risultati di questo primo studio si sono concretizzati in una serie di nuove proposte progettuali che sono state accolte dalle Amministrazioni, in primis da quella della Provincia di Venezia.

Il recente sisma che ha colpito l'Emilia Romagna nel 2012 ha poi messo in evidenza come anche in aree considerate a sismicità da medio-bassa a bassa possano verificarsi ingenti danni ai fabbricati ed alle infrastrutture ed anche significative perdite di vite umane.

Questo avviene tipicamente quando le condizioni geologiche locali comportano delle sostanziali modifiche del moto sismico del suolo condizionandone l'effetto sugli edifici.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Motivazioni dello studio



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Terremoto dell'Emilia-Romagna 2012 - Condizioni geologiche locali ?

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Motivazioni dello studio



Terremoto dell'Emilia-Romagna 2012

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Esistono nel territorio provinciale delle condizioni geologiche particolarmente penalizzanti tali da modificare l'azione sismica risultando in un ipotetico aumento del danno su fabbricati, infrastrutture e persone ?

Lo studio cerca di rispondere a questo quesito operando però alla scala regionale e quindi con un approccio prettamente pianificatorio.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

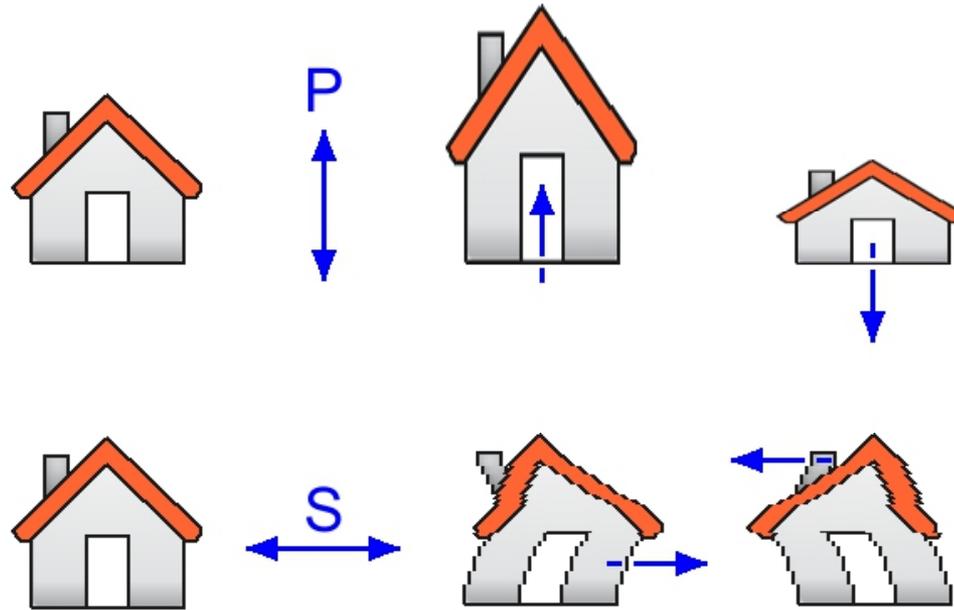
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Che cos'è la zonazione sismica ?



Lo scuotimento del suolo durante un sisma avviene secondo due modalità principali che sono note come compressionali-P e trasversali-S (alle quali si aggiungono poi le onde superficiali; Rayleigh e Love).

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

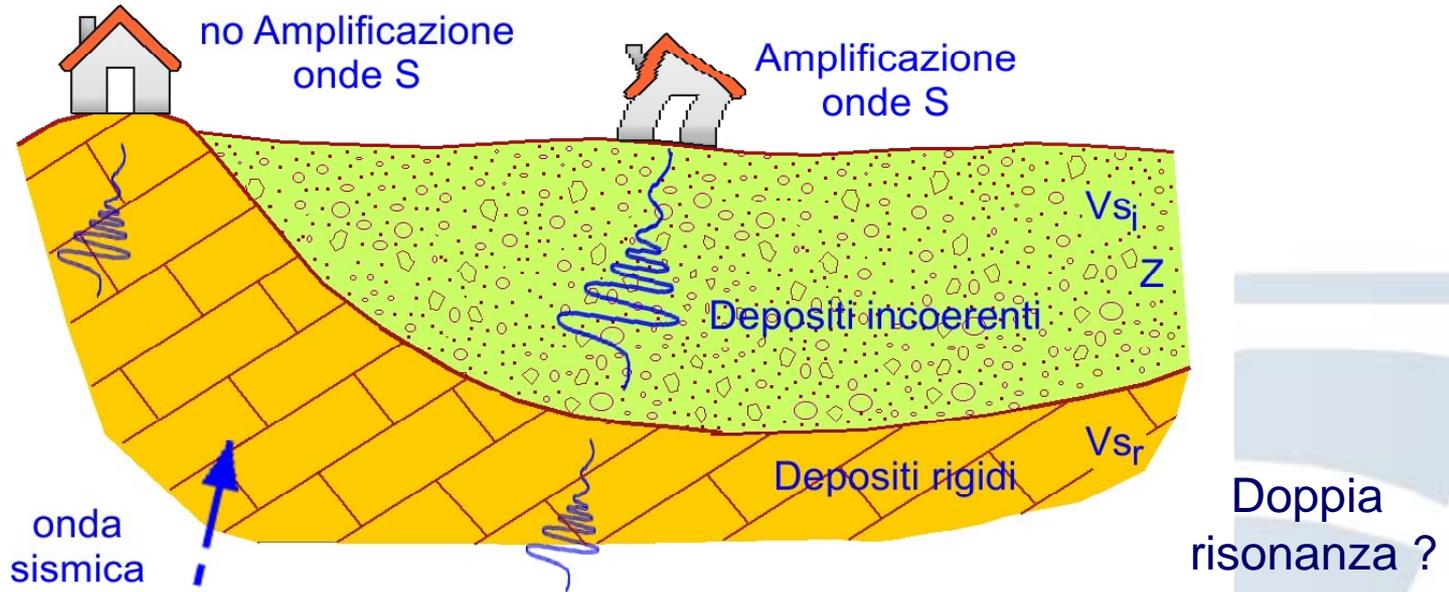
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Che cos'è la zonazione sismica ?



Uno degli scenari di maggiore penalizzazione è quindi quello in cui può verificarsi un fenomeno di amplificazione delle onde trasversali.

MOTIVAZIONI

**LA ZONAZIONE
SISMICA**

PERICOLOSITA'

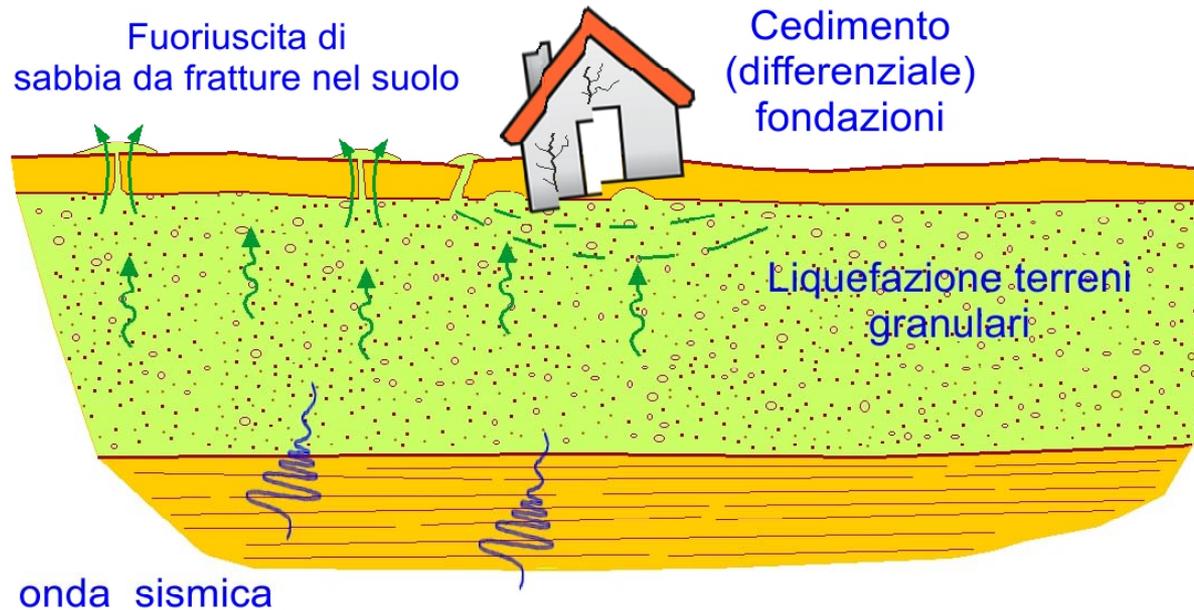
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Che cos'è la zonazione sismica ?



Un secondo scenario di penalizzazione, per il quale nella bassa pianura vi sono particolari condizioni predisponenti, è il fenomeno di liquefazione dei depositi sabbiosi durante lo scuotimento sismico.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Che cos'è la zonazione sismica ?



Fonte: <http://www.meteoweb.it> - Vigili del Fuoco

MOTIVAZIONI

**LA ZONAZIONE
SISMICA**

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Che cos'è la zonazione sismica ?



Fonte: <http://www.3bmeteo.com>



Fonte: <http://www.improntalaquila.org>

MOTIVAZIONI

**LA ZONAZIONE
SISMICA**

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

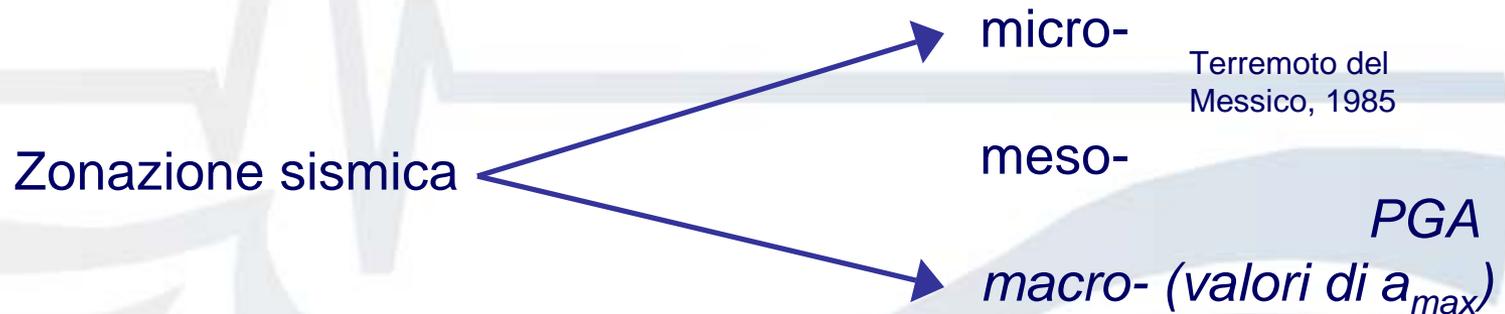
RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Che cos'è la zonazione sismica ?

La **zonazione sismica** ha come obiettivo l'individuazione di quelle condizioni (locali) che risultano in **fattori penalizzanti dello scuotimento sismico**.



In Italia la pericolosità locale, seppur nota da tempo negli ambienti scientifici ed anche in quelli istituzionali, ha cominciato ad essere considerata solo recentemente e gli indirizzi e criteri per la microzonazione sono stati pubblicati nel 2008.

Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome, 2008

MOTIVAZIONI

**LA ZONAZIONE
SISMICA**

PERICOLOSITÀ

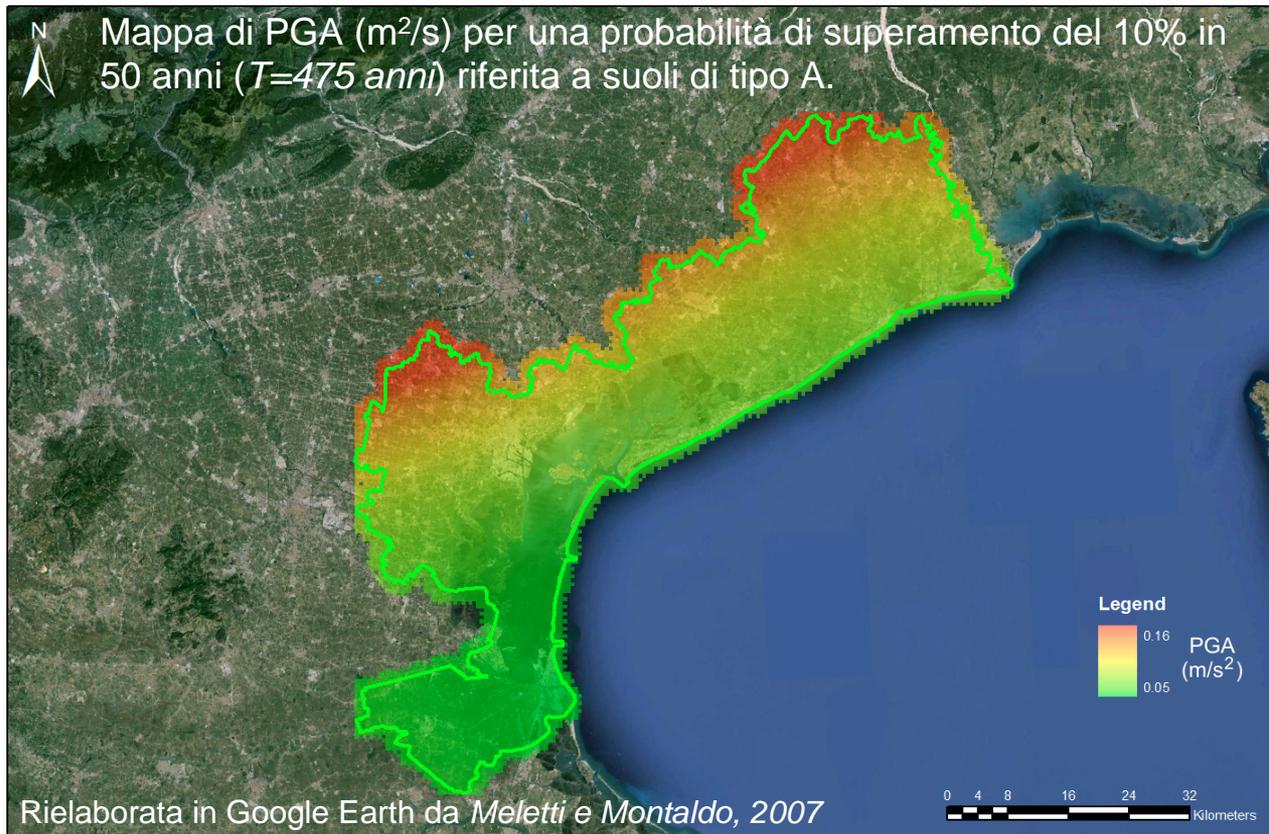
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

La pericolosità sismica (di base)



Il valore della PGA nel territorio del comune dell'Aquila ha valori dell'ordine di 0.25 - 0.27 m^2/s .

La pericolosità sismica di base (è definita in termini di **massima accelerazione** al suolo - PGA, per diverse % di superamento in **50 anni** (che corrisponde ad un determinato tempo di ritorno T).

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

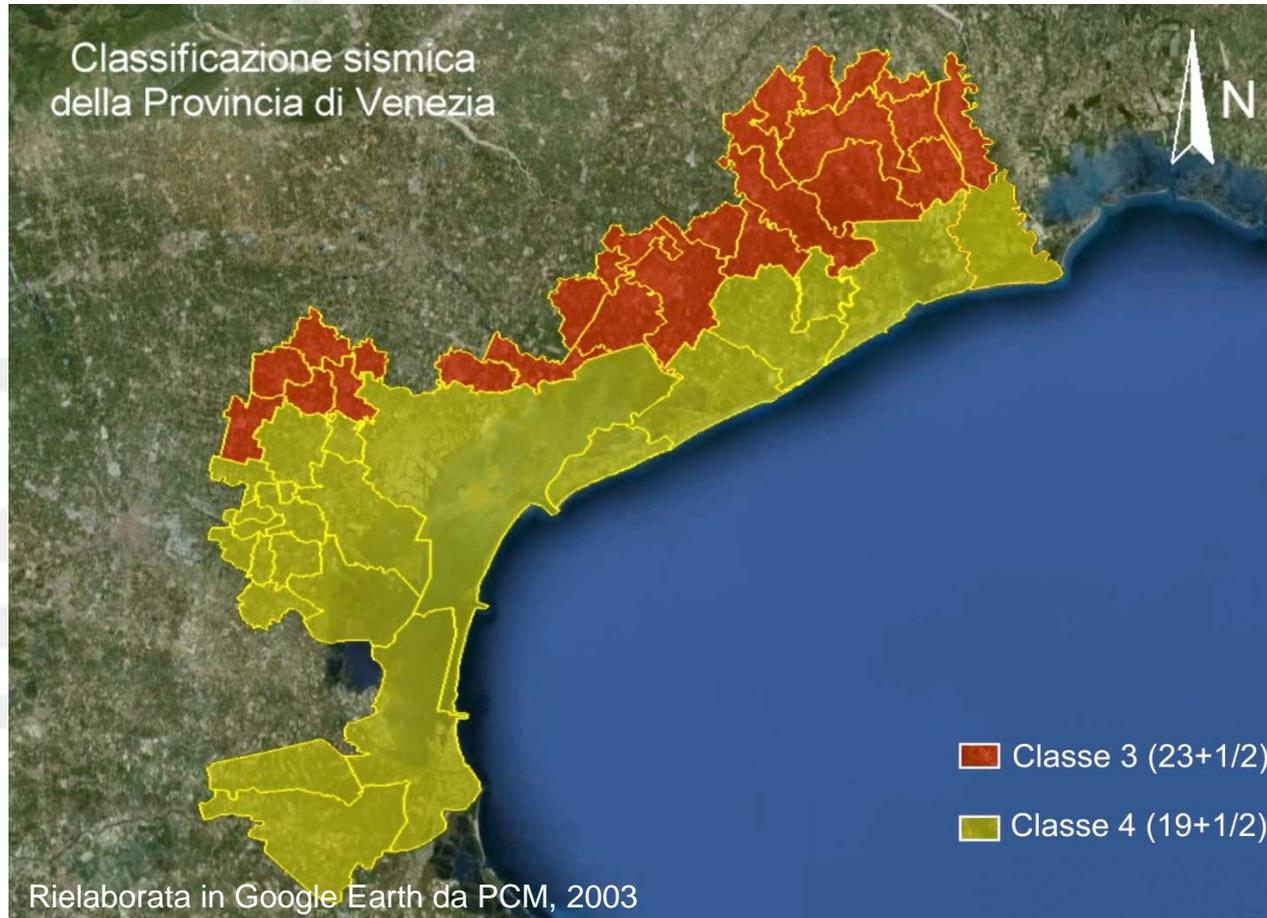
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

La pericolosità sismica (di base)



Recepimento della pericolosità sismica di base.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

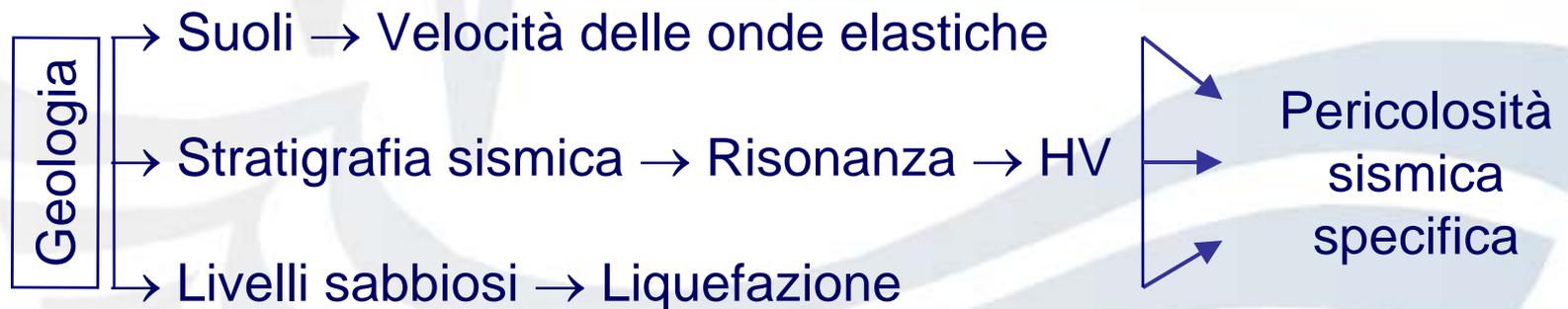
RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

La pericolosità sismica specifica

In questi territori di pianura la pericolosità specifica (locale) dipende essenzialmente dalla natura dei suoli, dalla possibile presenza di fenomeni di risonanza e dalla potenziale liquefazione dei depositi sabbiosi



Il *driver* è quindi la geologia locale

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Inquadramento geologico-geomorfologico

Collaborazioni Università di Padova (Geografia-Geoscienze) e Provincia di Venezia

Geomorfologia della provincia di Venezia,
2004

Le Unità geologiche della provincia di
Venezia, 2008

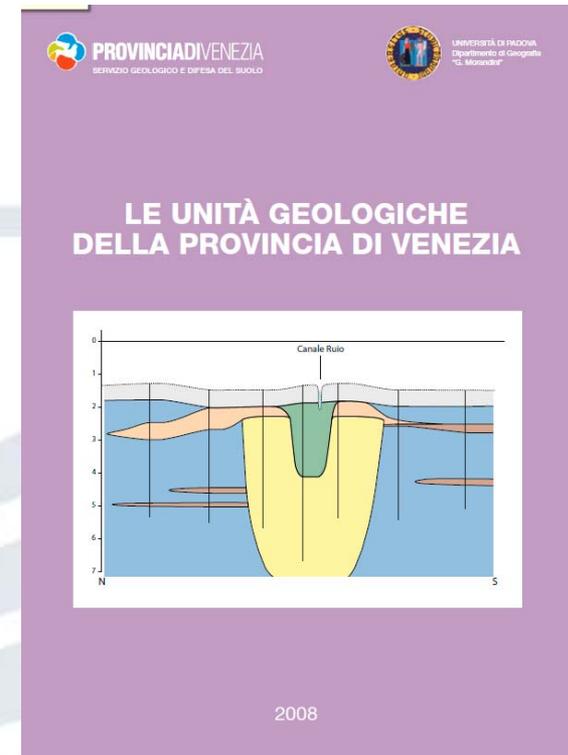
Geologia Urbana di Venezia (Sigea), 2008

I Geositi della Provincia di Venezia, 2008

Atlante geologico della provincia di Venezia,
2011

Sistemi idrogeologici della Provincia di
Venezia, 2013

- Collegamento tra ricerca accademica mondo professionale



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Inquadramento geologico-geomorfologico

Il quadro geologico semplificato è stato impiegato per programmare in modo mirato la campagna di misure ottimizzando la rete di acquisizione

La definizione delle aree con presenza di sabbie potenzialmente liquefacibili ha permesso di ottenere uno dei livelli informativi costituenti lo studio geosismico

E' stato possibile verificare con un processo di feedback la congruenza del dato geofisico con l'assetto geologico-geomorfologico della provincia di Venezia.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Pianura Veneto-Friulana



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

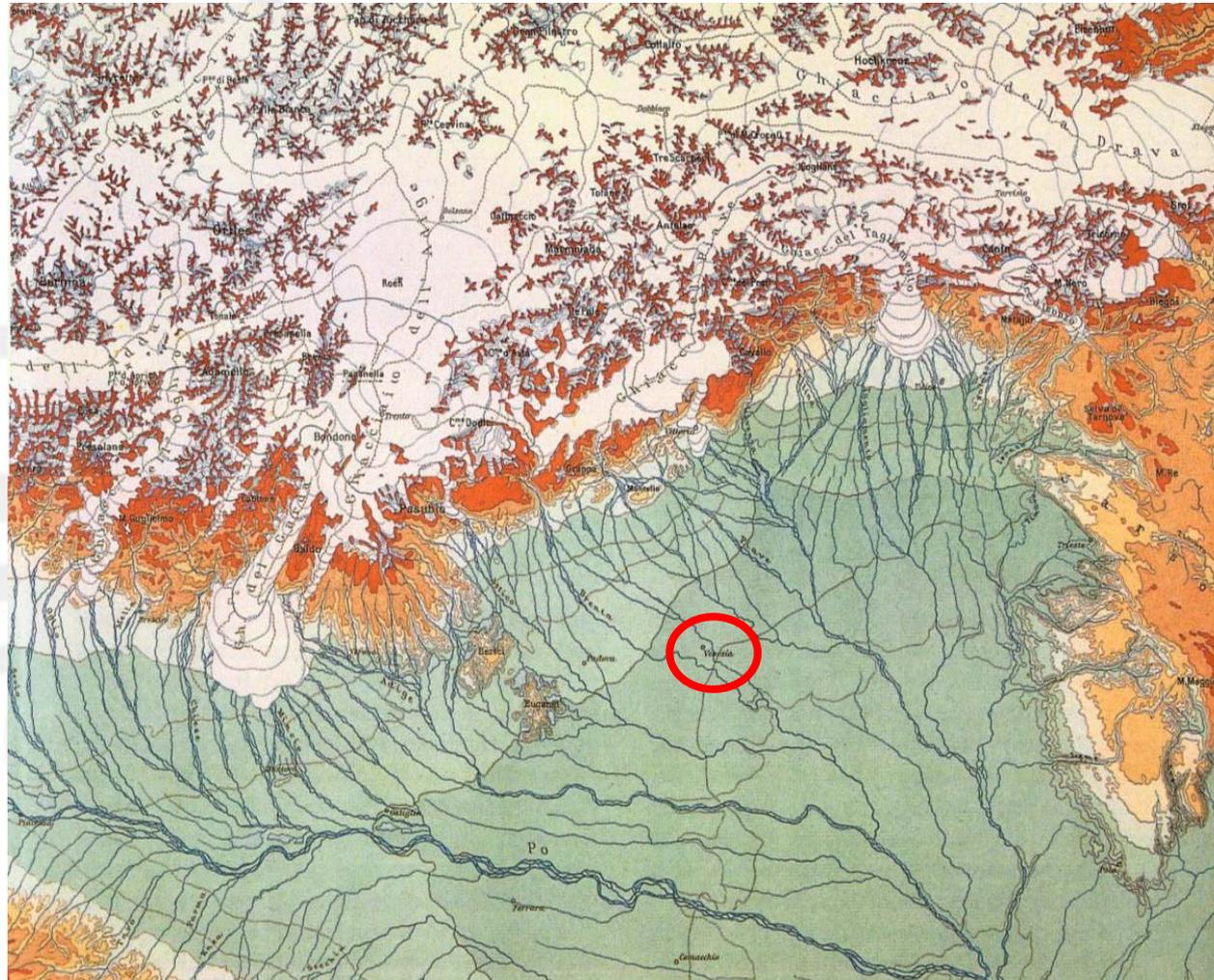
**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Ultimo massimo glaciale (30.000-17.000 anni fa)



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

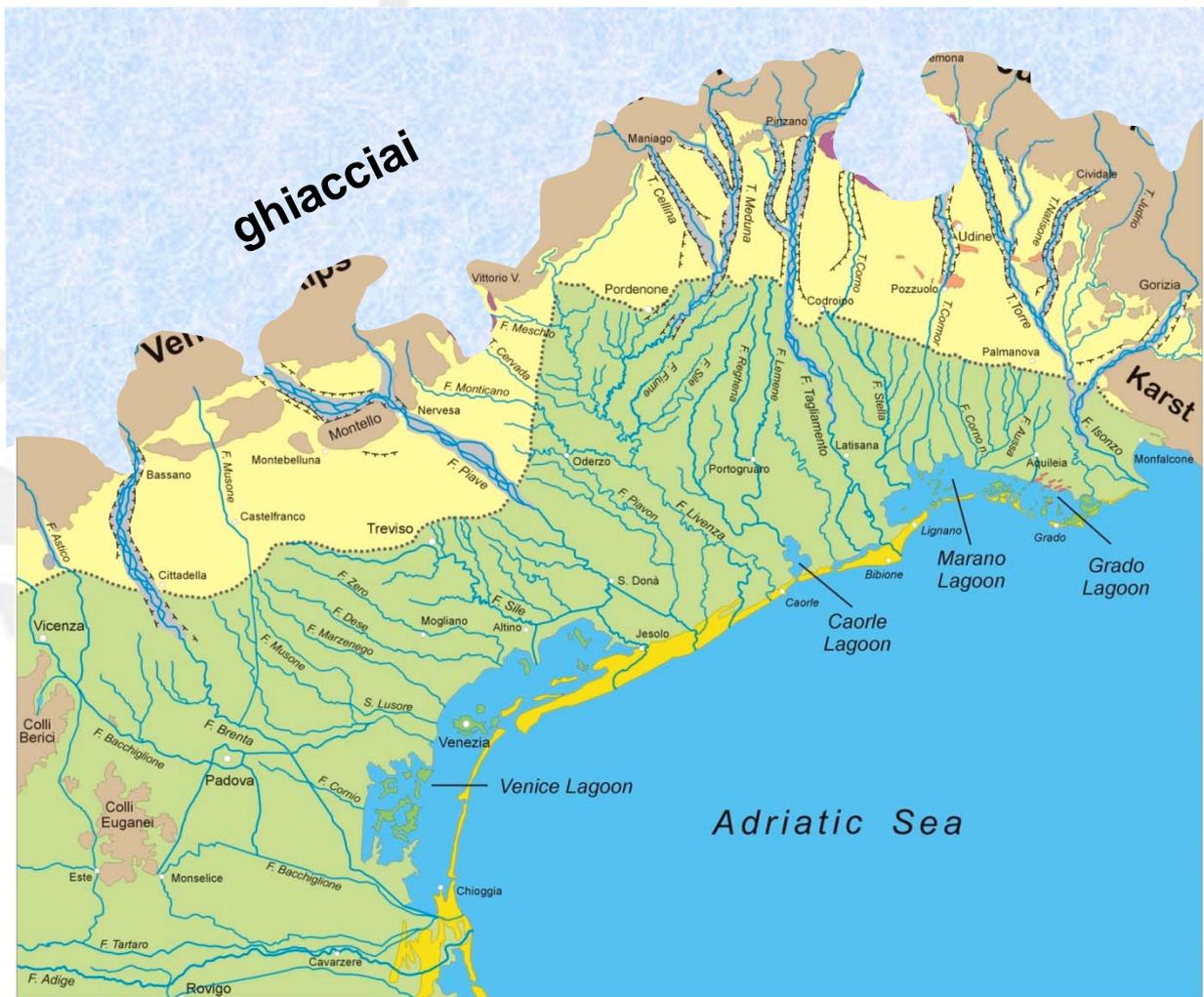
B. Castiglioni

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

20

Ultimo massimo glaciale (30.000-17.000 anni fa)



Alta pianura
ghiaiosa

Bassa pianura
sedimenti fini

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

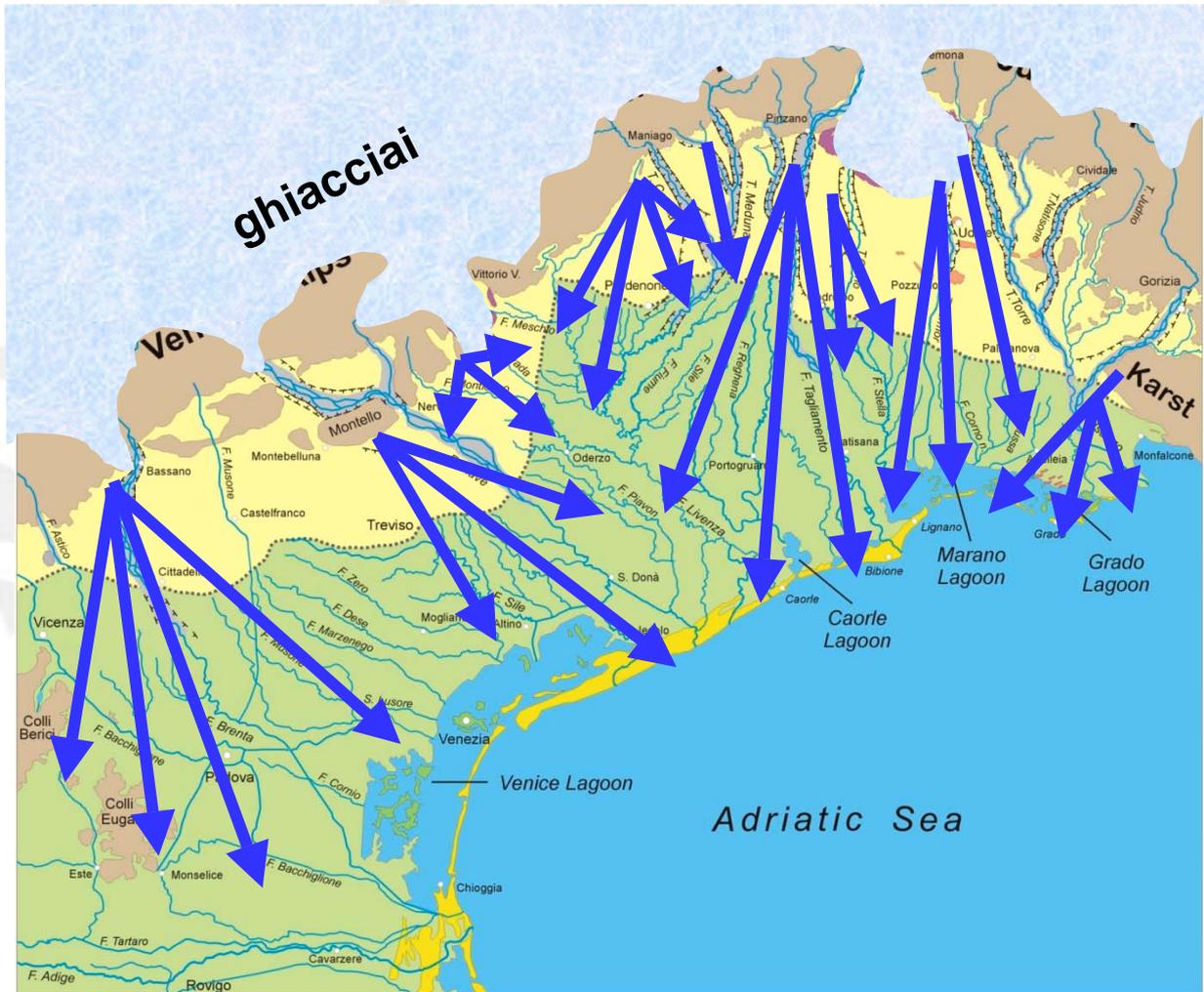
CONCLUSIONI

Elaborazione A. Fontana

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Ultimo massimo glaciale (30.000-17.000 anni fa)



Alta pianura
ghiaiosa

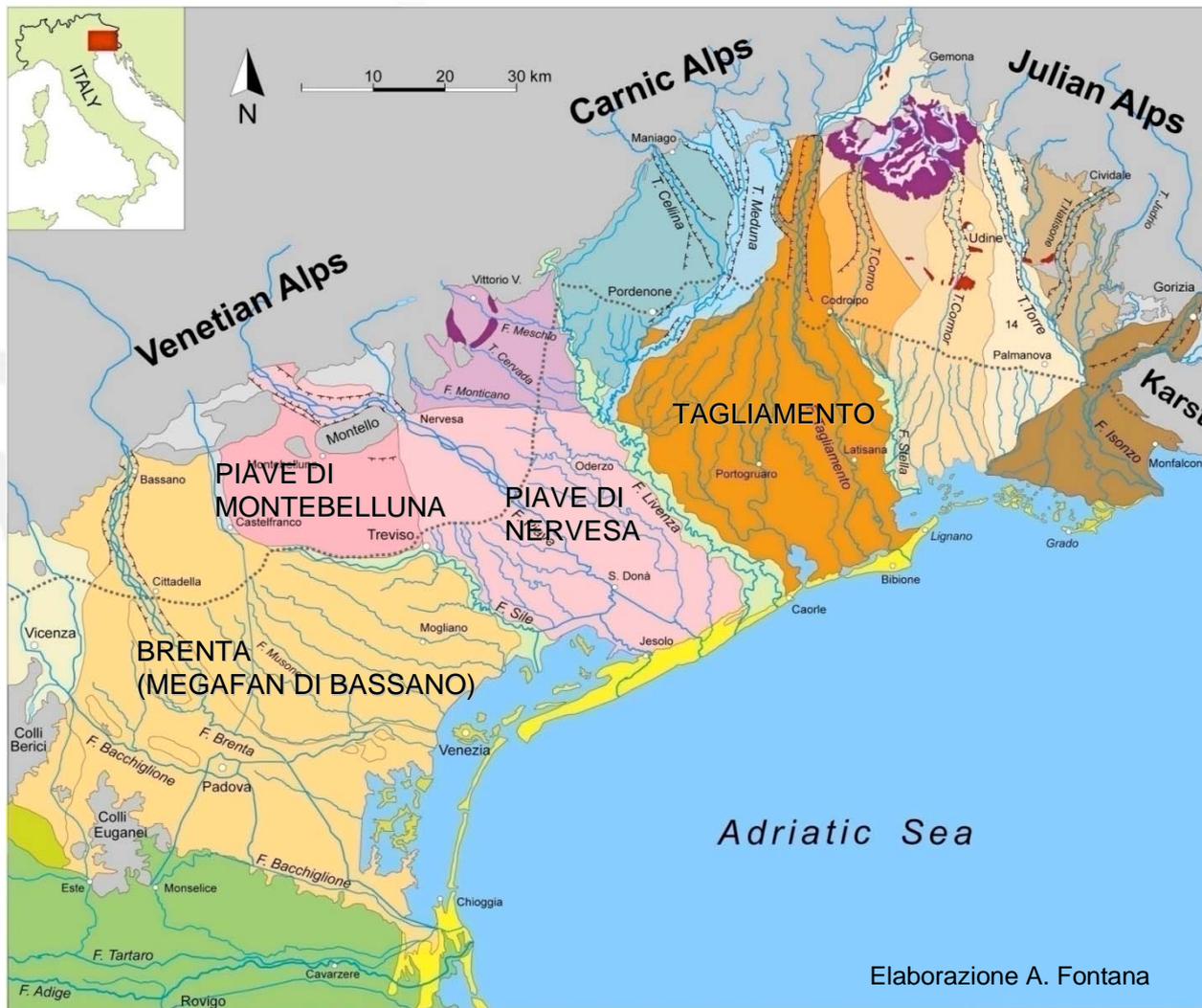
Bassa pianura
sedimenti fini

- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI

Elaborazione A. Fontana



Megafan alluvionali



Sistemi deposizionali
con forma di ventaglio
tipo conoidi pedevalpini

Area 1000-2500 km²

Differenziazione interna

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

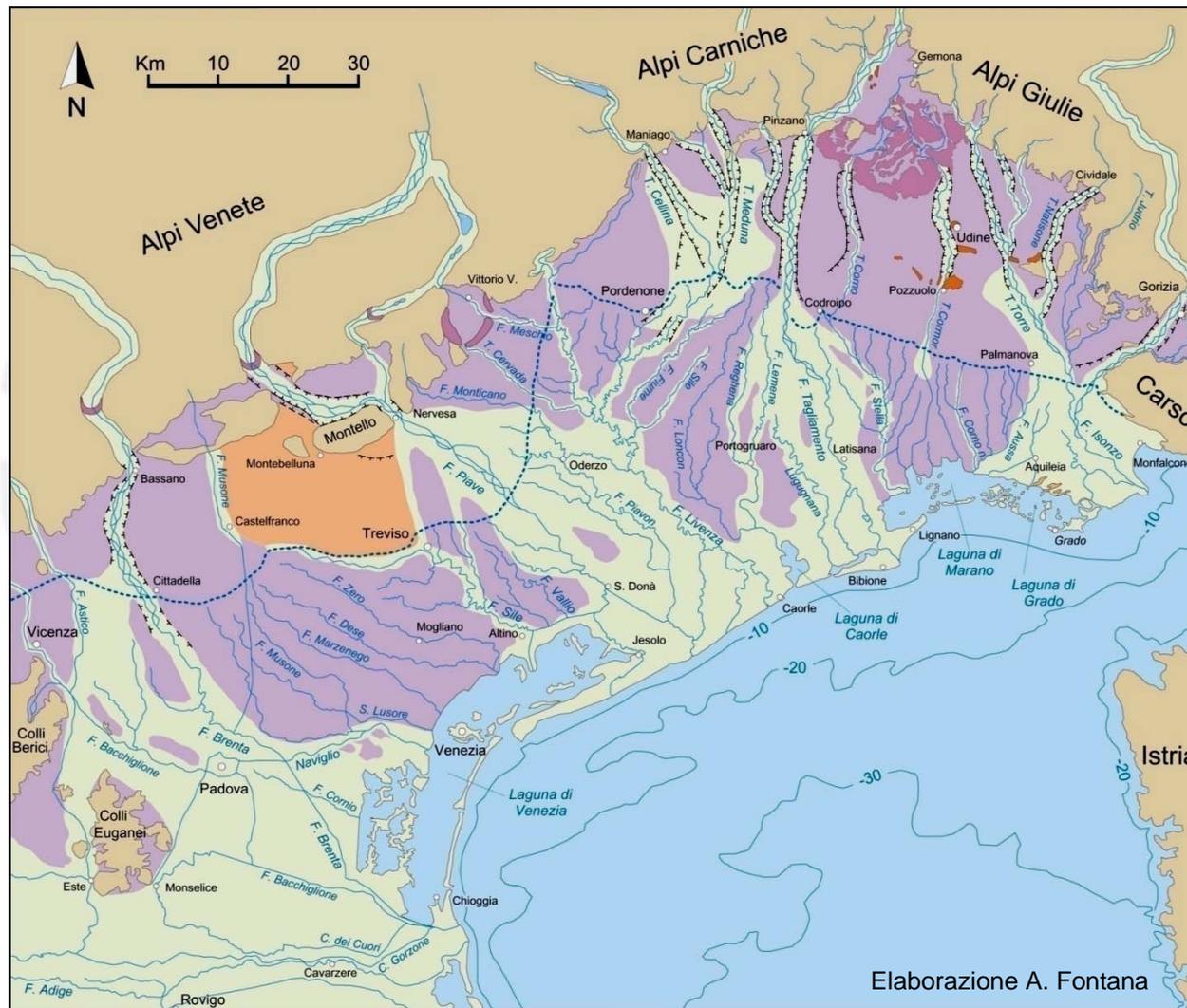
CONCLUSIONI

Elaborazione A. Fontana

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Età dei depositi superficiali



- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI

Megafan del Tagliamento

500 d.C.
1000 d.C.

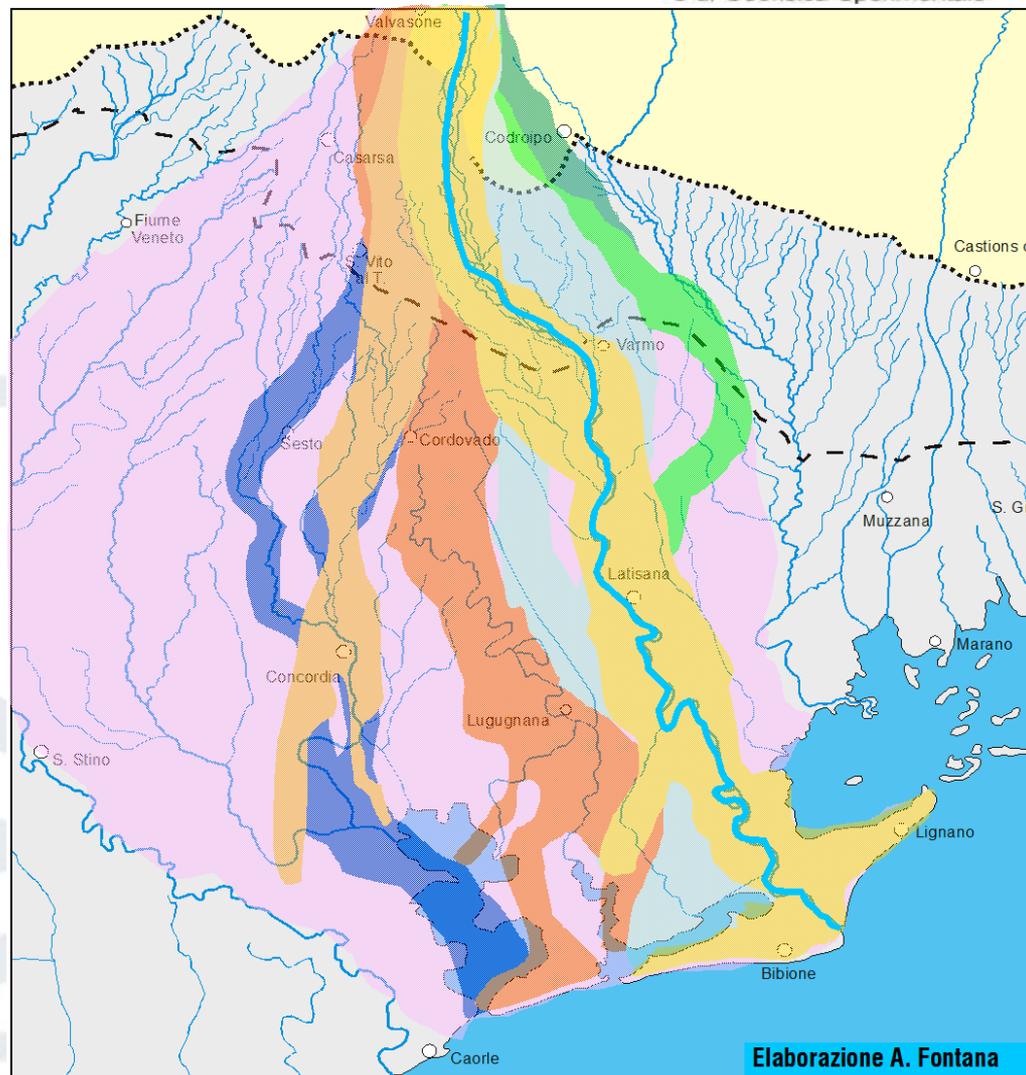
1000 a.C.
500 d.C.

Subboreale
3000 - 1000 a.C.

Olocene inferiore
10.000 - 3000 a.C.

Tardigl. – Oloc. inf.
14.000 – 8.000 a..

Pleistocene finale
LGM-Tardiglaciale



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

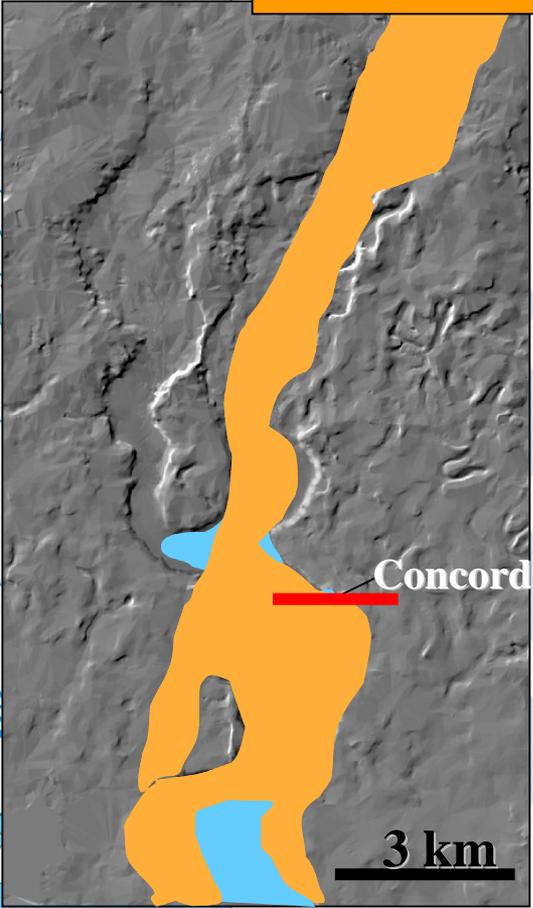
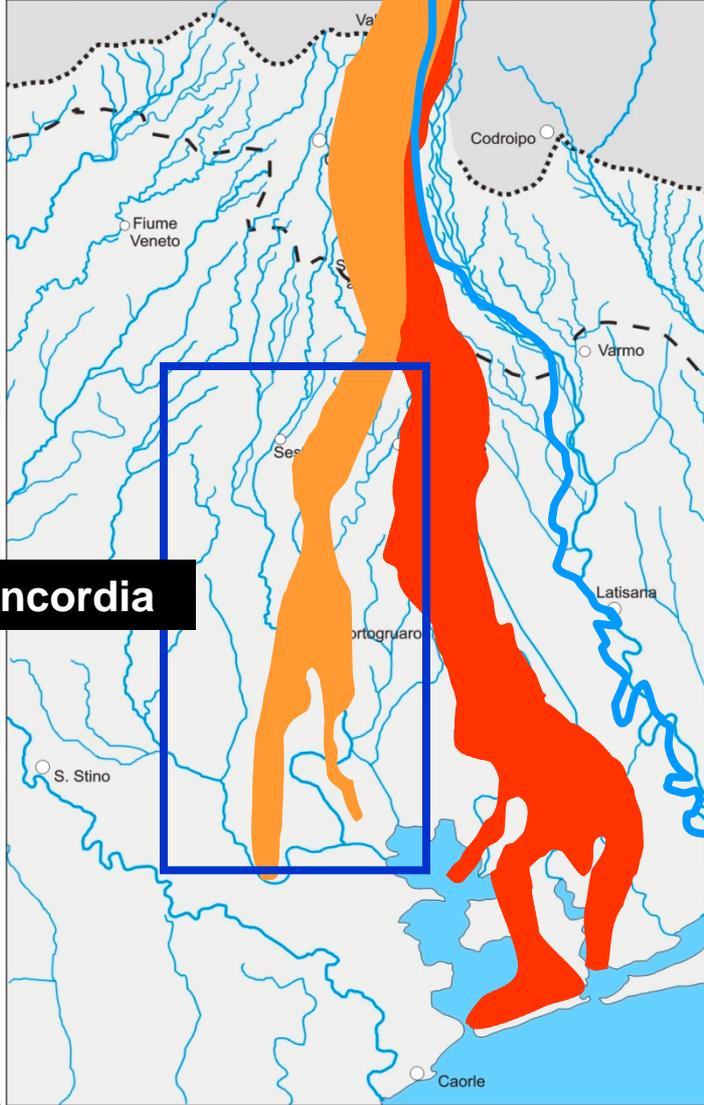
SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Tagliamento a Concordia Sagittaria

VI - VIII secolo d.C.)

Concordia



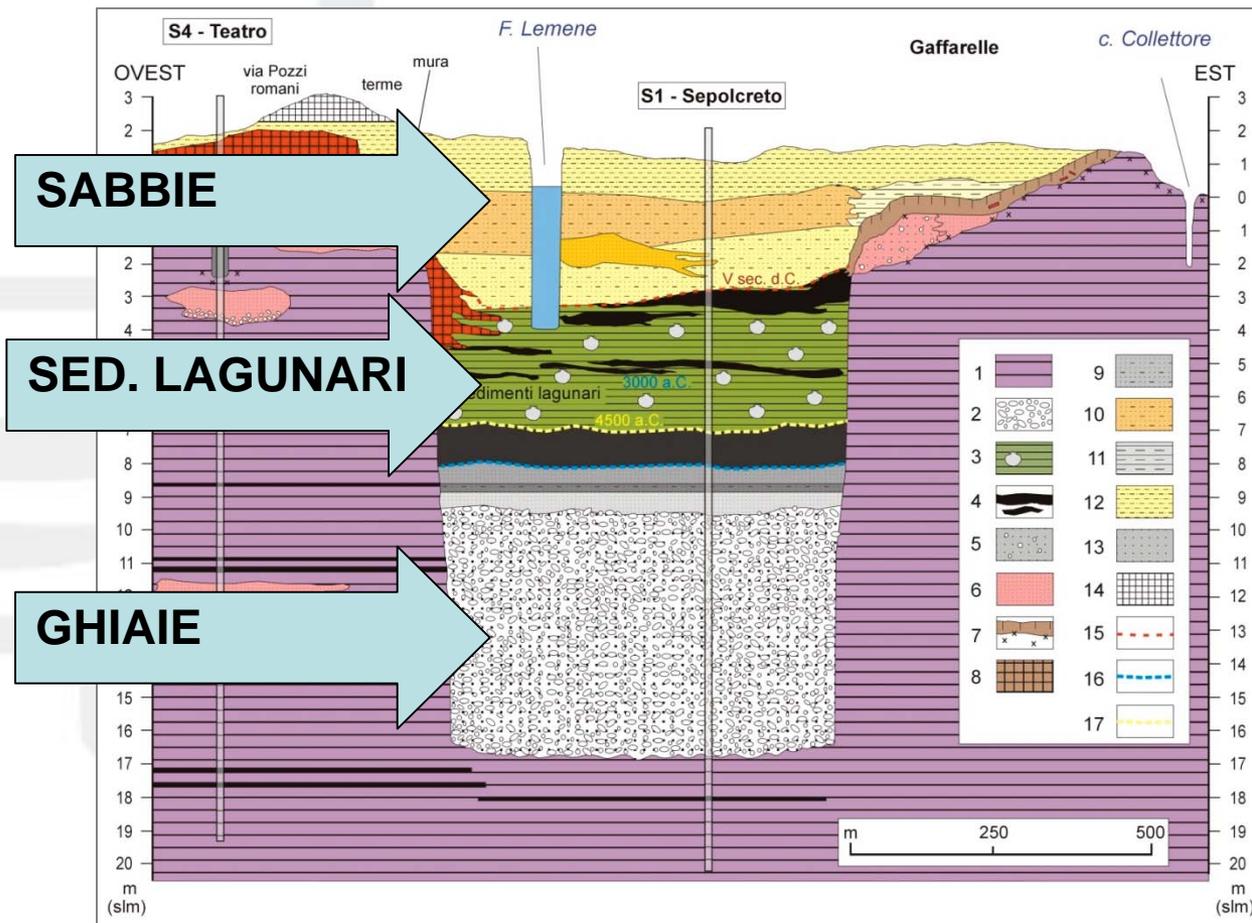
Concordia

3 km

Elaborazione A. Fontana

- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI

Concordia Sagittaria



Elaborazione A. Fontana

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

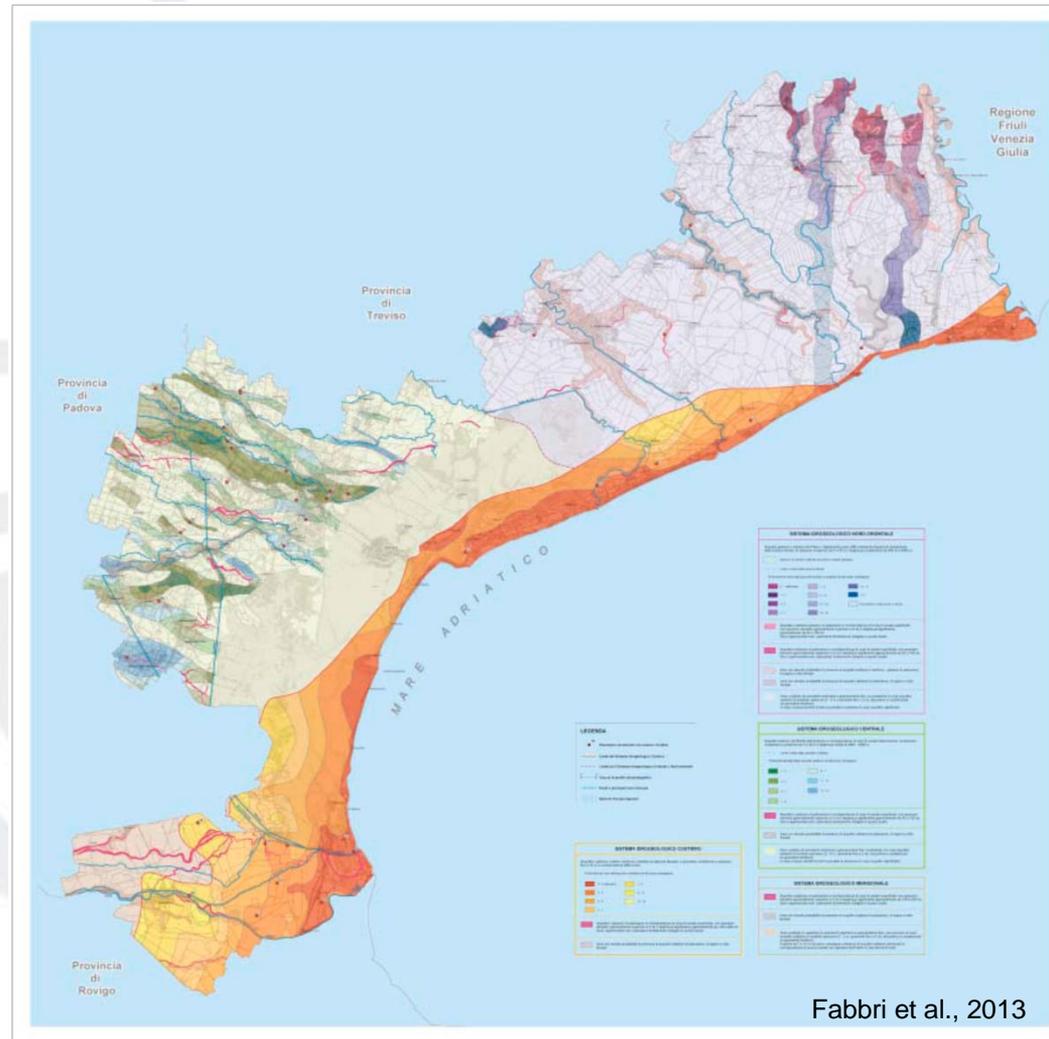
RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Carta dei sistemi idrogeologici della Provincia di Venezia

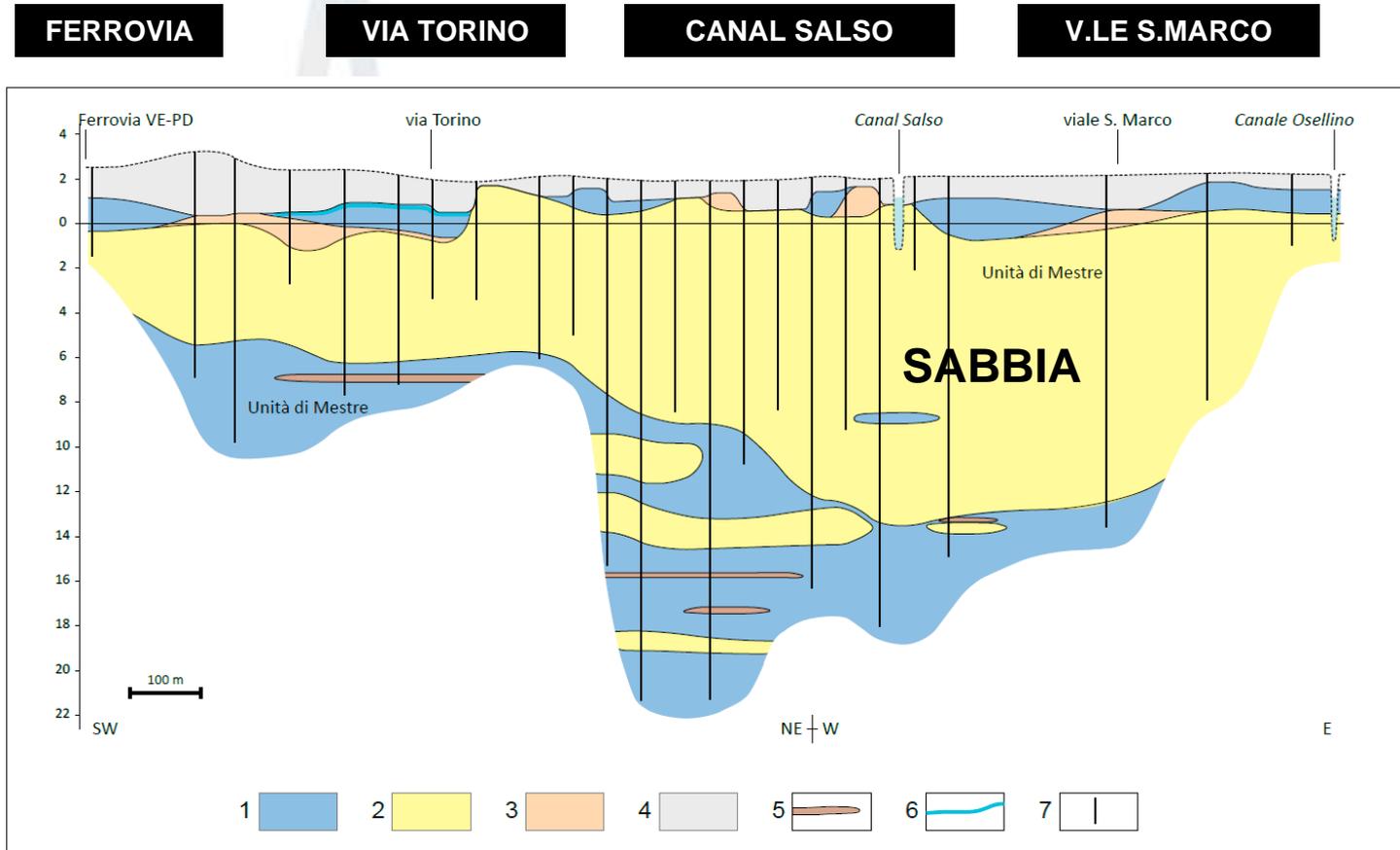
- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI



Fabbri et al., 2013



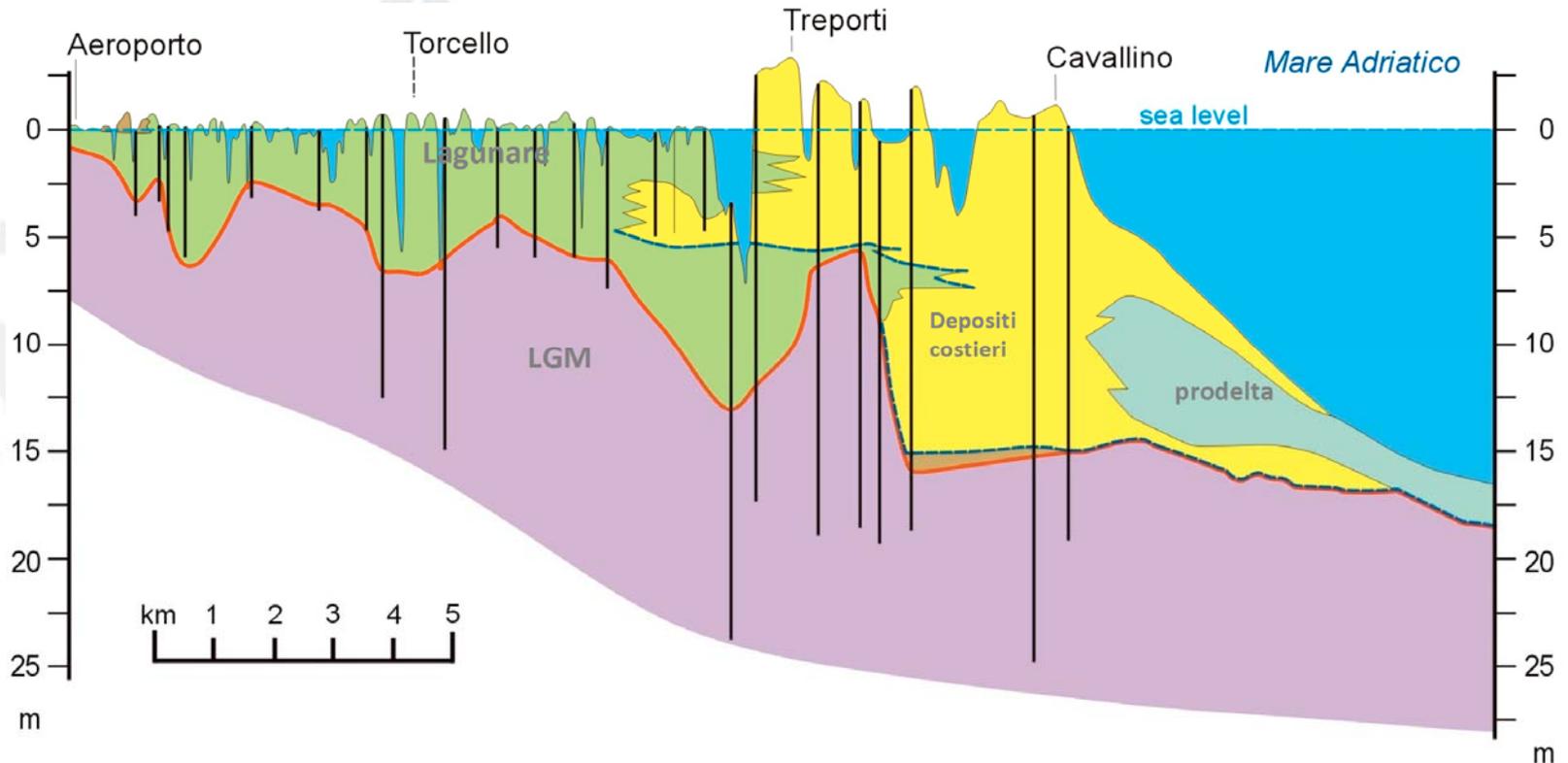
Terraferma (Mestre)



Mozzi e Primon, in Unità geologiche della Provincia di Venezia

- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI

Sezione Cavallino - Aeroporto



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

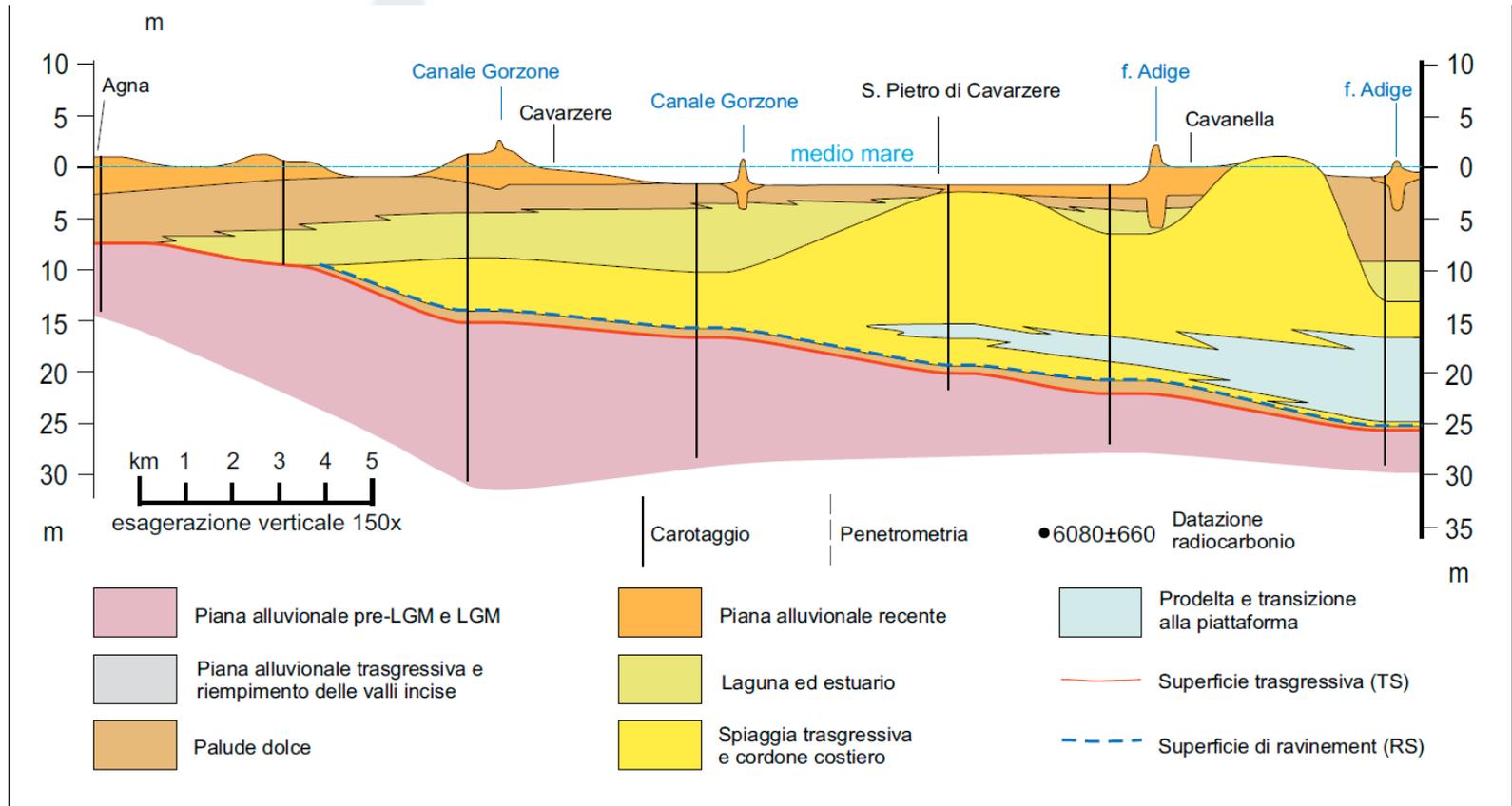
RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Tosi et al, 2007

Sezione costiera Chioggia-Cavarzere



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Amorosi et al., 2008, modificato



Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Problematiche di liquefazione delle sabbie

E' stata considerata:

- **La soggiacenza della falda**
- **La presenza di sabbie potenzialmente liquefacibili nei primi 15 m al di sotto del piano campagna**

- **Aree sabbiose di dosso fluviale**
- **Corpi di canale (paleoalvei)**
- **Depositi costieri**

Analisi quantitative a campione sulla base dei parametri meccanici delle prove penetrometriche statiche.

Robertson and Wride, 1998

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

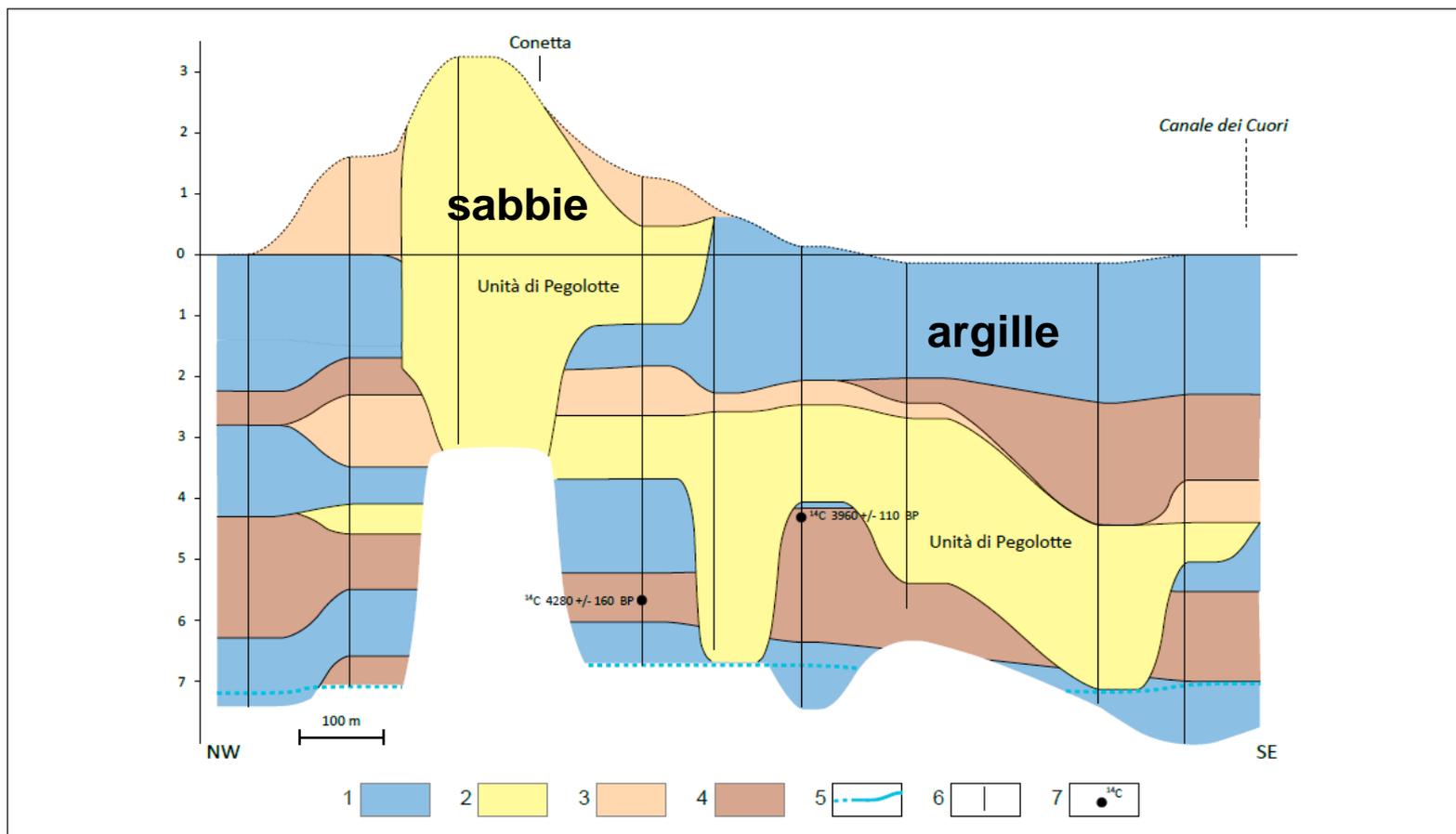
**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Dosso fluviale del Po



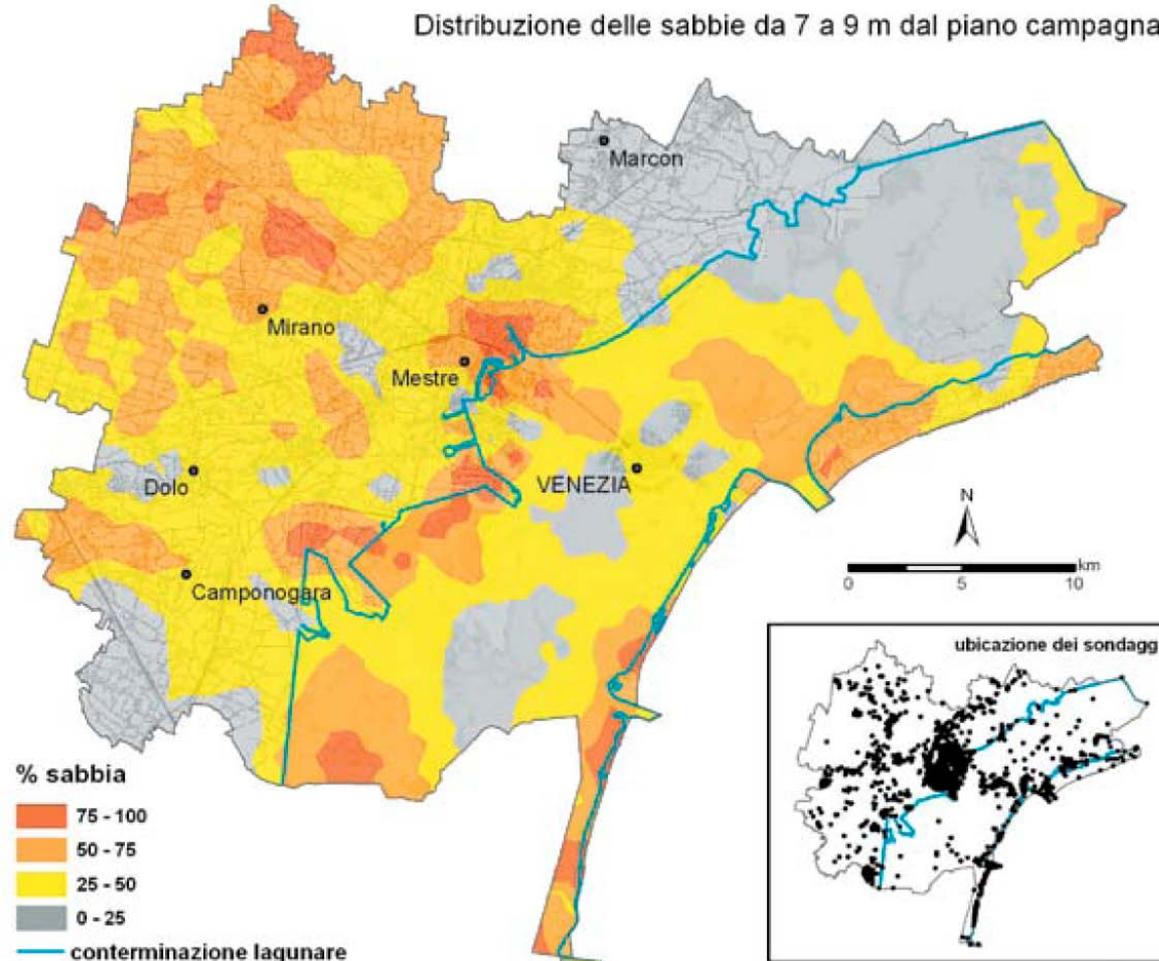
Piovàn, in Unità geologiche della Provincia di Venezia

- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**

- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI

Distribuzione delle sabbie in profondità

Distribuzione delle sabbie da 7 a 9 m dal piano campagna



Mazzucato, in Unità geologiche della Provincia di Venezia

- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI

Modello geologico

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

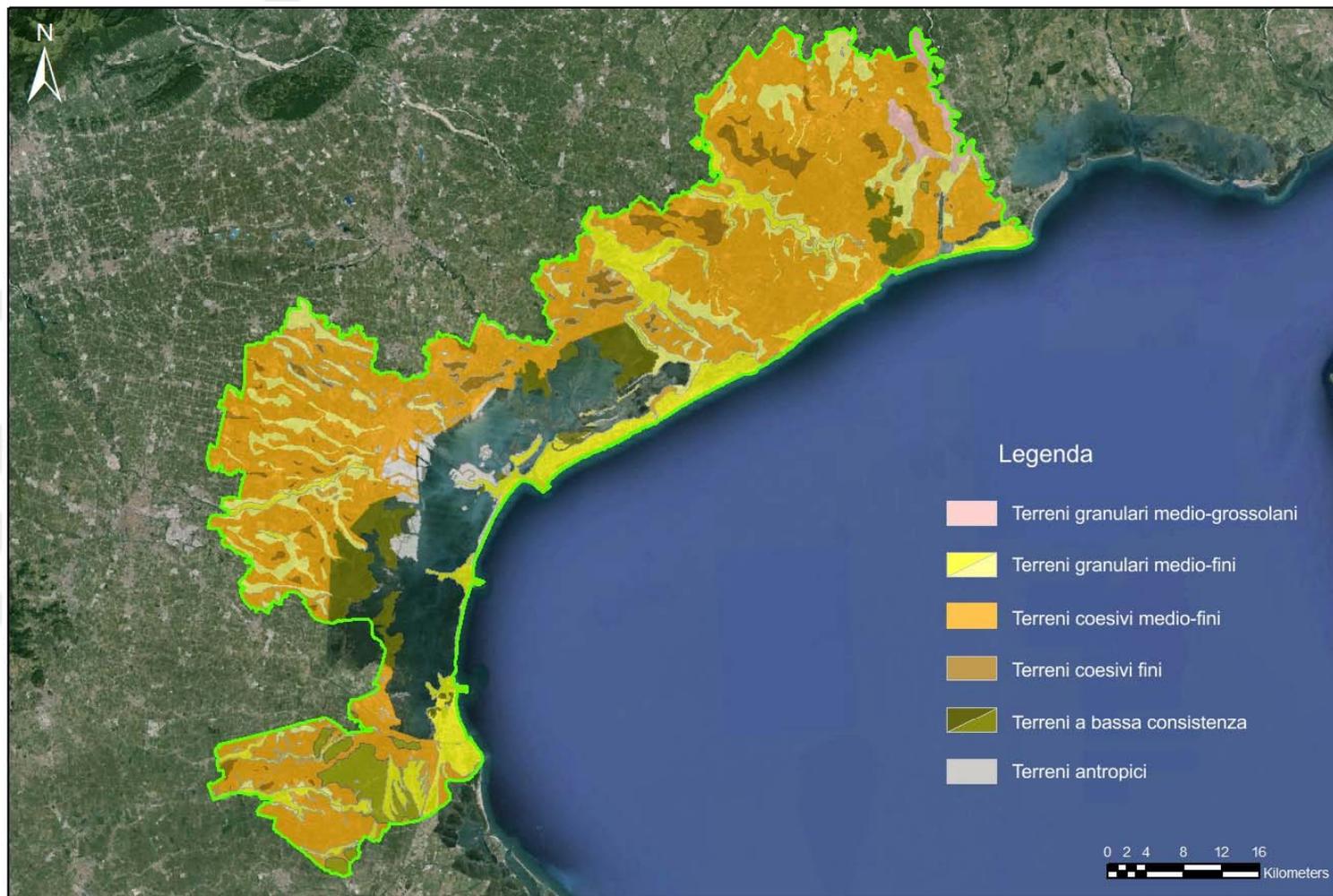
PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI



Paleoalvei



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

**GENERALITÀ
GEOLOGICHE**

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

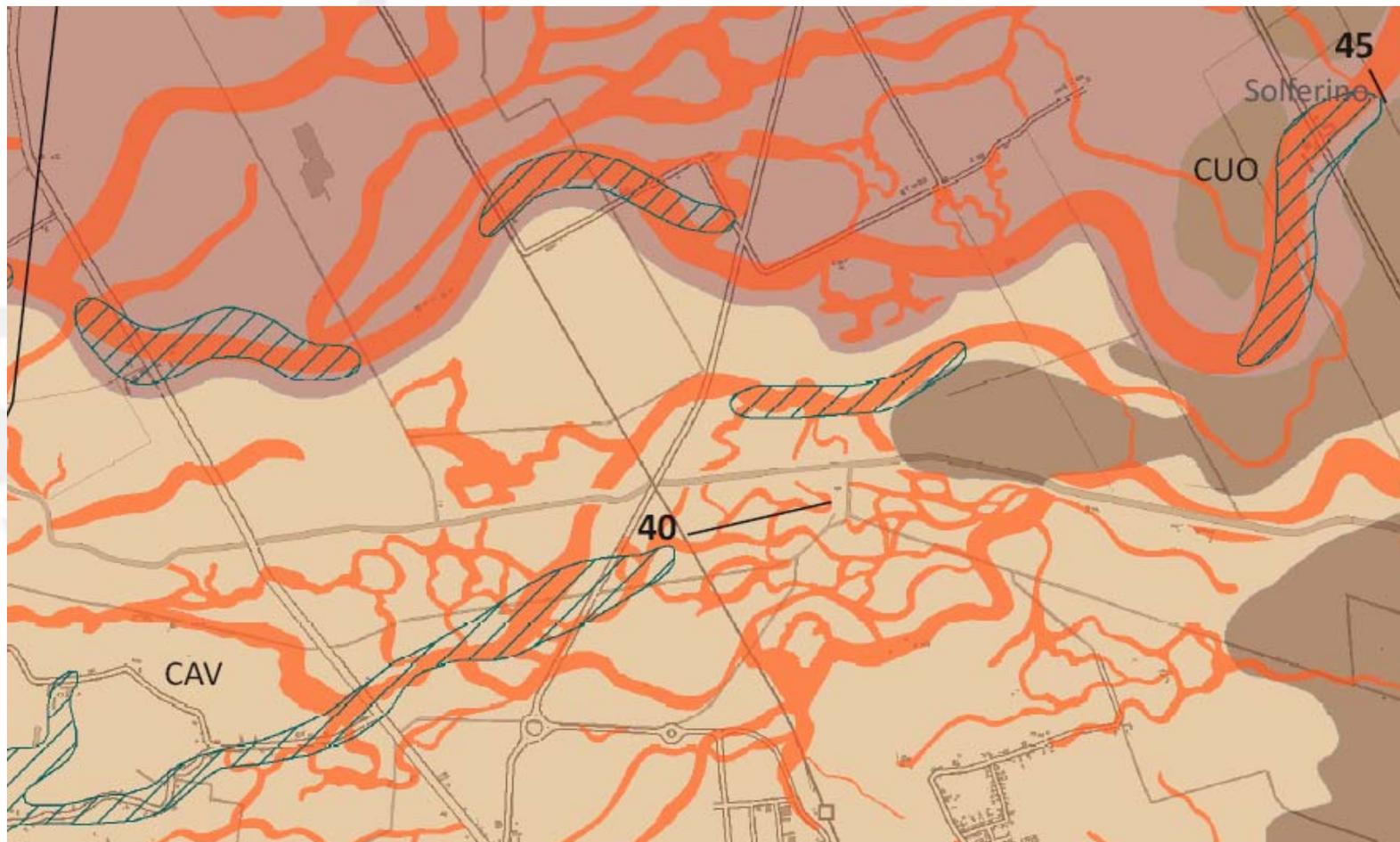
CONCLUSIONI

Unità geologiche della Provincia di Venezia



Provincia di Venezia,
20 giugno, 2014

Paleoalvei

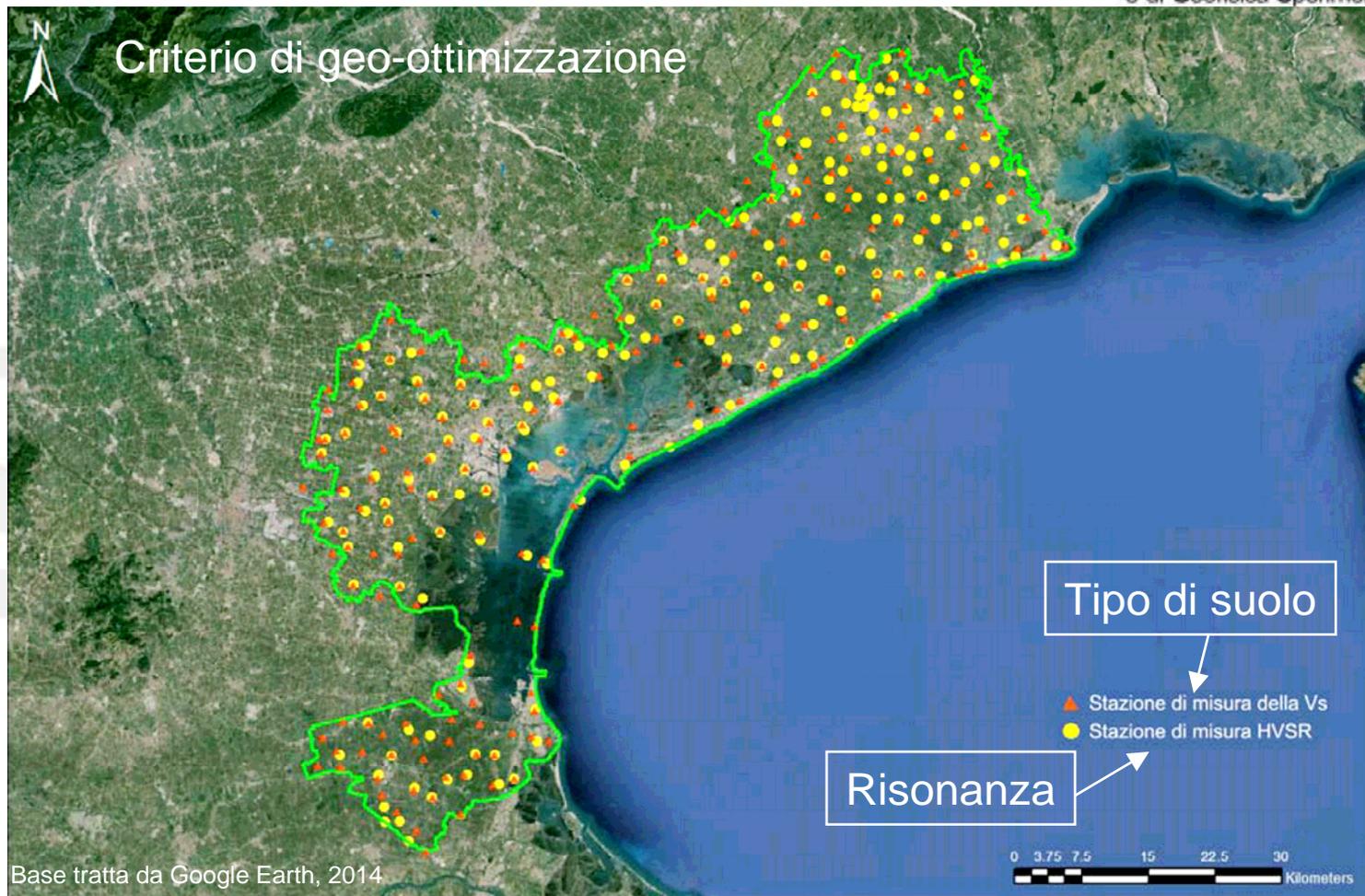


- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE**
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI
- CONCLUSIONI

Unità geologiche della Provincia di Venezia



La rete di misura - acquisizione dei dati



La rete di misura è composta da 215 stazioni V_s e da 202 stazioni HVSR.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

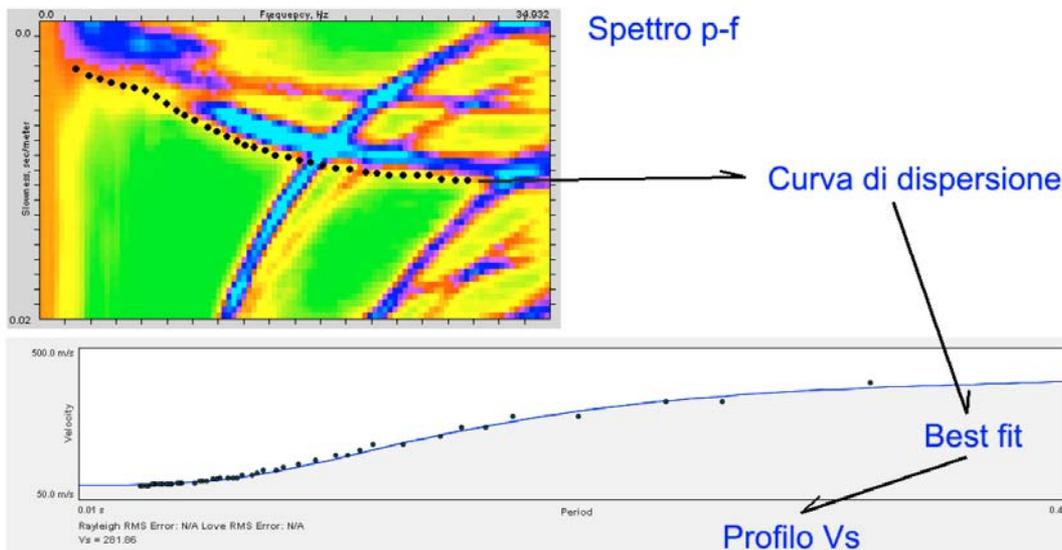
CONCLUSIONI

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

La rete di misura - analisi dei dati

Louie, 2001



Spettro ReMi
relativo a
misura di V_s
(tipo di suolo)
effettuata a
Sottomarina

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

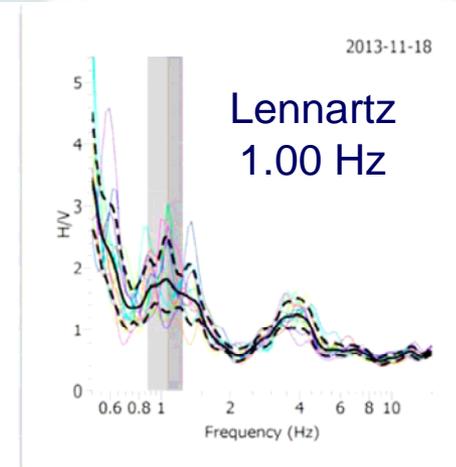
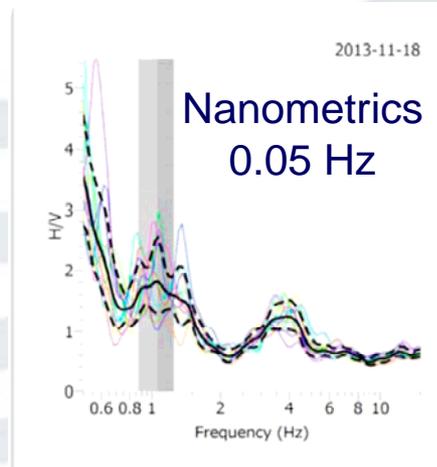
RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

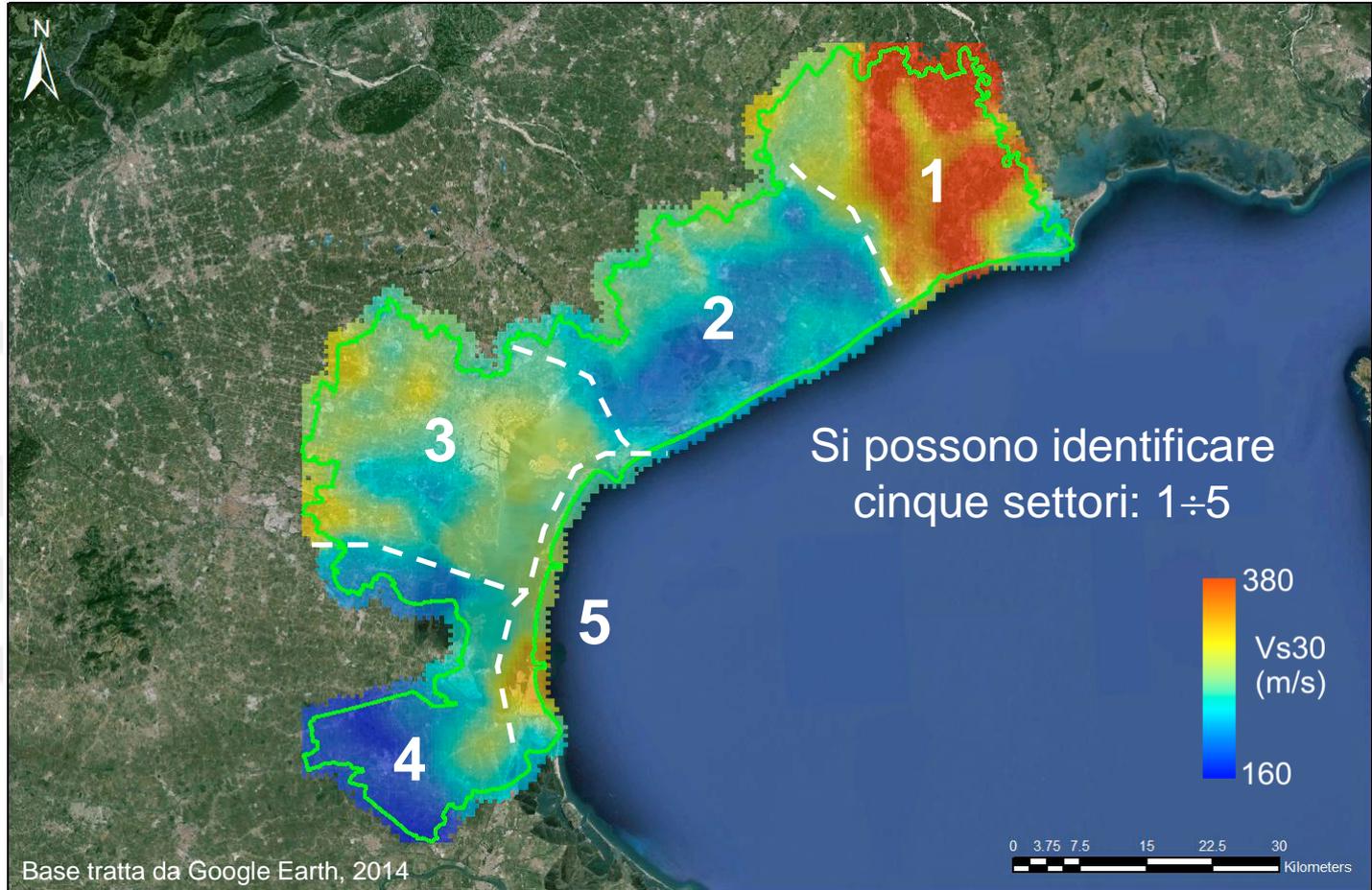
CONCLUSIONI

Misura del periodo
di **risonanza** con
due diversi sensori
effettuata a
Porto Marghera

Nakamura, 1989



Sintesi dei dati - Mappa della $V_s(30)$



La $V_s(30)$ varia da 160 m/s ad oltre 380 m/s.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

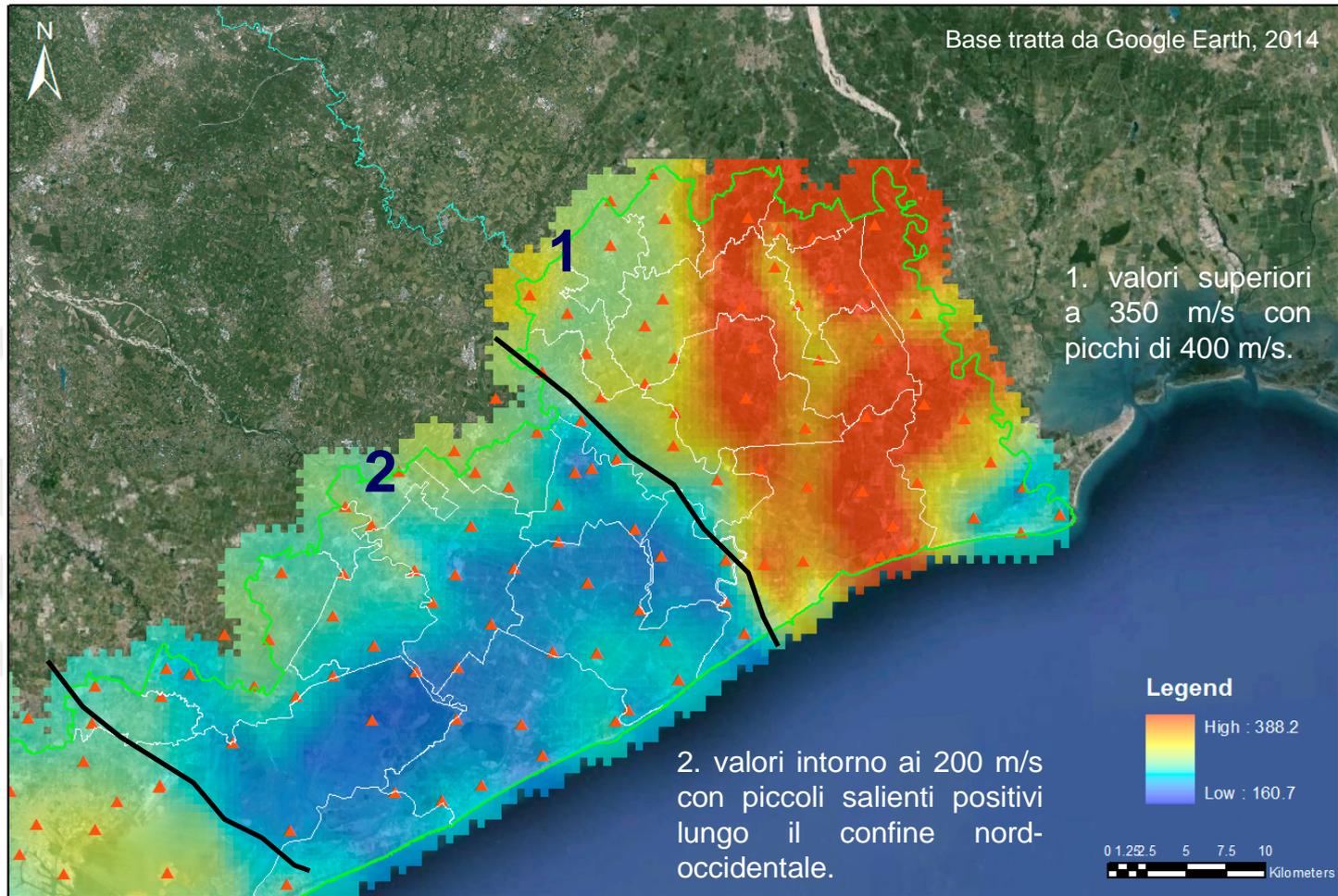
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Sintesi dei dati - Mappa della $V_s(30)$



Settore nord-orientale e centro-orientale.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

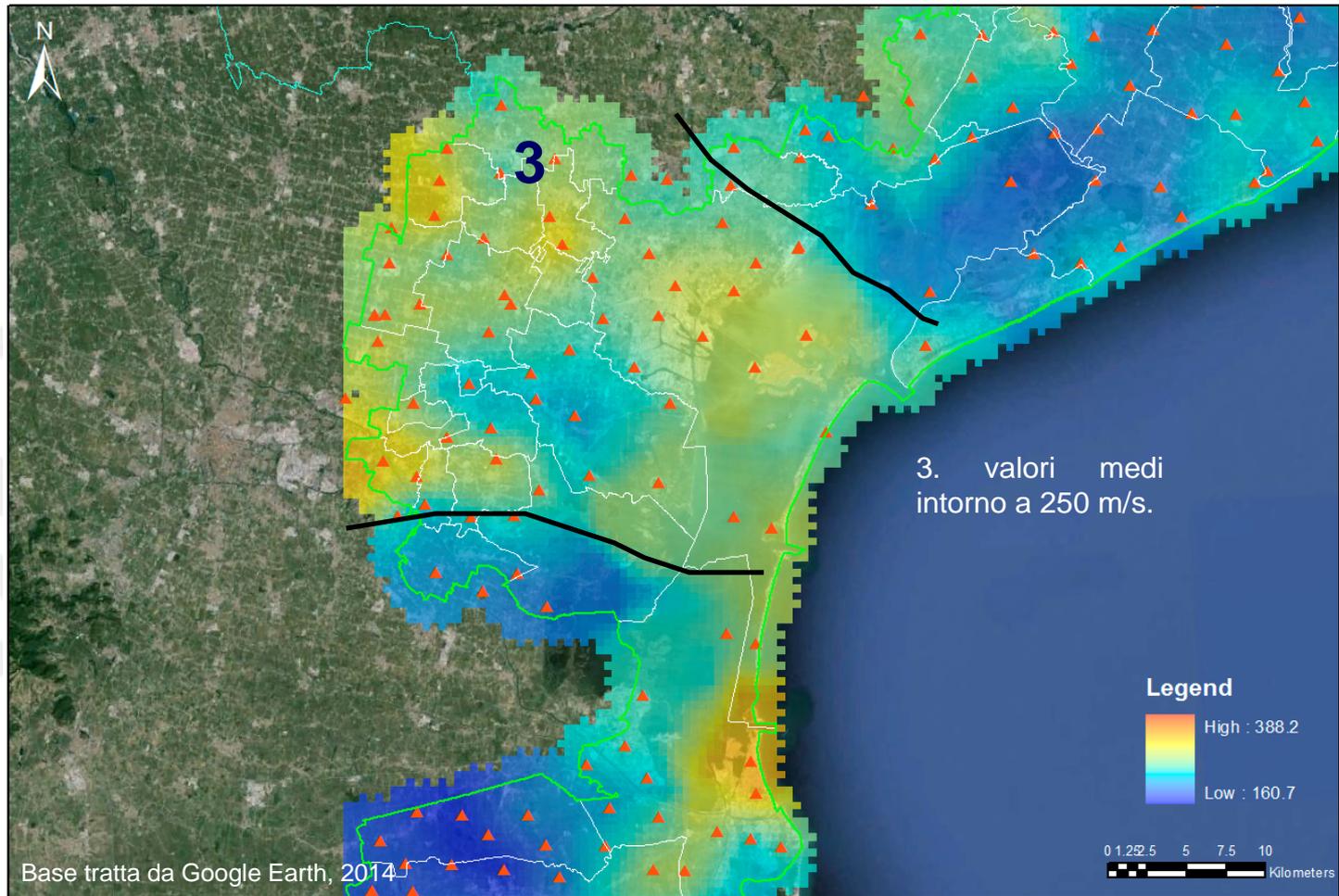
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Sintesi dei dati - Mappa della $V_s(30)$



Settore centrale.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

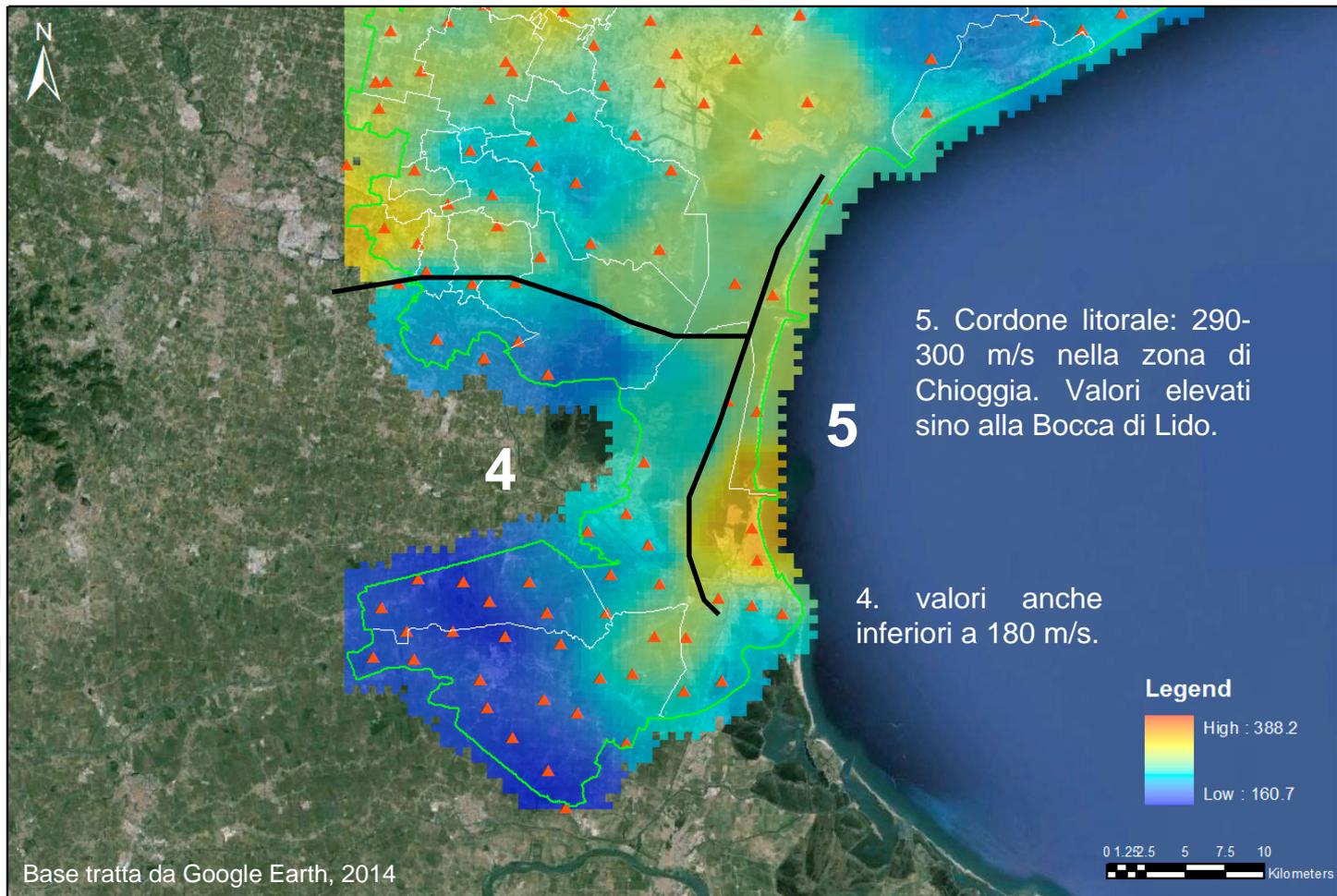
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Sintesi dei dati - Mappa della $V_s(30)$



Settori meridionale e costiero.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

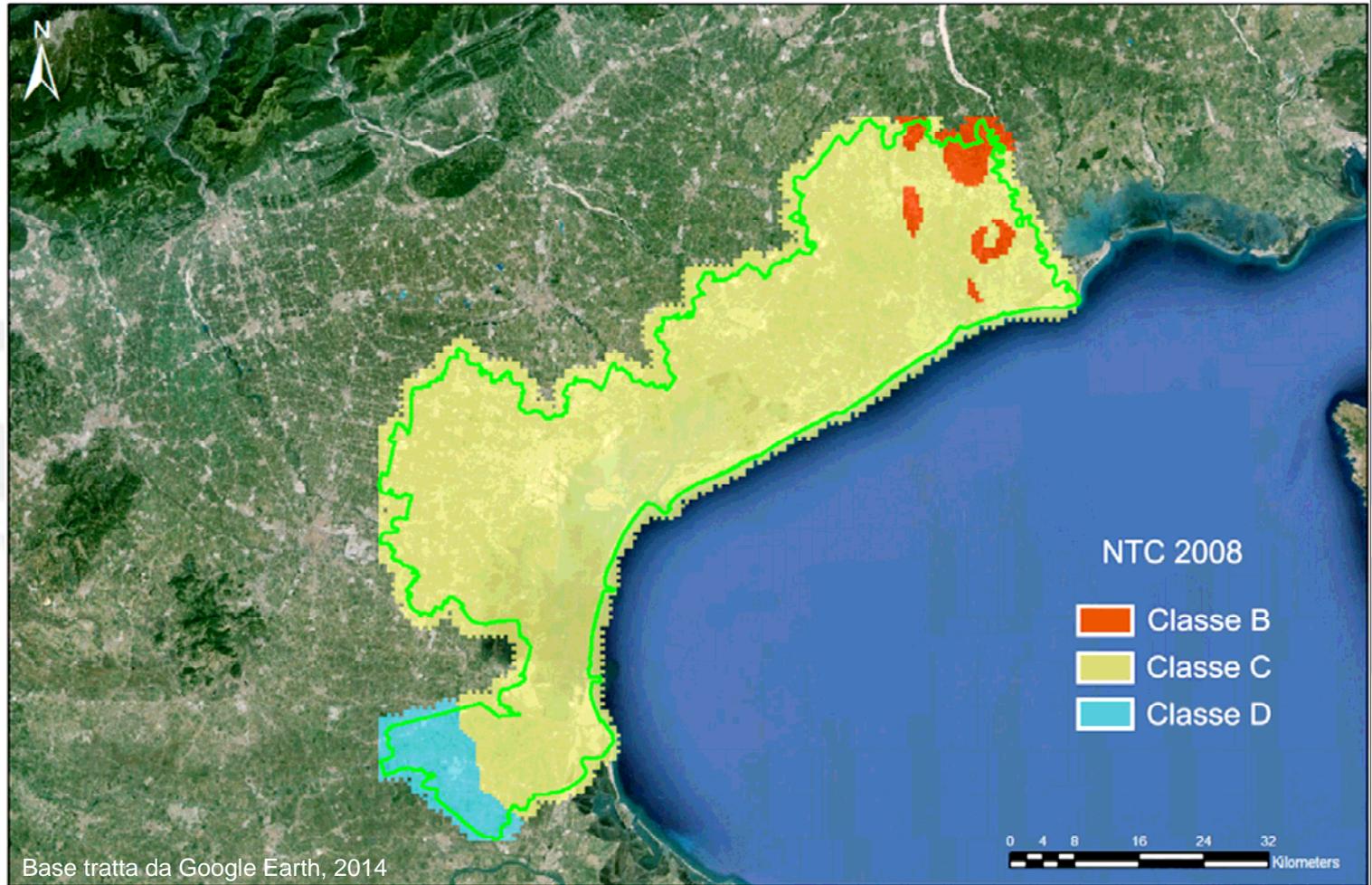
SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Sintesi dei dati - Mappa della $V_s(30)$



In termini normativi (NTC, 2008) abbiamo tre classi di suolo: B, C e D.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

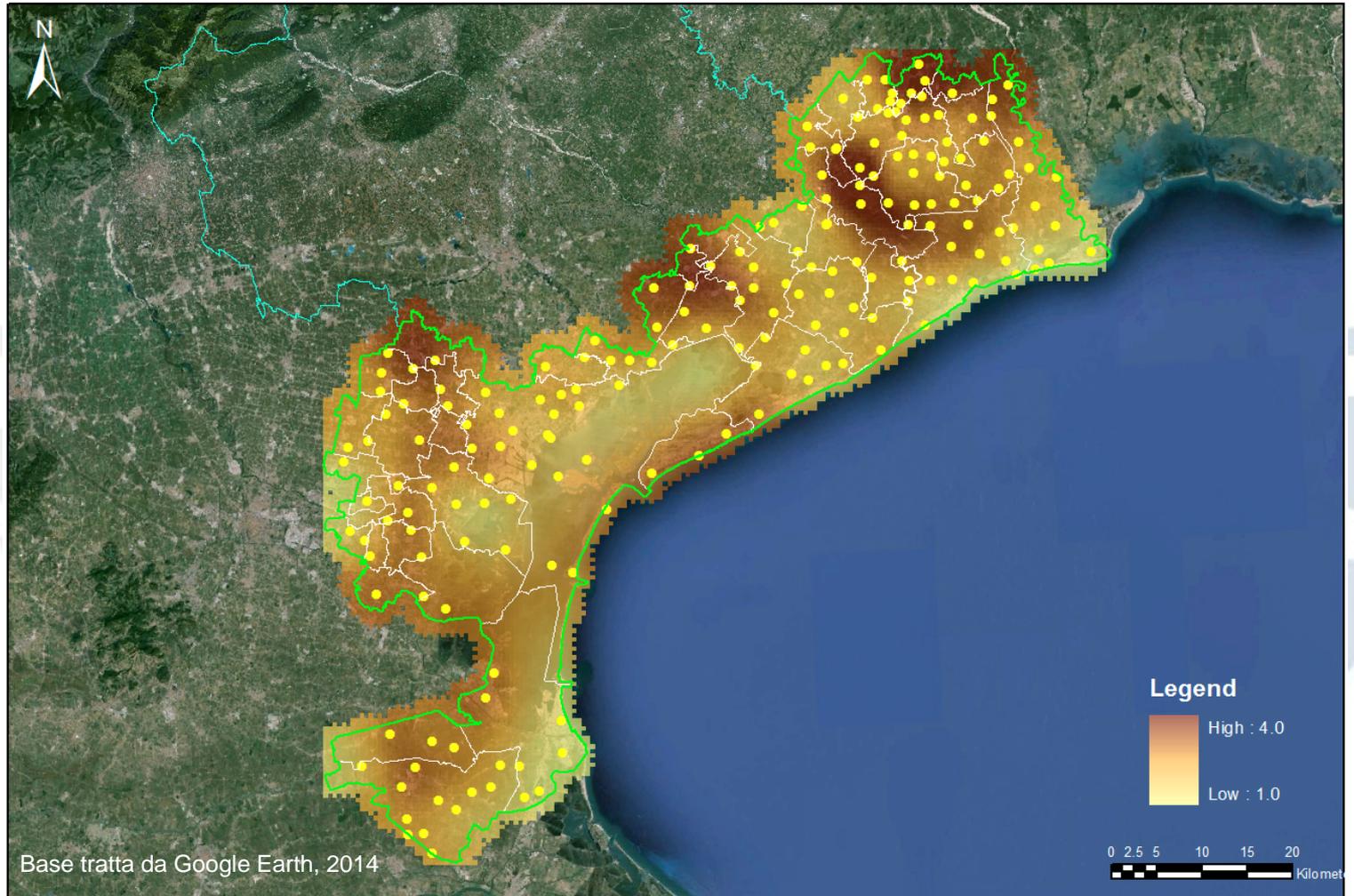
SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Sintesi dei dati - Mappa del rapporto HVSR



La mappa è stata costruita per ampiezza nell'intervallo 1Hz - 10Hz.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

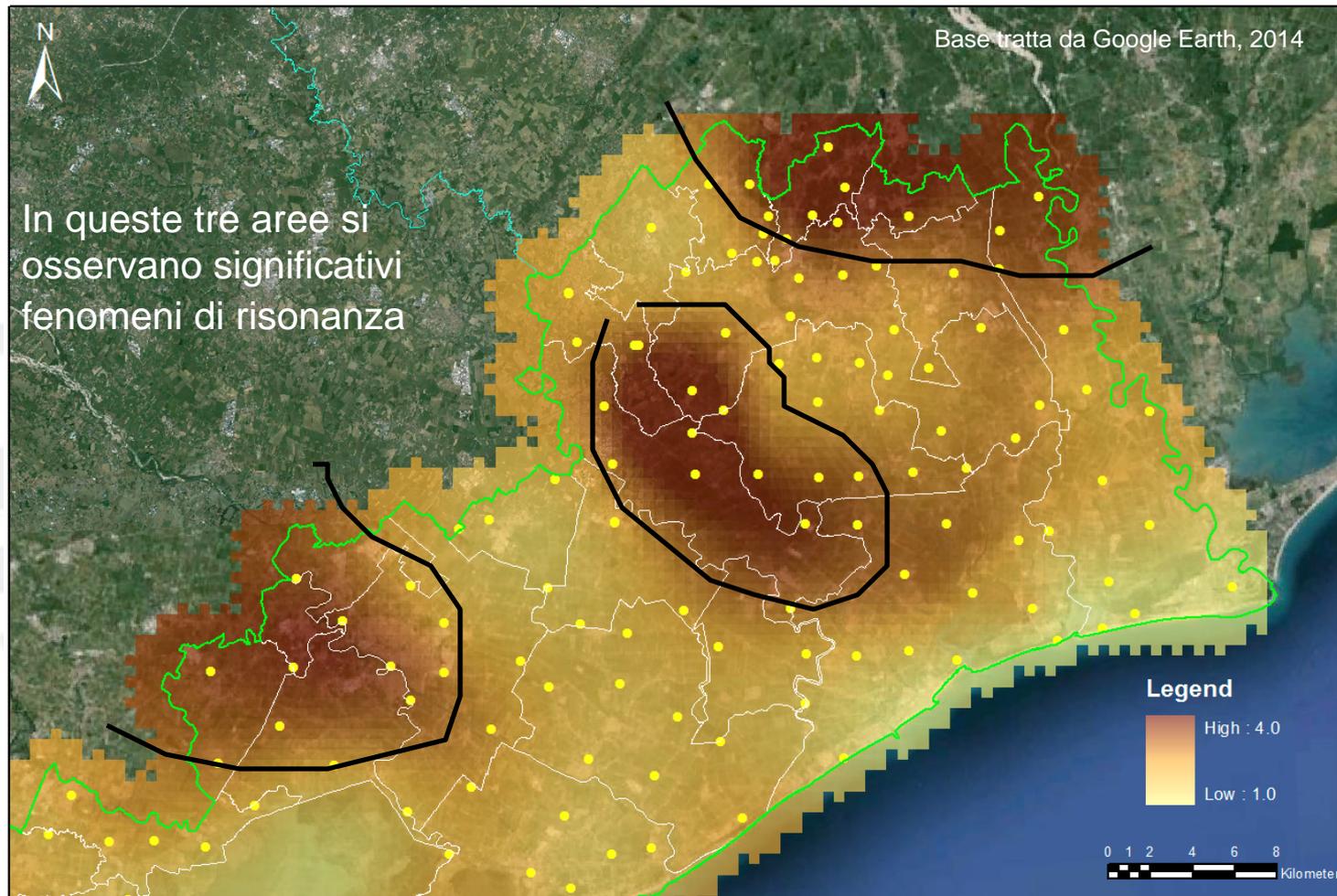
SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Sintesi dei dati - Mappa del rapporto HVSR



Nel settore centro-orientale vi sono tre aree con valori elevati di HVSR.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

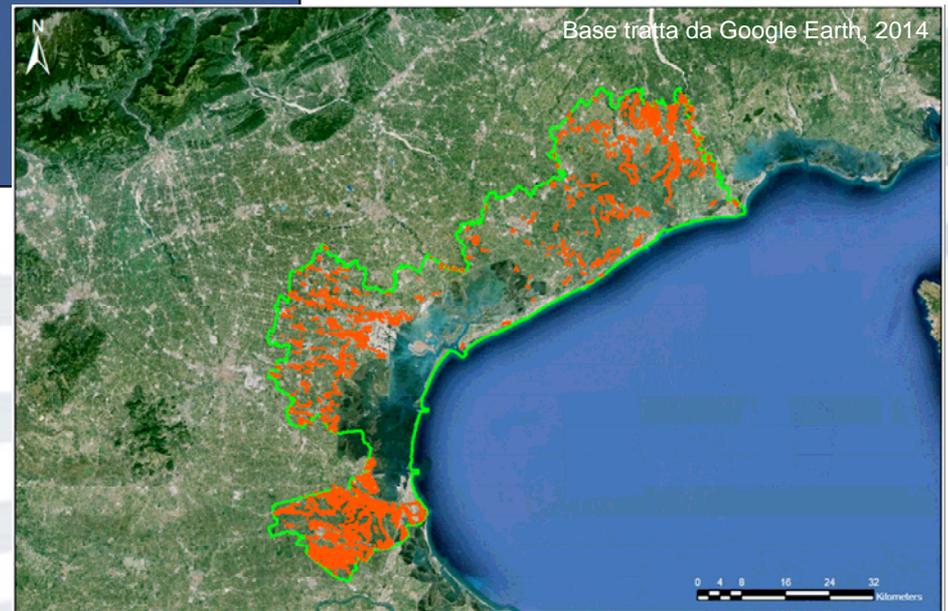
SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Sintesi dei dati - Liquefacibilità potenziale e bordi paleoalvei



Mappa dei principali
corpi deposizionali
superficiali
a tessitura granulare



Mappa dei bordi dei
paleoalvei

- MOTIVAZIONI
- LA ZONAZIONE SISMICA
- PERICOLOSITA'
- GENERALITÀ GEOLOGICHE
- RETE DI MISURA
- SINTESI DEI DATI**
- CONCLUSIONI

Sintesi dei dati - indice geosismico relativo

Le tre mappe tematiche (V_s , HVSR e Potenziale di Liquefazione) risultano in una parametrizzazione, in chiave sismica, della banca dati geologica provinciale.



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Sintesi dei dati - indice geosismico relativo

In via sperimentale è stata infine tentata una sintesi dei tre parametri di pericolosità sismica specifica aggregando anche il quarto parametro e cioè la pericolosità sismica di base.

Il territorio della provincia è stato diviso in celle di un km di lato ed in corrispondenza di ciascuna cella è stato calcolato, attraverso opportuni coefficienti di peso, un **fattore di penalizzazione** che è stato informalmente definito **indice geosismico relativo**.

L'indice è relativo nel senso che il confronto è tra la minima e la massima penalizzazione nell'ambito del territorio provinciale

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

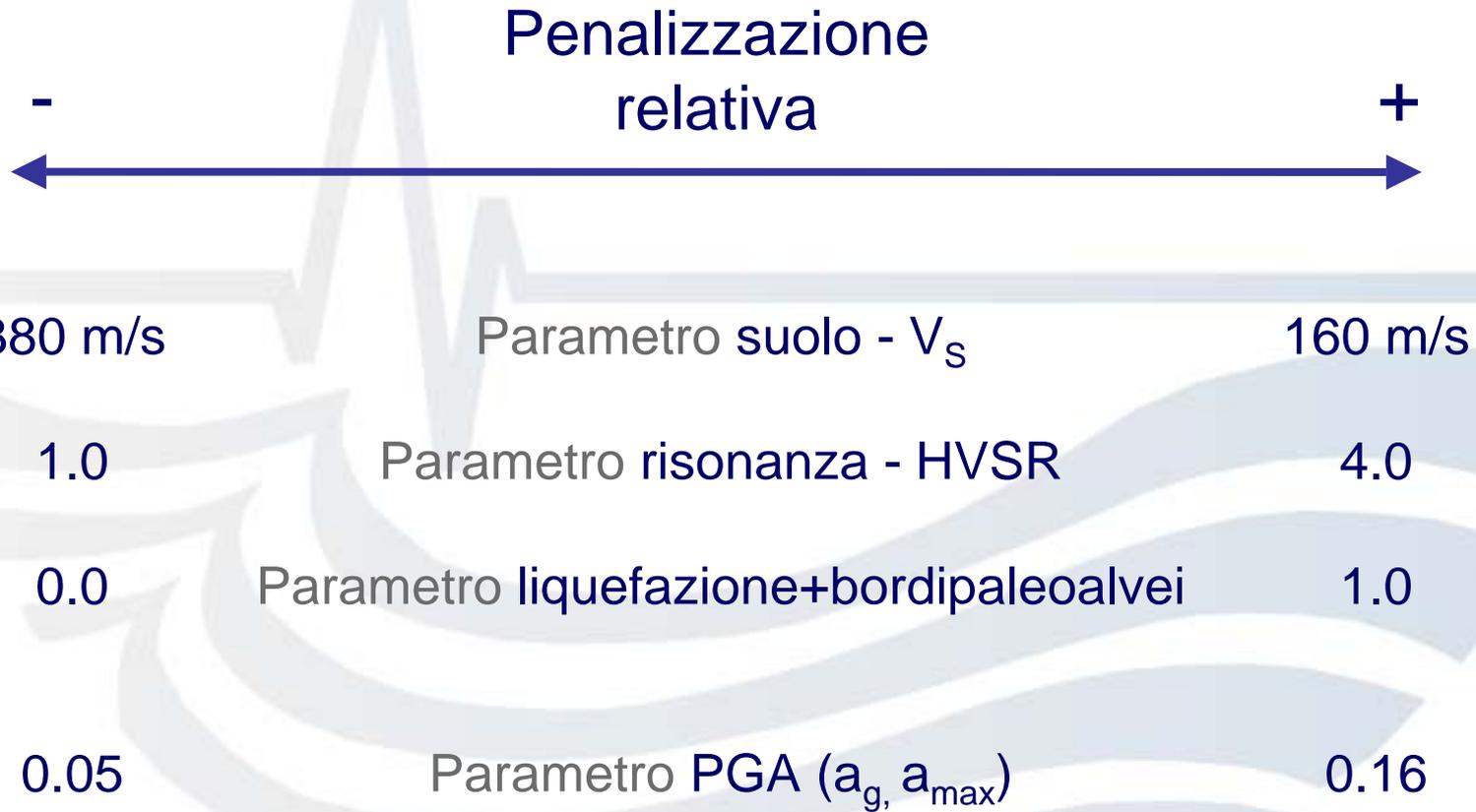
RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI



Sintesi dei dati - indice geosismico relativo



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Sintesi dei dati - indice geosismico relativo



Si notano almeno quattro zone dove la penalizzazione è elevata

Conclusioni - considerazioni sullo studio

E' bene evidenziare che lo studio, seppur supportato da svariati punti misura, rappresenta un documento di inquadramento che affianca la classificazione ufficiale di pericolosità sismica del territorio.

Lo studio crea un tessuto unitario per i futuri studi di microzonazione sismica e indica soprattutto in che direzione devono andare gli approfondimenti elevando il grado di consapevolezza per gli interventi pianificatori.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Conclusioni - considerazioni sullo studio

Lo studio di mesozonazione si collega anche ad un progetto più ampio, realizzato attraverso un accordo di collaborazione con attori quali la Regione del Veneto, l'OGS e l'Università di Padova, per la mesozonazione sismica del territorio regionale.

Anche in questo caso l'obiettivo è quello di creare una visione di insieme sui possibili effetti di sito nelle diverse aree del territorio regionale.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

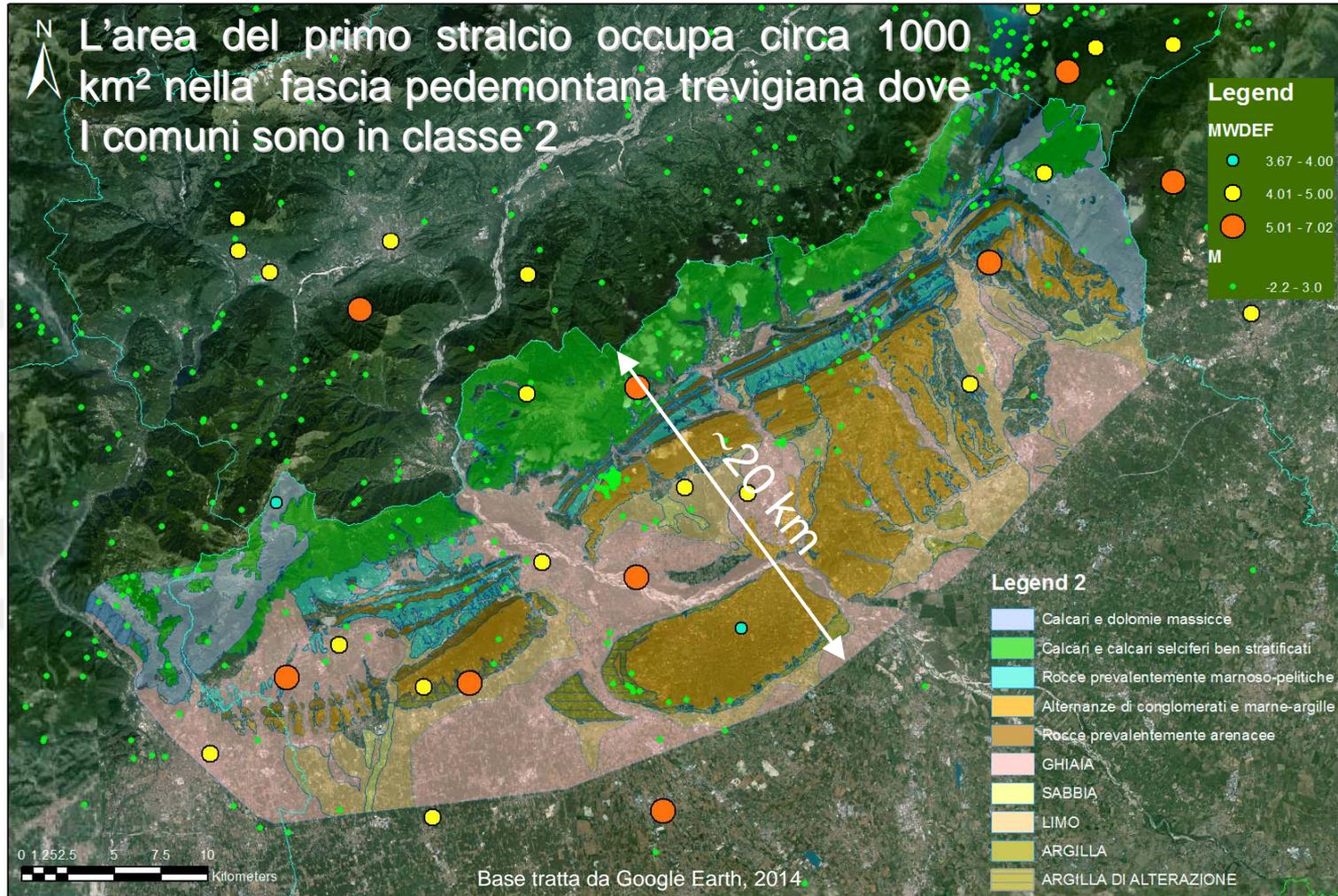
GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Conclusioni - considerazioni sullo studio



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Provincia di Venezia,

20 giugno, 2014

Conclusioni - considerazioni sullo studio



MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

- Lo studio di mesozonazione sismica ha consentito di **completare la banca dati provinciale** con le caratteristiche sismiche dei diversi corpi deposizionali completando il quadro conoscitivo;
- Le tre mappe tematiche costituiscono una **nuova banca dati** di immediata applicazione nel campo ingeneristico e in quello delle attività di protezione civile;
- Lo studio rappresenta un **documento di indirizzo** a supporto dei futuri studi di approfondimento (MS) che saranno condotti alla scala comunale;

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

- Le attività future saranno concentrate su due temi:
l'estensione dello studio ad altre aree del territorio regionale e
il raffinamento delle tecniche di misura per ottenere
informazioni via via più affidabili sulle caratteristiche sismiche
del suolo e del sottosuolo.

MOTIVAZIONI

LA ZONAZIONE
SISMICA

PERICOLOSITA'

GENERALITÀ
GEOLOGICHE

RETE DI MISURA

SINTESI DEI DATI

CONCLUSIONI

Bibliografia

Amorosi A., Fontana A., Antonioli F., Primon S., Bondesan A. (2008) - Post-LGM sedimentation and Holocene shoreline evolution in the NW Adriatic coastal area. *GeoActa*, vol. 7, p. 41-67. ISSN: 1721-8039.

Bondesan, A., Meneghel, M., 2004, Geomorfologia della provincia di Venezia.

Bondesan A., Primon S., Bassan V. and Vitturi A., 2008, Le unità geologiche della Provincia di Venezia. Provincia di Venezia, Università di Padova, Ed. Cierre Grafica, Verona, Italy, 184 pp., 3 All.

Bondesan A., e Levorato C., 2008, I geositi della Provincia di Venezia.

Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome, 2008, Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica, Dipartimento della Protezione Civile, 515 pp.

Fabrizi, P., Zangheri, P., Bassan, V., Fagarazzi, O., Mazzucato, A., Primon, S., Zogno, 2013, Sistemi idrogeologici della Provincia di Venezia – Acquiferi superficiali.

Fontana A., Mozzi P. and Bondesan A. 2008, Late Quaternary evolution of the Venetian-Friulian plain. *Rend. online Soc. Geol. Ital.*, 9, 91-93.

Louie, 2001, Faster, better; shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91, 347-364.

Meletti C., e Montaldo, V., 2007, Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>.

Nakamura, Y., 1989, A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, *Quarterly Report Railway Tech. Res. Inst.*, 30, 25–30.

Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2003, Ordinanza 3274. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Robertson, P. K., CE (Fear) Wride, 1998, Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test, Canadian Geotechnical Journal, 35(3): 442-459, 10.1139/t98-017.

Tosi L., Rizzetto F., Bonardi M., Donnici S., Serandrei Barbero R. & Toffoletto F., 2007a - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. 128 - Venezia. APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia, Casa Editrice SystemCart, Roma, 164 pp., 2 enclosed sheets.

Tosi L., Rizzetto F., Bonardi M., Donnici S., Serandrei Barbero R. & Toffoletto F., 2007b - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. 148-149 - Chioggia-Malamocco. APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia, Casa Editrice SystemCart, Roma, 164 pp., 2 enclosed sheets.

Vitturi, A., Giandon, Bassan, V., Ragazza, 2008, I suoli della Provincia di Venezia.

Vitturi, Bassan, Mazzucato, Primon, Bondesan, Ronchese, Zangheri, 2012, Atlante geologico della Provincia di Venezia.

Lo studio di MesoZonazione Sismica della provincia di Venezia

Roberto Francese
rfrances@inogs.it
roberto.frances@unipr.it

Aldino Bondesan
aldino.bondesan@unipd.it