41st GNGTS National Conference

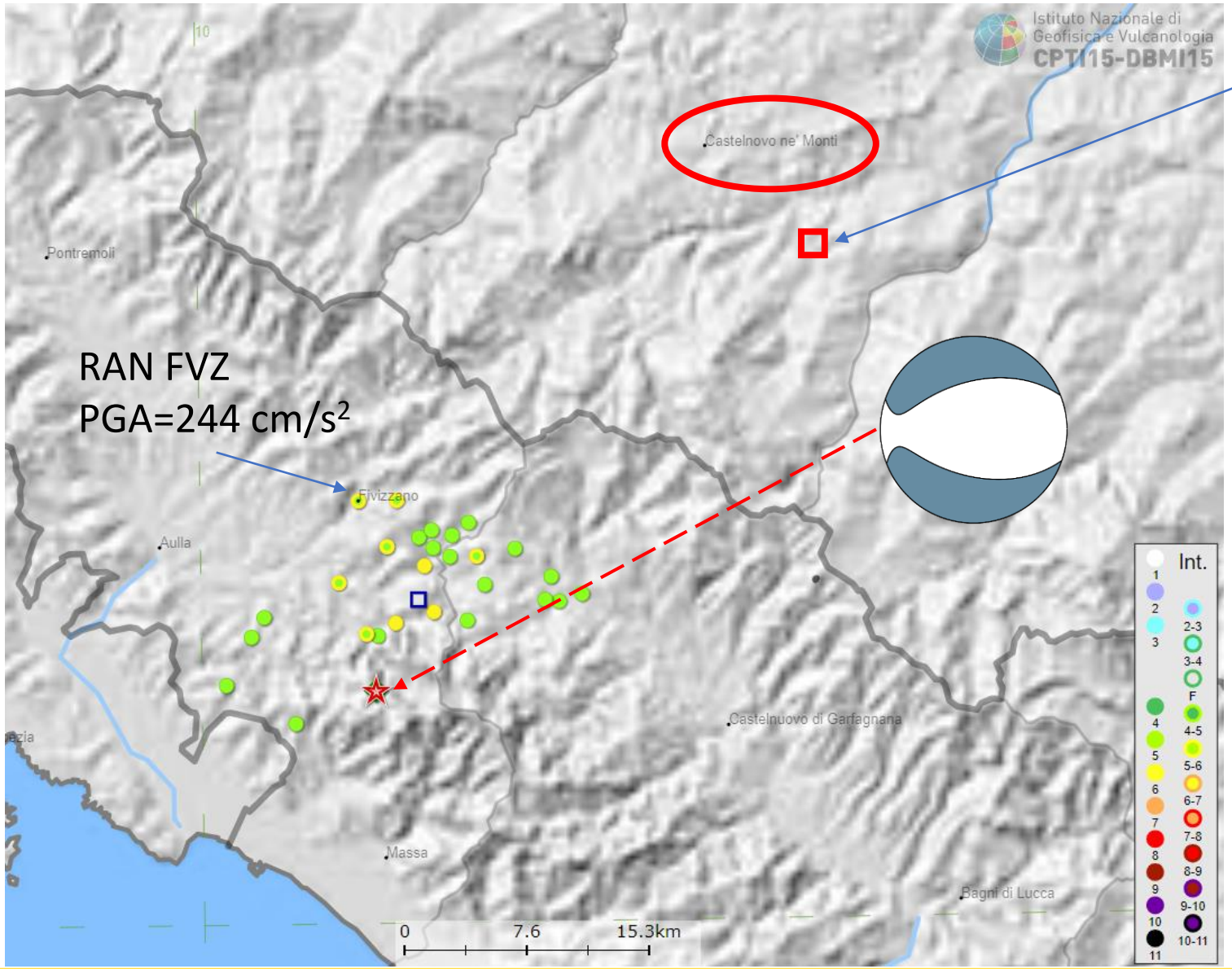
Bologna, 7-9 February 2023

Possibili effetti di risonanza per convergenza di frequenza tra terreno e struttura: il caso di Castelnovo ne' Monti, Reggio Emilia

Gian Pietro Mazzetti,
Centrogeo Survey snc, Correggio (RE)

Stefano Gilli, *Centrogeo Survey snc, Correggio (RE)*

Luca Martelli, *Regione Emilia-Romagna, Settore Difesa del territorio – Area geologia, suoli e sismica*



RAN VLM: PGA=55 cm/s^2

http://ran.protezionecivile.it/IT/index.php

RAN FVZ

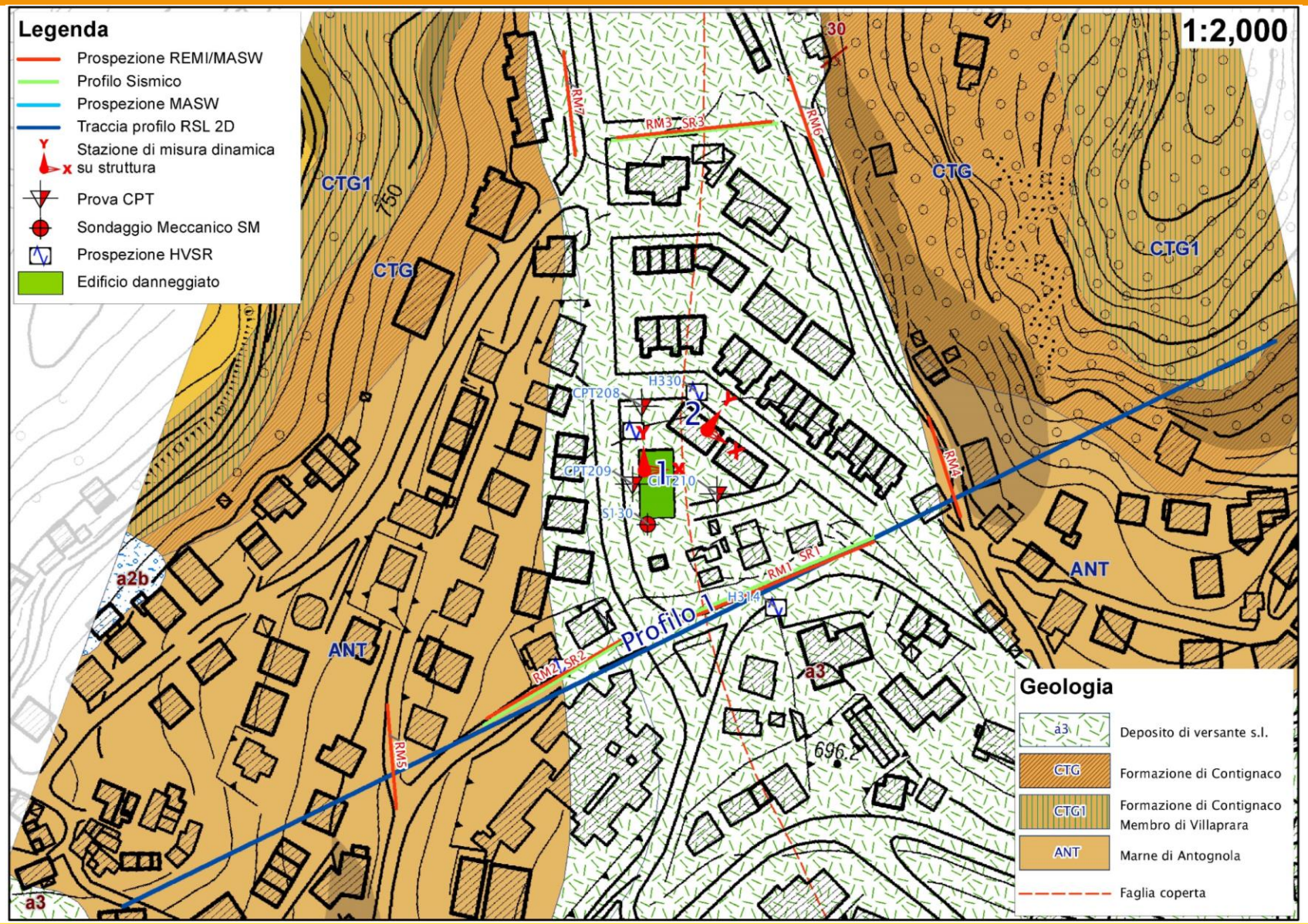
PGA=244 cm/s^2

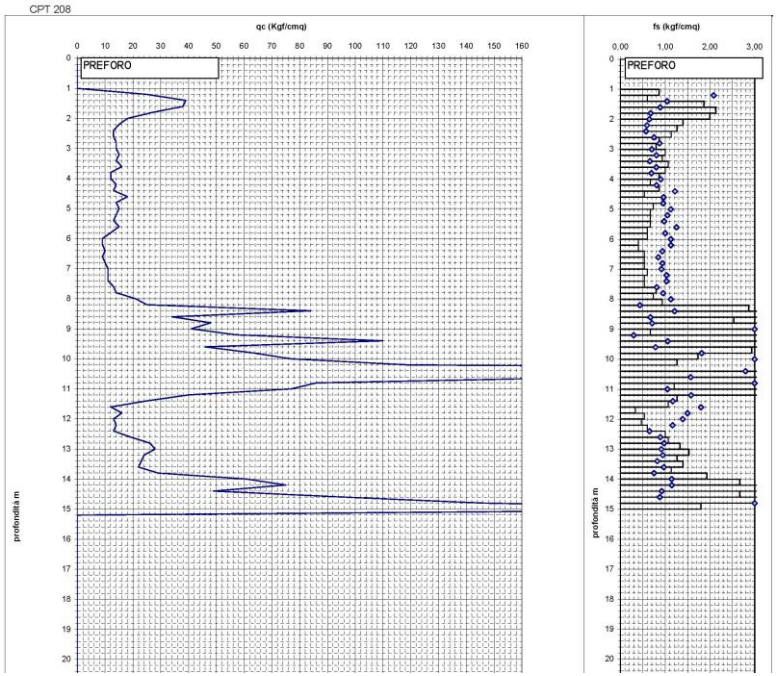
macroseismic intensities (CPTI 15)

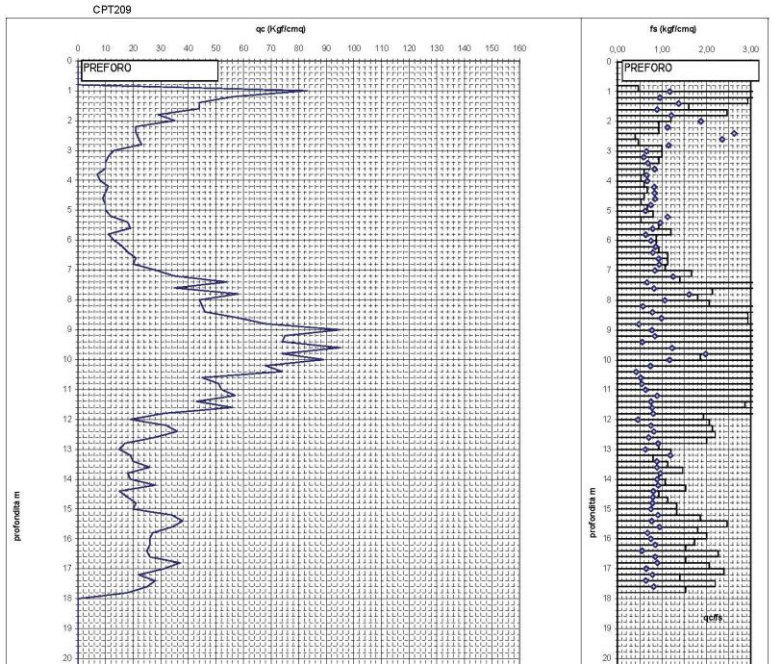
2013 June 21 10:33:56.07
Lunigiana

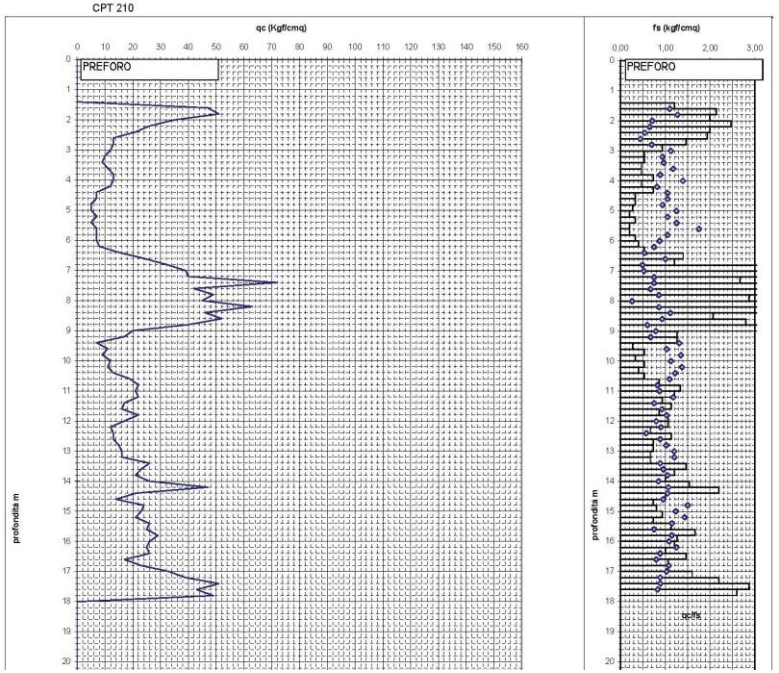
EqID 20130621_1033_000

	Lat	Lon	Ep. origin	Io	Mw ErMw	Mag. origin	Depth
CPTI15	44.131	10.136		6	5.36 ± 0.07	InsO	7.0
Macro	44.182	10.170	bx0	6	4.69 ± 0.23	bxn	
Instr	44.131	10.136	BSINGV		5.36 ± 0.07	MwMT	7.0

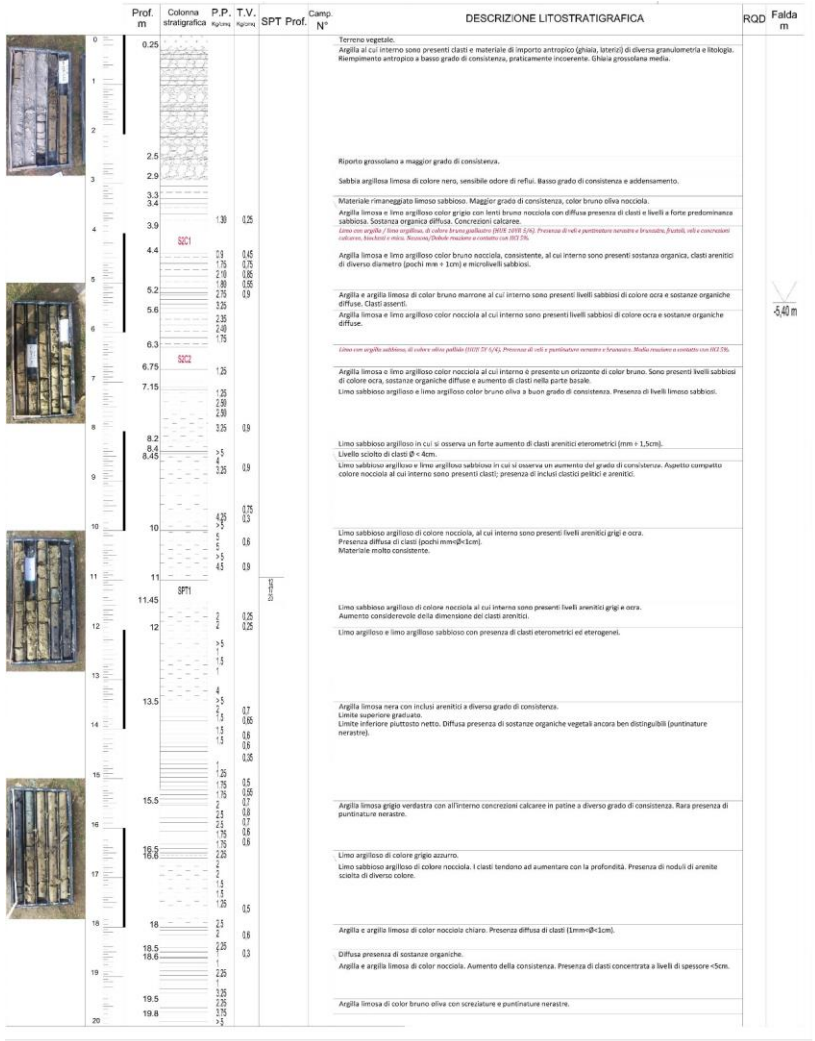

Legenda
Prospezione REMI/MASW
Profilo Sismico
Prospezione MASW
Traccia profilo RSL 2D
Stazione di misura dinamica su struttura
Prova CPT
Sondaggio Meccanico SM
Prospezione HVSR
Edificio danneggiato
1:2,000
CTG1
CTG
ANT
a2b
a3
Profilo
RM1
RM2
RM3
RM4
RM5
RM6
RM7
SR1
SR2
SR3
CPT208
CPT209
CPT210
H330
H314
SJ30
696.2
Geologia
Deposito di versante s.l.
Formazione di Contignaco
Formazione di Contignaco Membro di Villaprara
Marne di Antognola
Faglia coperta

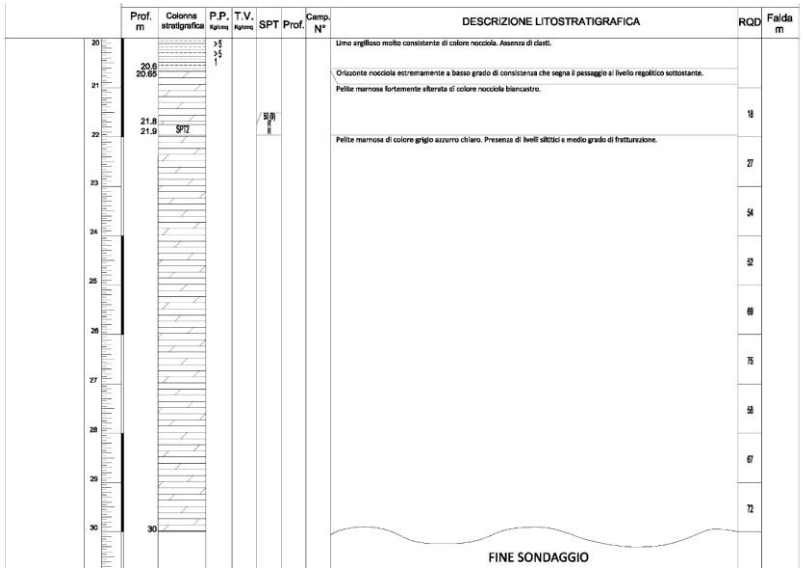

CPT 208
qc (Kgf/cmq)
fs (kgf/cmq)
PREFORO
profondita m

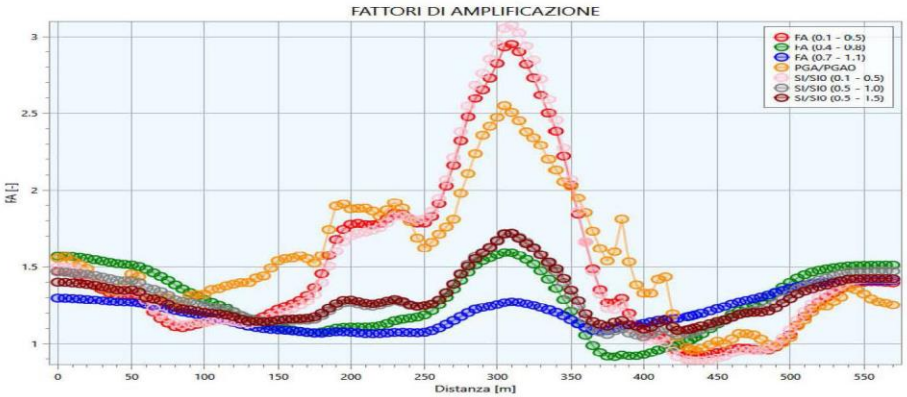

CPT209
qc (Kgf/cmq)
fs (kgf/cmq)
PREFORO
profondita m

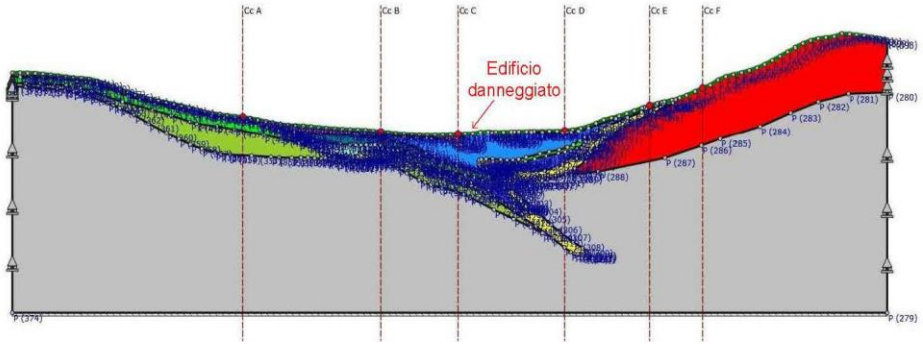

CPT 210
qc (Kgf/cmq)
fs (kgf/cmq)
PREFORO
profondita m

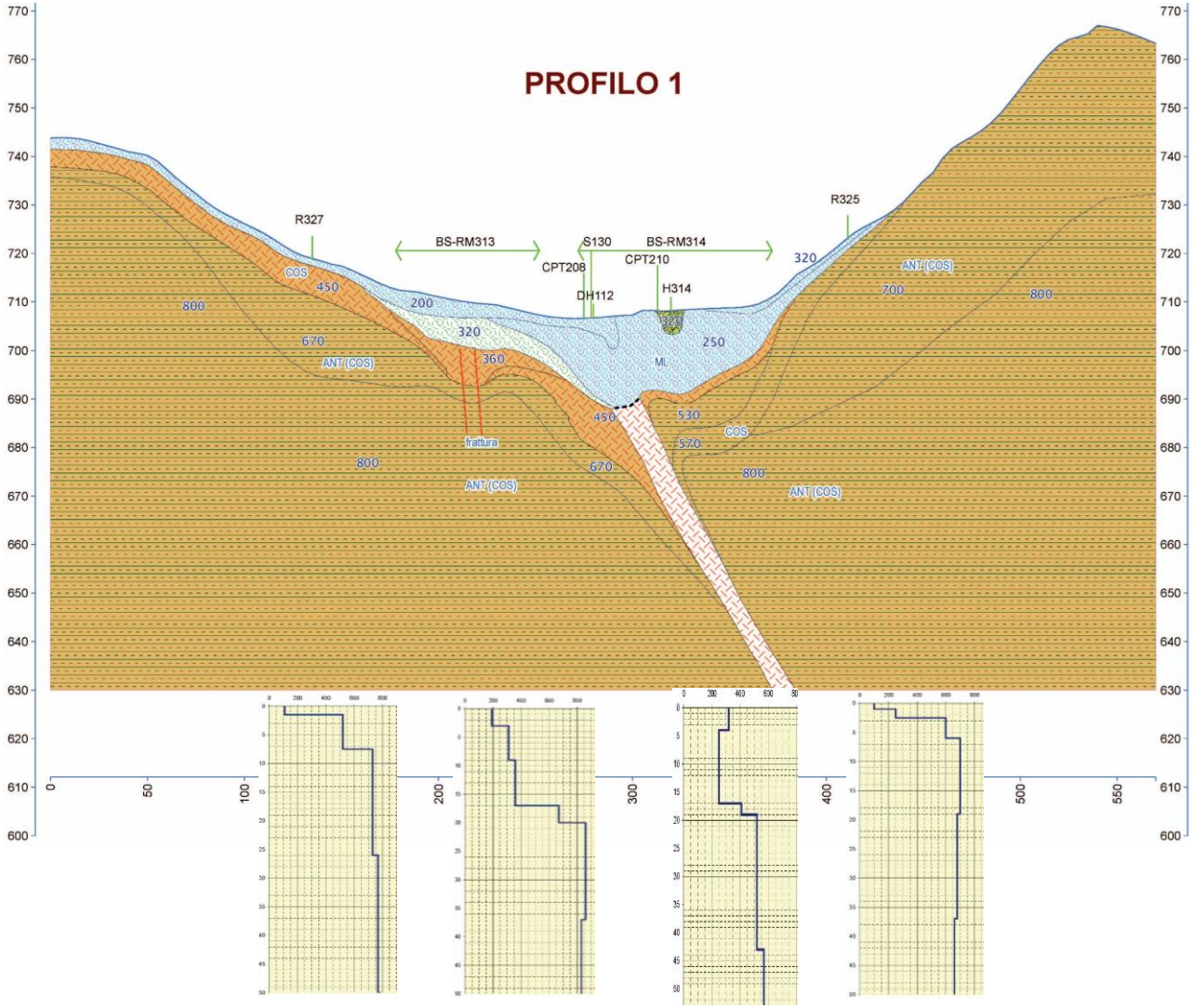
Sondaggio S130






FATTORI DI AMPLIFICAZIONE
FA (0.1 - 0.5)
FA (0.4 - 0.8)
FA (0.7 - 1.1)
PGA/PGAO
SI/SIO (0.1 - 0.5)
SI/SIO (0.5 - 1.0)
SI/SIO (0.5 - 1.5)
FA [-]
Distanza [m]


Cc A
Cc B
Cc C
Cc D
Cc E
Cc F
Edificio danneggiato


PROFILO 1
R327
BS-RM313
S130
BS-RM314
CPT208
CPT210
DH112
H314
R325
COS
ANT (COS)
ML
frattura

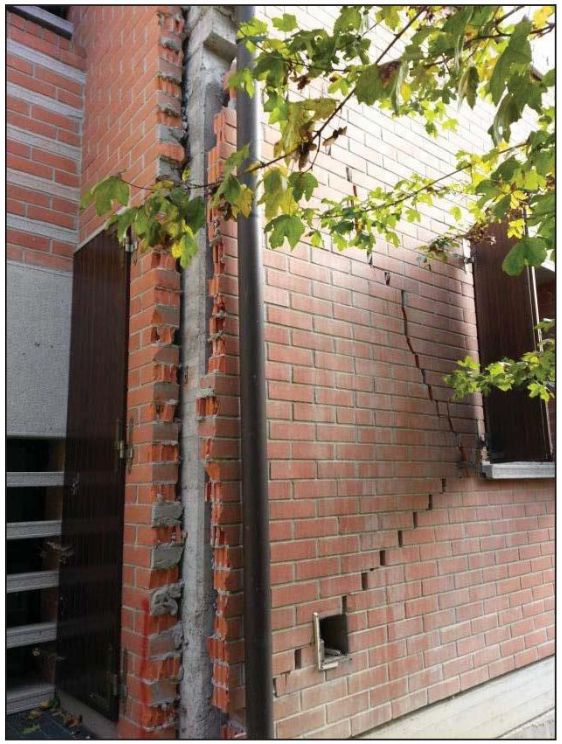


Immagine 4 - lato ovest del fabbricato

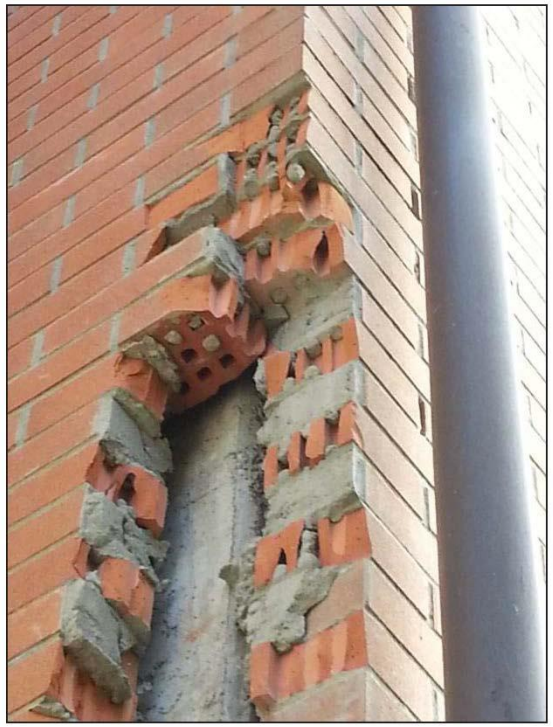
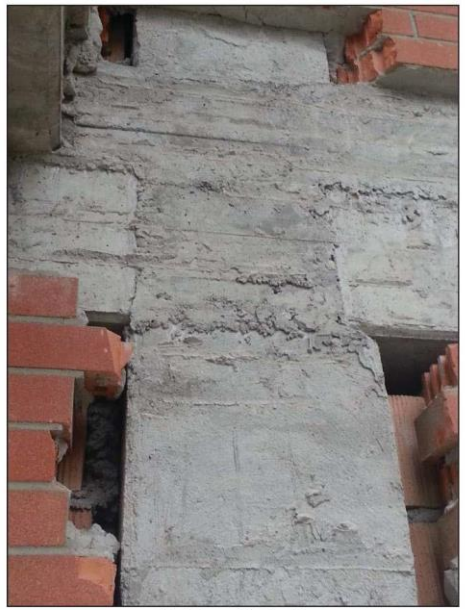


Immagine 5 - lato ovest del fabbricato



Nodo trave-pilastro 15

Nodo trave-pilastro 20

Lesioni interne dell'appartamento al piano terra e del negozio

Caratteristiche dei fabbricati

Elementi comuni:

- telaio in C.A. con reticolo di fondazione a trave a T rovescia;
- 3 piani, con sottotetto abitabile;
- seminterrato nel primo e interrato nel secondo, con caratteristiche strutturali del telaio simili
- stesso periodo di costruzione (1993) e stessa impresa.

Differenze:

- lunghezza e larghezza moderatamente diverse (edificio 1: 27,8m x 12,8m; edificio 2: 21m x 12m), e quindi compattezza;
- posizione geografica ed orientamento: l'edificio 1 è l'unico orientato sud-nord (parallelo all'asse della valle e alla direzione della faglia sepolta);
- presenza, al lato SE dell'edificio 2, del collegamento con analogo edificio nelle parti di fabbrica interrate, che costituiscono una struttura scatolare di base solidale con i terreni per la presenza di strutture in acciaio aggiuntive lungo tutto il lato sud dell'edificio 2.

Caratteristiche dei fabbricati

L'analisi strutturale dell'edificio 1 (Leoncini, 2014) ha evidenziato irregolarità nella disposizione degli elementi strutturali (tra i quali disassamenti delle pilastrate nelle due direzioni principali con prevalenza nella direzione longitudinale dell'edificio, S-N), ai quali consegue la scarsa presenza nella direzione longitudinale di telai formati da travi e pilastri aventi funzione irrigidente.

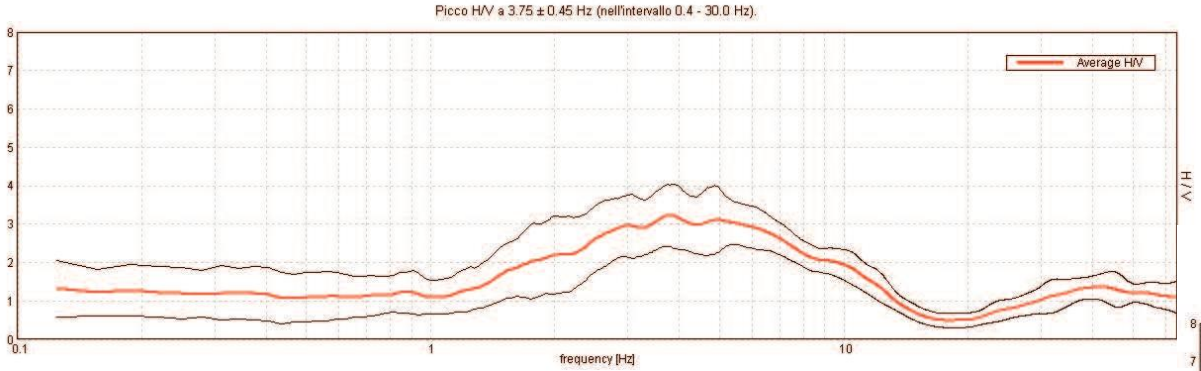
A ciò si aggiunge una non idonea qualità costruttiva dei pannelli di tamponamento e l'assenza nella zona sud dell'edificio di efficaci ammorsamenti dei pannelli (Leoncini, 2014).

L'analisi dinamica modale (Leoncini, 2014) evidenzia la maggiore deformabilità della struttura in senso longitudinale

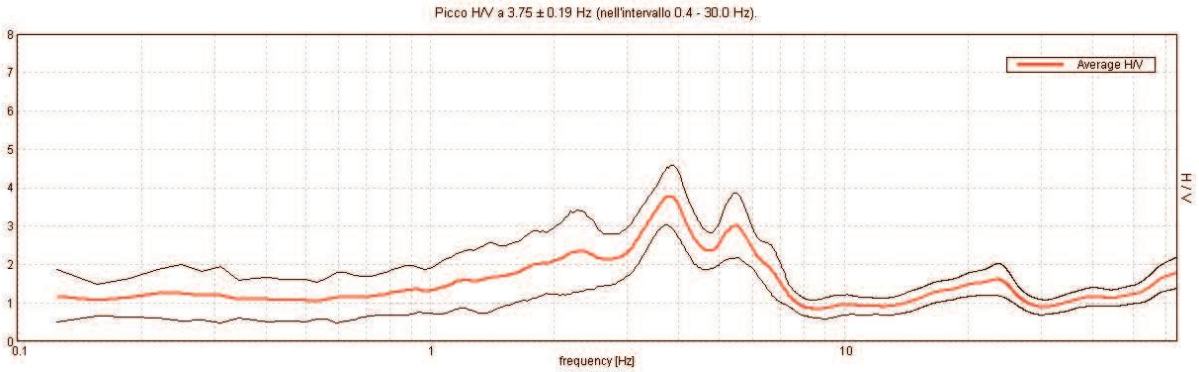
Le verifiche effettuate post-sisma sull'edificio 1 hanno evidenziato l'assenza di significativi danni strutturali ai pilastri e moderati danni al vano scale. Gli interventi di riparazione hanno quindi interessato solamente gli elementi di tamponamento e divisori interni e pertanto i modi di vibrazione del fabbricato riparato sono da ritenersi praticamente equivalenti a quelli precedenti ai danni (Leoncini, 2014).

L'edificio 2, che ha subito danni lievi e trascurabili, non è stato oggetto di interventi.

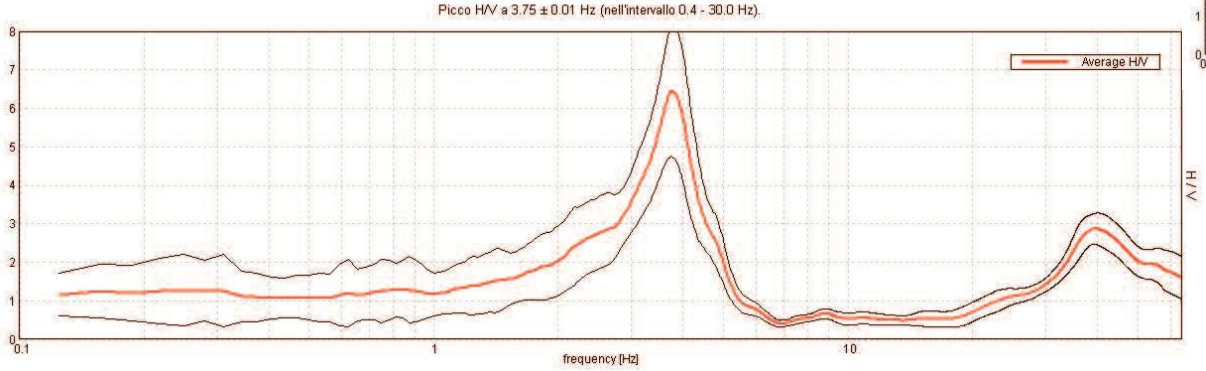
HV1

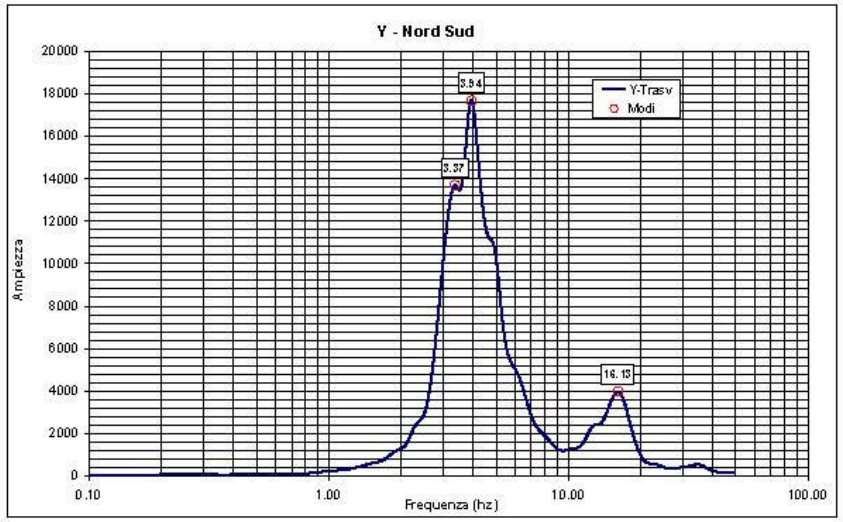

Picco H/V a 3.75 ± 0.45 Hz (nell'intervallo 0.4 - 30.0 Hz).
Average H/V
H / V
frequency [Hz]

HV8

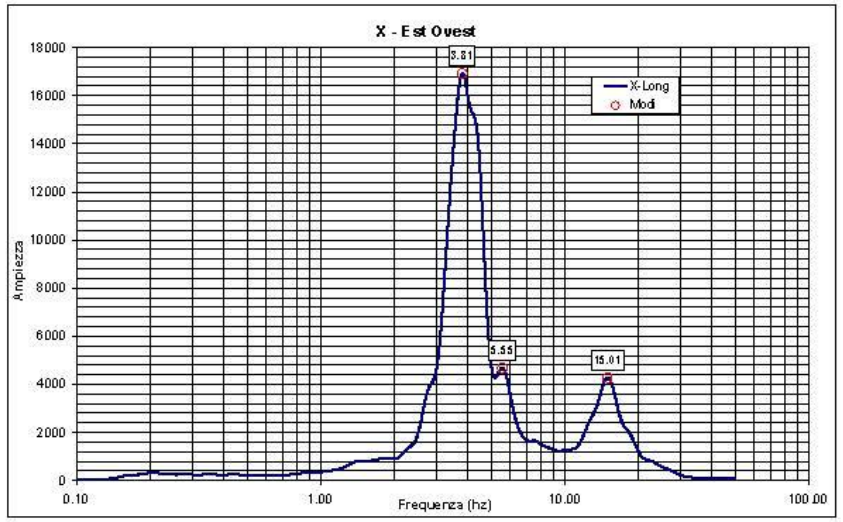

Picco H/V a 3.75 ± 0.19 Hz (nell'intervallo 0.4 - 30.0 Hz).
Average H/V
H / V
frequency [Hz]

HV9

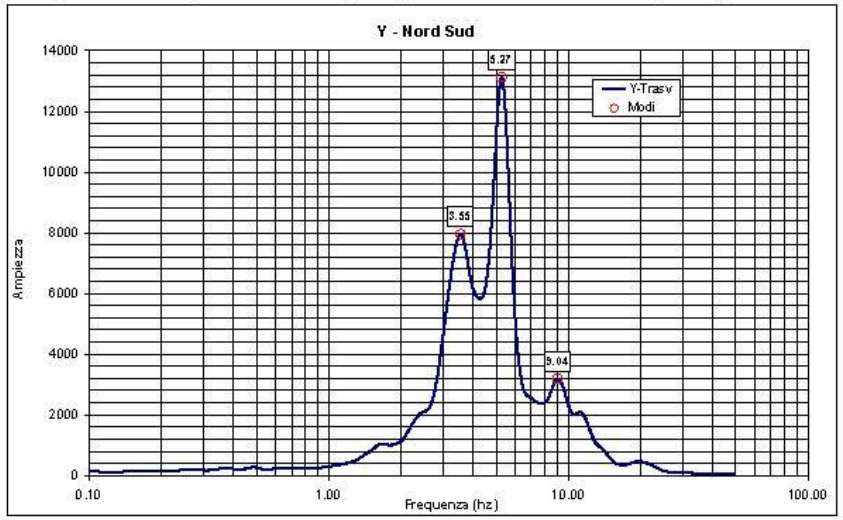

Picco H/V a 3.75 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.4 - 30.0 Hz).
Average H/V
H / V
frequency [Hz]



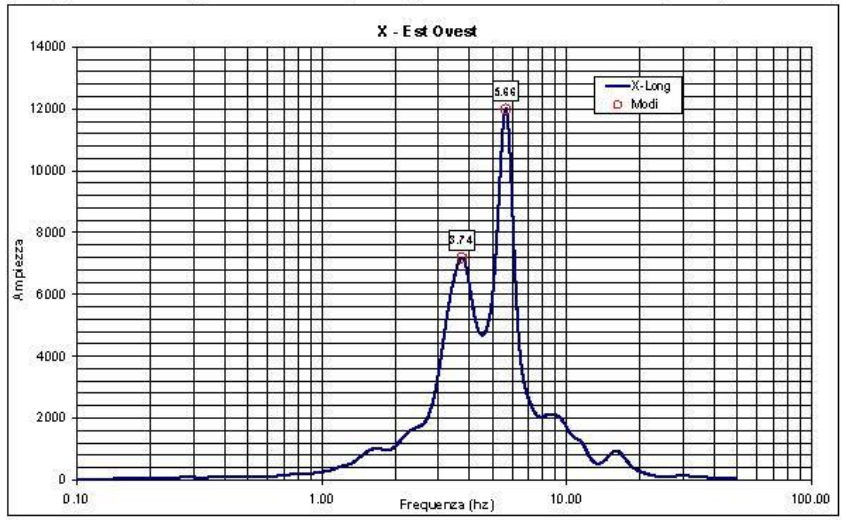
Edificio 1 spettro in frequenza Asse Y (NS)



Edificio 1 spettro in frequenza Asse X (EO)



Edificio 2 spettro in frequenza Asse Y (NS)



Edificio 2 spettro in frequenza Asse X (EO)

Considerazioni conclusive

Il sisma della Lunigiana del 21/06/2013, Mw=5.36, distante circa 36 km, ha interessato l'area e l'edificio in esame con PGA attenuata almeno del 77% (dati RAN). Ne consegue che le sollecitazioni indotte non avrebbero dovuto causare danni, come del resto si osserva nei fabbricati limitrofi e in tutti gli altri edifici del capoluogo.

L'edificio danneggiato si differenzia da quello simile vicino, che ha subito solo danni lievi, per:

- una minore compattezza,
- presenza nell'edificio 2 di un interrato collegato con un analogo corpo di fabbrica ad un equivalente edificio al lato sud est, e per la presenza di strutture in acciaio aggiuntive lungo tutto il lato sud dell'edificio 2,
- posizione geografica e orientamento rispetto alla valle e alla faglia.

In particolare, l'edificio 1:

- ha il lato lungo orientato secondo l'asse della valle e parallelo alla direzione della faglia sepolta;
- è situato sulla verticale con maggiore spessore di copertura;
- ha una lunghezza maggiore della lunghezza d'onda in controfase;
- la frequenza fondamentale del fabbricato è prossima a quella naturale del terreno sui cui è impostato.

In sintesi, le indagini e analisi svolte hanno permesso di individuare una serie di concause del danno anomalo osservato; tuttavia, allo stato attuale delle conoscenze, non è possibile stabilire con certezza quale tra questi sia stato l'effetto prevalente.

Grazie per l’attenzione

centrogeosurvey@gmail.com

luca.martelli@regione.emilia-romagna.it