PROVINCIA DI TERNI

REGIONE DELL'UMBRIA

COMUNE DI TERNI

PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA PER LA REALIZZAZIONE DI UN COMPLESSO RESIDENZIALE SITO IN LOCALITA' FOSSOCANALE

IMMOBILIARE LE QUERCE S.R.L.
RICHIEDENTE

RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA
INTEGRAZIONE
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

Capogruppo : Geom. Antonio Fortunati

Progettisti : Arch. Renato Cardinali
Geom. Antonio Fortunati

Collaboratore : Geom. Marco Laurucci

STUDIO TECNICO GEOMETRA FORTUNATI	Timbro professionale	Timbro professionale	TAV. 05A	DATA: DIC. 2012 AGG.TO: MAR 2013

05021 ACQUASPARTA (TERNI) Via S. Francesco 8 Telef./FAX 0744/943524

e-mail studiofortunati@libero.it

I PROGETTISTI SI RISERVANO A TERMINE DI LEGGE LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO, CON DIVIETO DI RIPRODURLO O RENDERLO COMUNQUE NOTO A TERZI SENZA LA LORO AUTORIZZAZIONE.

GEOLOGO Dott. Luca Latella
Studio Tecnico: Via G. di Vitalone n° 18 - 05100 Terni
Tel. e Fax 0744 – 402427 – 293784 ; 347 - 6355500

REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI TERNI

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

OGGETTO:	**PROGETTO RELATIVO ALLA STESURA DI UN PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA**

LOCALITA':	STRADA DI FOSSOCANALE

COMMITTENTE:	IMMOBILIARE LE QUERCE SRL

GENNAIO 2013 **GEOLOGO LUCA LATELLA**

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGO
LUCA LATELLA
ALBO
259
DELLA REGIONE UMBRIA

INDICE

1.PREMESSA.....pag. 3

2.INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEMORFOLOGICO…….....pag. 5

3.SISMICITA' STORICA.....pag. 9

4.INPUT SISMICO.....pag. 10

5.MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO III.....pag. 13

6.CONCLUSIONI…….…….....pag. 20

1. PREMESSA

L'obiettivo generale di uno studio di Microzonazione Sismica è quello di valutare ed individuare, all'interno di ambiti territoriali a scala subcomunale (frazioni e centri), aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale in riferimento ad un terremoto atteso, definendo così i possibili effetti sui principali centri urbani. A tale scopo vengono esaminate in dettaglio le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e stratigrafiche locali in grado di produrre fenomeni di amplificazione della risposta sismica locale rispetto alle condizioni geologiche di riferimento e/o di innescare fenomeni di instabilità indotta (frane, liquefazioni, cedimenti, etc.).

Per la realizzazione del suddetto studio, si è provveduto ad effettuare una ricerca bibliografica sull'area e prove all'interno del sito in esame; nello specifico, la ricerca bibliografica ha avuto come oggetto i seguenti strumenti:

- Cartografia Geologica d'Italia, in scala 1:100.000 e note illustrative;
- PRG del Comune di Terni, in particolare:
  - Elaborato 4.6 f – Rischio Sismico, Relazione Illustrativa;
  - Elaborato 4.6 g – Rapporto del Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Milano, "*Completamento della Microzonazione sismica della Città di Terni*;
  - Elaborato 4.6 h – Relazione a cura del Servizio Geologico della Regione Umbria, "*Relazione conclusiva sulla microzonazione sismica dell'area narnese-ternana colpita dall'evento sismico del 12 Dicembre 2000*".

1.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il *Supplemento ordinario n.1 al "Bollettino Ufficiale" – serie generale – n.15 del 31 Marzo 2012* dispone che (punto 5) "*gli strumenti attuativi, nelle zone 1 e 2 della classificazione sismica vigente, ad esclusione delle zone agricole, debbano essere sempre corredati da indagini di livello 3 di approfondimento qualora fossero necessari maggiori e dettagliati studi per la complessità dei fenomeni attesi o per l'importanza dell'opera, così come indicato nei livelli 1 e 2 di approfondimento.*

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto del presente studio si colloca nell'Umbria meridionale, a Nord della città di Terni, all'interno dell'area della Conca Ternana, ad una quota di circa 200 m s.l.m..

Per quanto riguarda la sua posizione rispetto alla strutturazione della catena appenninica si trova al margine occidentale dell'appennino umbro dove le unità strutturali riconosciute sono, partendo dalla più interna, l'unità narnese-amerina, l'unità martana e l'unità sabina settentrionale.

La conca ternana si colloca ad E della dorsale narnese-amerina, a S di quella martana e a NW di quella sabina. Si tratta pertanto di una zona di sprofondamento tettonico, circondata da catene montuose tranne dal lato di NW dove si ricollega ad un'area collinare. In realtà la morfologia e le quote indicare che l'area la Conca Ternana è ribassata anche rispetto a questa fascia valliva (zona di San Gemini e Montecastrilli).

Da un punto di vista dell'evoluzione paleo-ambientale e sedimentologica la piana di Terni costituisce l'estrema terminazione meridionale del ramo occidentale del Bacino Tiberino; si tratta di un bacino continentale con ambienti che nel tempo e nello spazio sono variati: da lacustri, a palustri a fluvio-lacustri. Il bacino è nato in seguito all'azione di faglie dirette a prevalente direzione appenninica durante una fase tettonica distensiva che ha cronologicamente seguito quella compressiva (orogenesi), ed è probabilmente da ricollegare all'apertura di un bacino di retro-arco nella zona tirrenica.

Lo sprofondamento della Conca ternana è conseguenza dell'azione della faglia bordiera martana, che nell'estremo tratto meridionale si dispone in direzione quasi E-W.

Il sito in studio è caratterizzato dalla presenza in affioramento di **Depositi alluvionali ghiaiosi da Debris flow**, ciò è desunto dalla consultazione del Foglio 346040 della carta geologica del PRG del Comune di Terni . Tali depositi poggiano stratigraficamente sui depositi continentali Plio-Pleistocenici (SMI e CGS)

E' stato possibile, grazie alla sezione allegata n.5, stimare la profondità del bedrock, corrispondente a circa 130 m dal piano attuale di campagna. Inoltre la presenza, nelle vicinanze, di un pozzo idrico ha permesso di fissare la profondità del substrato geologico e sismico a circa 130 m dal piano di campagna. (Fig. 7 pag.13)

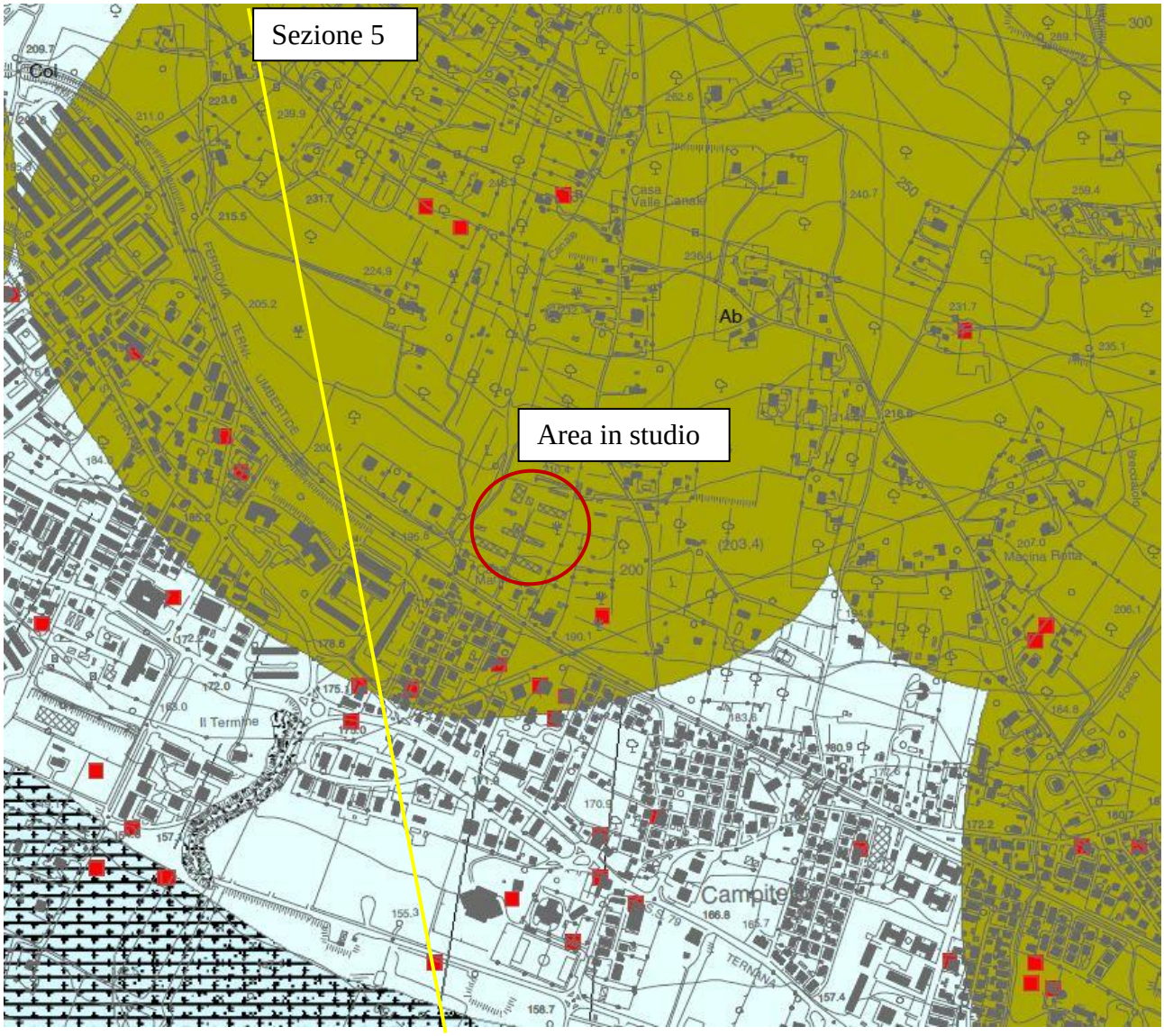


Figura 1 – Carta geologica P.R.G. (scala 1:10.000) con ubicazione area in studio e traccia sezione 5

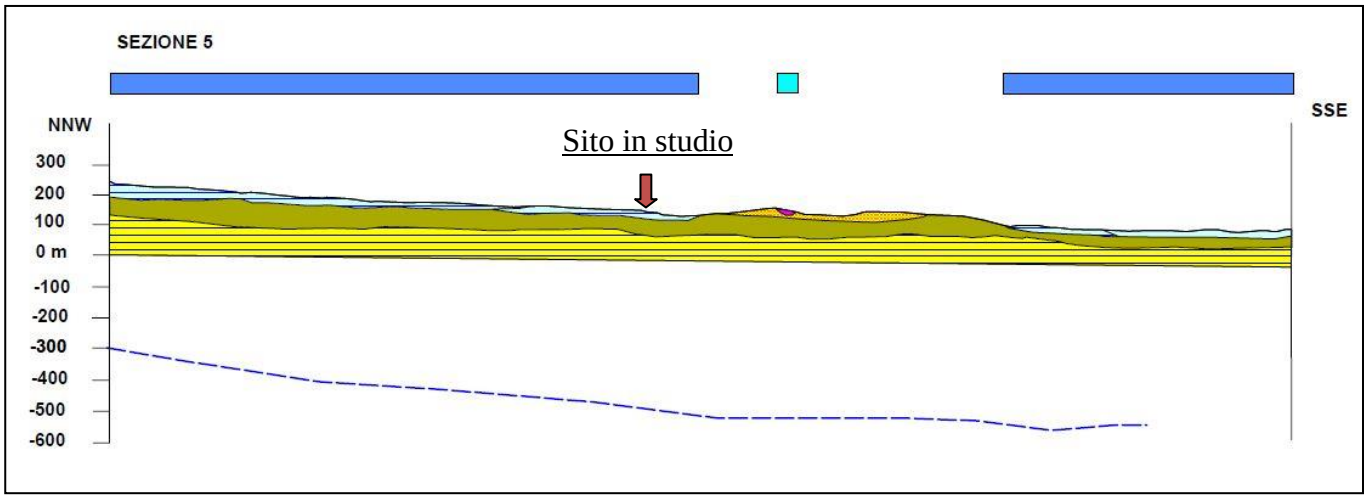


Figura 2 - Sezione 5

ant Accumuli Antropici: Depositi di materiale non cementato, da poco a mediamente addensato; materiali di riporto di origine antropica
(Olocene)

col Depositi eluvio-Colluviali: Depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati sul posto o sedimentati sui versanti per trasporto di massa e/o per ruscellamento diffuso
(Pleistocene-Olocene)

ter Terre Rosse: Depositi residuali argillosi-limosi di colore rosso, talora frammisti a materiale calcareo detritico, provenienti dall'alterazione e dalla dissoluzione dei carbonati
(Pleistocene-Olocene)

Alluvioni:

aA **aB** **ale** Limi sabbiosi e limi argillosi con inglobati depositi lentiformi e nastriformi dighiaie e ghiaie sabbiose sciolte o debolmente cementate, talora a stratificazione incrociata, con intercalazioni di lenti di sabbie bruno-giallastre e di argille grigie
(aA) Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale (Olocene)
(aA) Depositi alluvionali non in rapporto con la dinamica attuale ma in continuità morfologica con aA (Pleistocene-Olocene)
(ale) Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia nè la dinamica attuale (Pleistocene)

dpl Depositi palustri: Depositi argillosi e limosi con presenza di torbe
(Pleistocene-Olocene)

Detriti di versante

dra **drr** **dran** Depositi essenzialmente gravitativi, a granulometria variabile, da ben classati a fortemente etero metrici, i clasti sono prevalentemente a spigoli vivi, per lo più in accumuli massivi o grossolana mente stratificati
(dra) Depositi in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale (Olocene)
(drr) Depositi non in rapporto con la dinamica attuale ma in continuità morfologica con aA (Pleistocene-Olocene)
(dran) Depositi non in rapporto con la morfologia attuale (Pleistocene)

Travertini

tr **tr1**
(tr) Travertini terrosi: sabbie e limi calcarei, travertini terrosi
(tr1) Travertini litoidi: travertini litoidi in giacitura massiva o grossolanamente stratificati
(Pleistocene-Olocene)

LAC **GHIAIE E CONGLOMERATI**
Ghiaie e conglomerati di origine lacustre, talvolta in matrice sabbiosa, a clasti calcarei mediamente evoluti, localmente con evidenti embriciature;
(Pleistocene inf-Pleistocene medio)

Depositi Fluvio-Lacustri del Bacino Tiberino

ACP **TRAVERTINI, SABBIE E LIMI TRAVERTINOSI**
Limi calcareo-travertinosi, sabbie limose fini sottilmente laminate, associate a travertino fitotermale e fitoclastico, subordinatamente a strati di calcare litoide; è presente malaco fauna dulcicola terrestre
(Pleistocene inf-Pleistocene medio?)

CGS **GHIAIE, GHIAIE SABBIOSE E CONGLOMERATI**
Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, conglomerati poco coerenti a clasti calcarei da poco a ben evoluti, localmente con evidenti embriciature; possono essere presenti livelli di sabbie limose o argille.
(Pleistocene inf-Pleistocene medio)

SMl **SMlg** **ARGILLE ED ARGILLE SABBIOSE**
Argille ed argille siltose grigie e marroni chiaro, sabbie argillose giallastre o avana, a luo ghi conpatine di alterazione e di ossidi ferrosi, laminate o sottilmente stratificate, alterna te a livelli sabbiosi con strutture trattive (SMl);
Localmente sono presenti potenti corpi ghiaioso-conglomeratici a matrice sabbiosa (SMlg)
(Pliocene sup?-Pleistocene inf.)

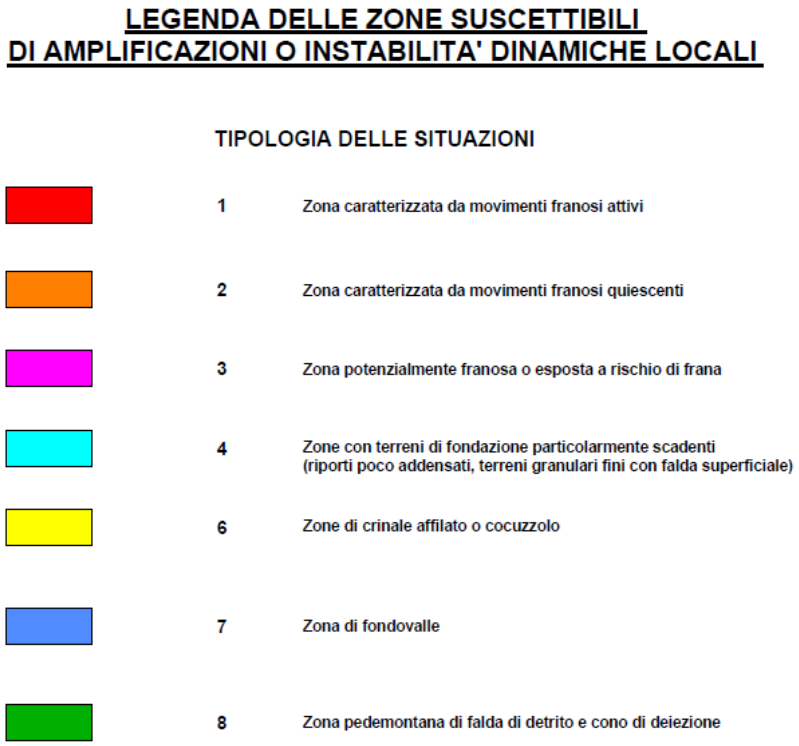


Figura 3 - Legenda

Tutta la zona studiata risulta sostanzialmente stabile dal punto di vista geologico, infatti, il rilevamento effettuato non ha portato ad individuare zone interessate da movimenti di dissesto di tipo franoso profondo, o aree in stato di equilibrio gravitativo precario, non sono presenti fenomeni gravitativi attivi e/o quiescenti, vi è solo la presenza nelle vicinanze di un fenomeno per scivolamento che però non investe l'area in studio, il tutto è confermato dall'analisi **della carta del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico).**

Consultando le carte di pericolosità sismica l'area in studio rientra all'interno delle zone suscettibili di amplificazioni dinamiche locali

- **Zona 7 (Zone di fondovalle)**

La categoria topografia è T1: Aree con pendenze inferiore a 15° di inclinazione.

3. SISMICITA' STORICA

I dati di sismicità storica dell'area in studio sono stati ripresi dallo studio CPTI11 *(A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI).*

Tali studi hanno permesso di individuare eventi sismici intensi (Mw > 4.0) a partire dai primi anni del 1900.

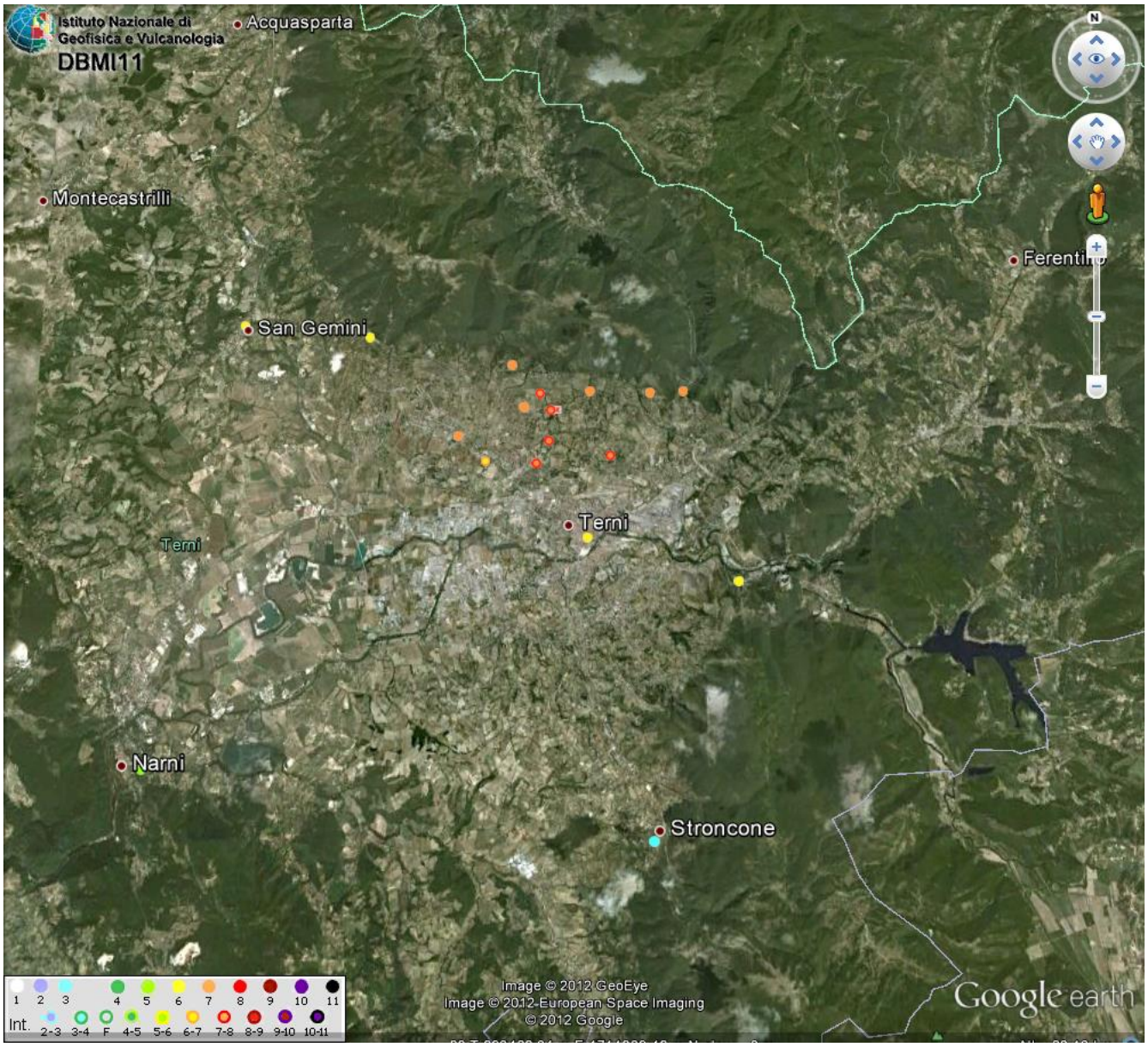


Figura 4 – Ubicazione eventi sismici storici su base ortofoto (Google earth). Dati DBM11 fonte INGV.

N		Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se		RtIns	LatIns	LonIns	De	MwIns	DMwIns
2685		1917	05	12	15	34		Ternano	GdL CSTI, 2005	41,709	13,860	4,58	4,78	0,09
2686		1948	12	17	21	18	02.00	Ternano	ISC Bull.	37,651	12,859		4,54	0,47
2687		1960	07	18	04	07		Ternano	GdL CSTI, 2005	40,401	14,858	0,02	4,40	0,19
2688		2000	12	16	07	31	08.00	Ternano	GdL CSTI, 2005	38,515	13,052	10,00	4,59	0,22
2689		1909	02	06	08	05	34.00	TERNI	GdL CSTI, 2005	38,983	17,420	10,00	5,37	0,25
2690		1970	05	25	12	56		TERNI	GdL CSTI, 2005	39,907	17,825	10,00	4,56	0,25

Tabella 4 – Terremoti storici da A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI.

4. INPUT SISMICO

Nel 2004 è stato presentato il lavoro di Microzonazione sismica del Comune di Terni in collaborazione con il Servizio Geologico della Regione Umbria e del Politecnico di Milano. Tale studio ha permesso di individuare uno spettro sismico di input come descritto di seguito:

Al fine di effettuare la modellazione numerica per la valutazione degli effetti locali, è necessario avere accelerogrammi e spettri di risposta, da utilizzare come input sismici nella modellazione stessa.

A tal fine è stato seguito un percorso che ha portato all' individuazione di tali accelerogrammi e spettri di risposta. In particolare si è partiti da un'analisi di pericolosità dell'area effettuata stimando i parametri di scuotimento del terreno attesi, su sito rigido, aventi probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno equivalente = 475 anni). Il periodo di ritorno utilizzato rappresenta un valore convenzionale adottato in molte normative internazionali (tra cui anche l'Eurocodice 8, ENV 1998-1-1, 1994), a fini di classificazione sismica. I risultati di dette analisi consistono in spettri a pericolosità uniforme in pseudoaccelerazione al 5% dello smorzamento critico. La scelta degli spettri a pericolosità uniforme anziché di quello deterministico con pari periodo di ritorno, è stata dettata dalla impossibilità di separare all'interno della zona sismogenetica il contributo di ciascuna singola struttura, e pertanto si è ritenuto più corretto utilizzare il contributo cumulato, su base probabilistica, della scuotibilità derivante da tutte le potenziali sorgenti esistenti nell'area.

In particolare utilizzando il catalogo dei terremoti (Gruppo di Lavoro CPTI, 1999), le

zone sismogenetiche (Scandone, 1999) e leggi di attenuazione (Sabetta e Pugliese, 1996), si sono ottenuti per il centro oggetto di indagine i valori attesi di picco di accelerazione (Pga), picco di velocità (Pgv), Arias Intensity (Ai), durata dell'evento (d), ordinate spettrali per i vari periodi, in termini di pseudovelocità (Psv) al 5% dello smorzamento critico.

A partire dagli spettri ottenuti sono stati generati accelerogrammi sintetici (Sabetta e Pugliese, 1996), fissata la magnitudo e distanza compatibile con la Pga ottenuta dall'analisi precedente.

In particolare si è ottenuto uno spettro in pseudoaccelerazione e un relativo accelerogramma per il sito, considerando un evento con magnitudo 5.5 e distanza epicentrale 7.0 km.

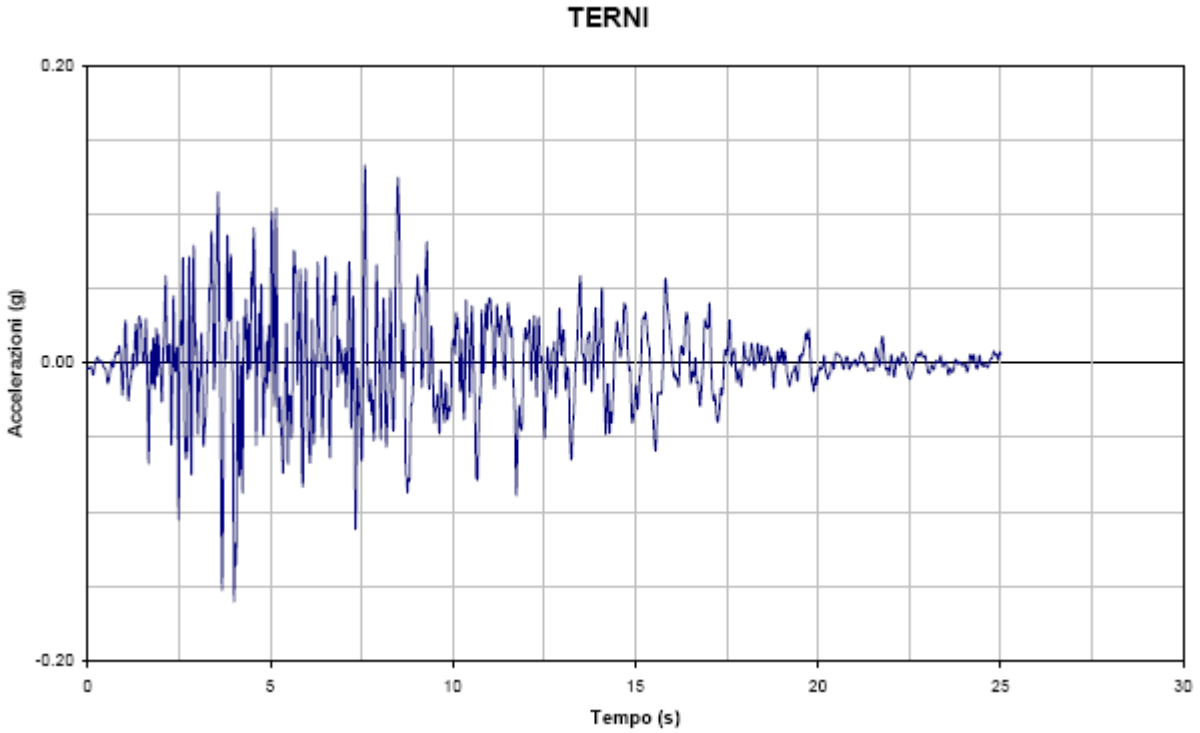


Figura 5 – Accelerogramma utilizzato per Terni.

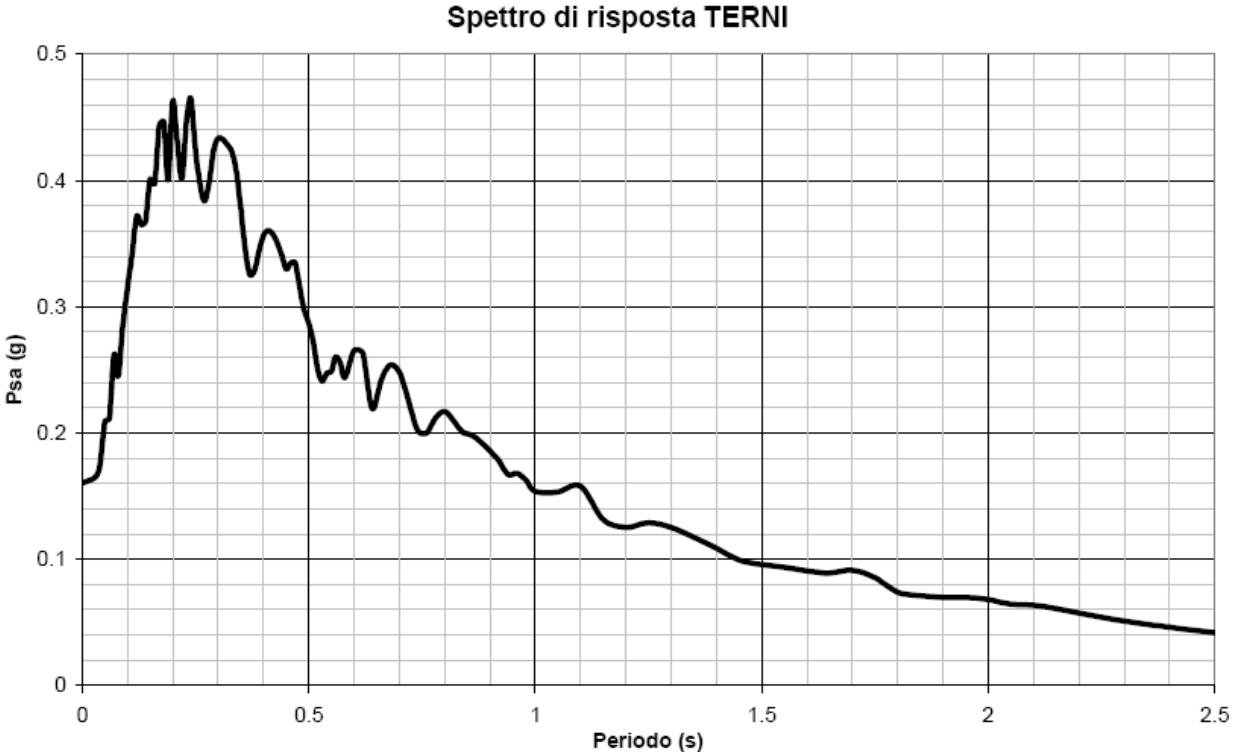


Figura 6 – Spettro di risposta utilizzato per Terni.

5. MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3

Come precedentemente accennato, i dati raccolti hanno permesso di identificare la risposta sismica del sito in esame e di avere anche una stima del fattore di amplificazione (FA) di sito. In prima istanza sono state analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sismiche del sito. Dall'analisi delle cartografie esistenti e delle sezioni geologiche realizzate per il P.R.G. di Terni, è stato individuato, nell'area in studio, uno spessore dei depositi attuali e plio-pleistocenici di circa 130 m poggianti su substrato geologico calcareo appartenente alla Successione Carbonatica dell'Appennino Umbro-Marchigiano.

Tale spessore è confermato dalla stratigrafia del Pozzo (P1, vedi Fig. 7)nelle vicinanze del sito in esame. Il substrato geologico si trova a circa 130 m di profondità dal piano di campagna.

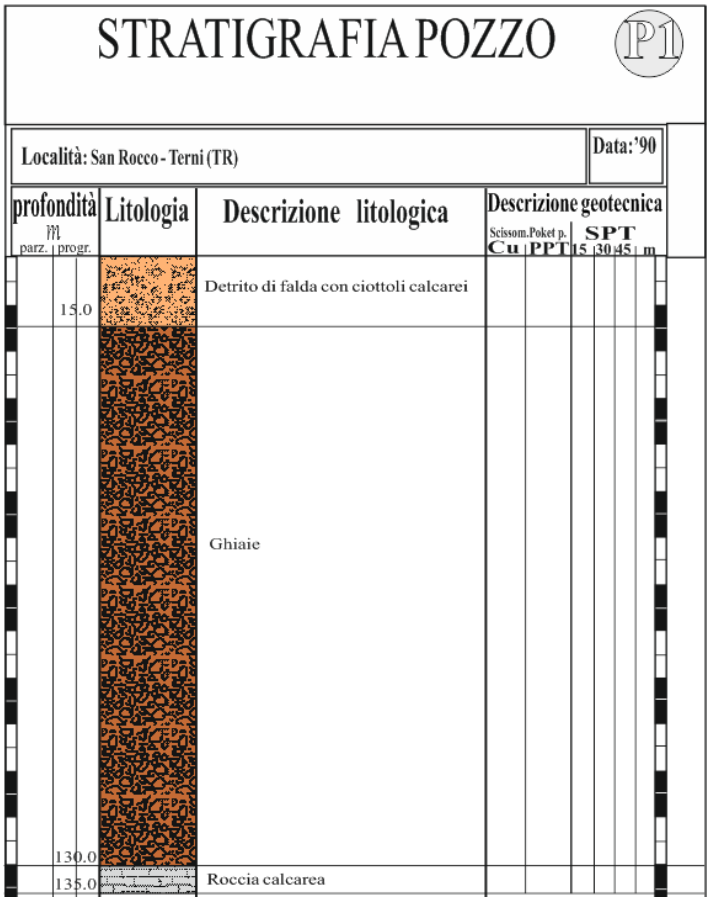


Figura 7 – Stratigrafia pozzo P1

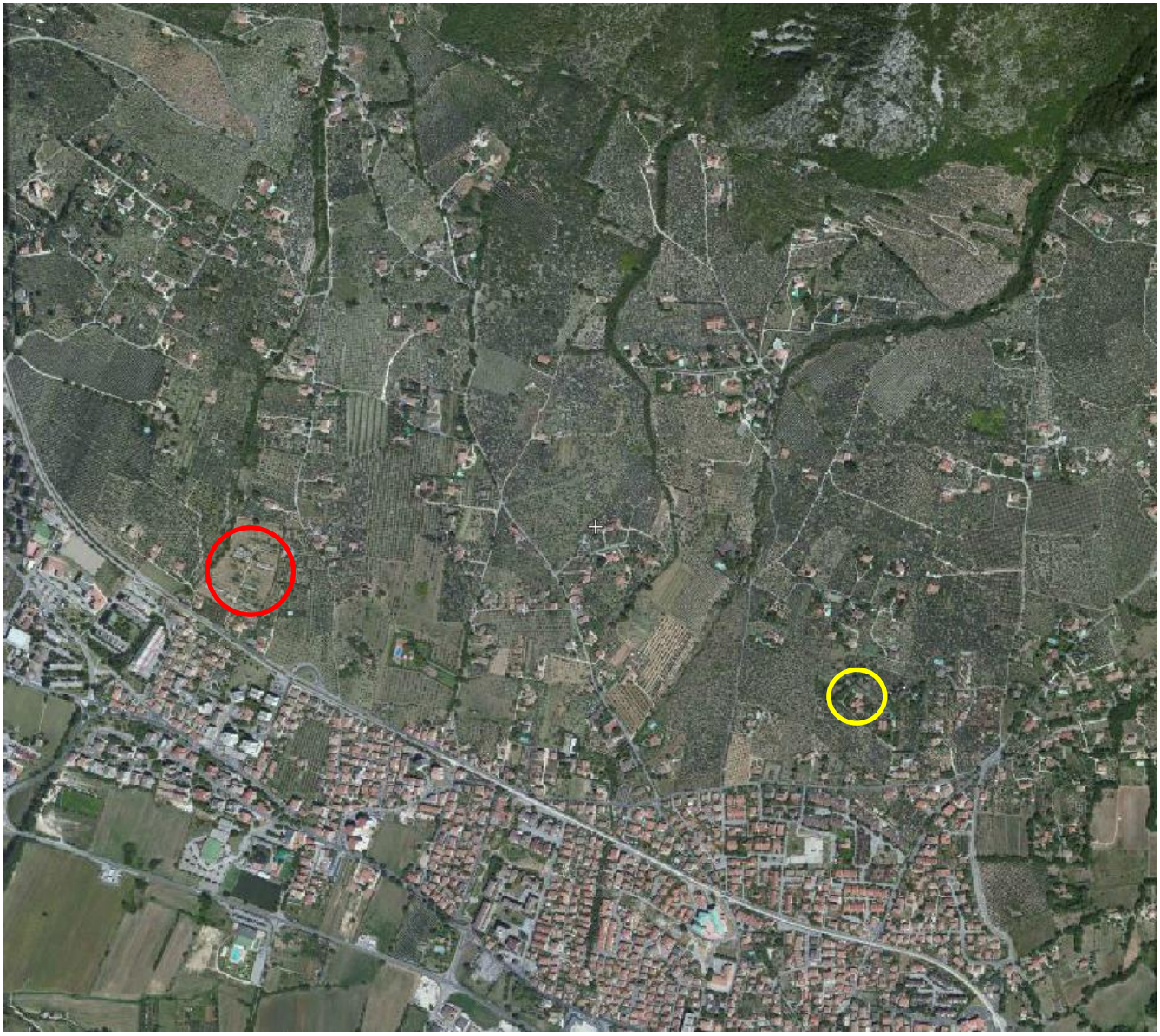


Figura 8 – Ubicazione pozzo P1 e area in studio

LEGENDA:

AREA IN STUDIO

Ubicazione pozzo P1

Grazie ai dati raccolti è stato possibile ricostruire il modello geologico-stratigrafico di riferimento ed associarlo a quello realizzata precedentemente per lo studio di Microzonazione sismica del Nuovo Piano Regolatore del Comune di Terni realizzato in collaborazione con il Politecnico di Milano.

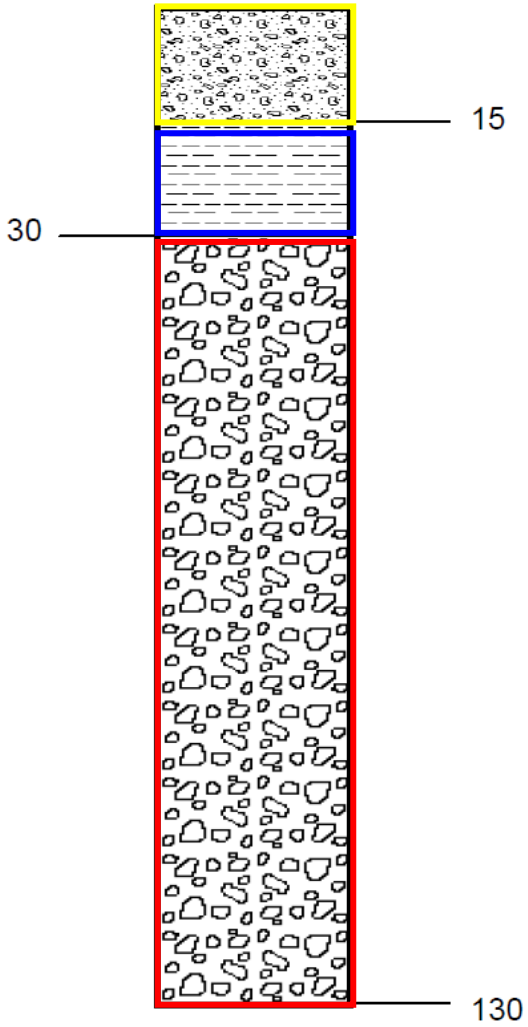
In particolare è stata presa come riferimento la stratigrafia di TERNI EST FONTANA DELLA MANDORLA (FM 5) (fig. 8).

Le caratteristiche litologiche, meccaniche e geotecniche dei depositi presenti nel sito in studio, confermano quelli individuati nello studio di Microzonazione sismica del Nuovo Piano Regolatore del Comune di Terni realizzato in collaborazione con il Politecnico di Milano e in particolare quelle relative alla stratigrafia tipo sopra citata. Di seguito si riportano i parametri e le caratteristiche stratigrafiche del sito FONTANA DELLA MANDORLA (FM5) poco distante dal sito in esame e analizzate all'interno della microzonazione sismica di livello 3.

- TERNI EST - FONTATA DELLA MANDORLA (FM 5):

  sono presenti 15 m di alluvioni ghiaiose terrazzate (ale-gs) e 15 m di depositi argillosi (SMI), poggianti su 100 m di materiale ghiaioso di base (SMI-g);

STRATIGRAFIA TIPO FONTANA MANDORLA 5 (FM 5)



	LITOLOGIA	MATERIALE DA MODELLO
	Accumulo antropico	1 – 9
	Alluvioni recenti sabbiose e depositi sabbiosi fini	2 – 12
	Depositi sabbiosi medio fini	14
	Depositi sabbiosi grossolani	13 – 18 – 21
	Alluvioni recenti ghiaiose	3 – 11
	Alluvioni terrazzate ghiaiose e depositi ghiaiosi superficiali	4 – 19
	Depositi ghiaiosi	5
	Travertino terroso con livelli sabbiosi	6 – 16
	Depositi sabbio-limosi, argillo-sabbiosi e limo-argillosi superficiali	7 – 15 – 17 – 20
	Depositi limo-argillosi ed argillosi	8 – 10 – 22 - 23
	Depositi marnosi litoidi alterati	24
	Substrato calcareo e travertino litoide	bedrock

Tabella 18 – Simbologia utilizzata nella rappresentazione delle stratigrafie tipo

Materiale del modello geofisico	γ (kN/m^3)	Vs (m/s)	G (MPa)	D (%)	ν
1. Accumulo antropico	19.0	200	77	2.79	0.40
2. Alluvioni recenti sabbiose	19.5	350	243	2.60	0.42
3. Alluvioni recenti ghiaiose	19.0	400	310	0.95	0.38
4. Alluvioni terrazzate ghiaiose e depositi ghiaiosi superficiali	20.0	400	326	0.95	0.39
5. Depositi ghiaiosi	20.0	600	734	0.95	0.46
6. Travertino terroso	19.0	400	310	2.00	0.40
7. Depositi sabbio-limosi e depositi limo-argillosi superficiali	19.5	400	318	2.60	0.40
8. Depositi limo-argillosi	20.5	550	632	1.86	0.46

Sito di analisi	Litologia del bedrock	γ (kN/m^3)	Vs (m/s)	G (MPa)	D (%)	ν
TERNI EST	Substrato calcareo-marnoso misto indefinito	23.5	1400	4695	0.50	0.36
TERNI VALENZA	Substrato calcareo-marnoso misto indefinito	23.5	1400	4695	0.50	0.36
MARMORE	Substrato calcareo-marnoso misto indefinito	23.5	1400	4695	0.50	0.36
COLLESTATTE	Travertino litoide massivo	20.0	1100	2467	0.50	0.14
PIEDILUCO	Marne a Fucoidi	22.0	1100	2714	0.50	0.33

Tabella 9 –Tabella dei parametri geofisici e geotecnici del bedrock di ciascun sito di analisi

N° e TIPO di CURVA	MATERIALE ASSEGNATO	PUNTI DELLE CURVE					
1 - ANTROPICO	1 - 9	*γ (%)*	***0.0001***	***0.0011***	***0.0125***	***0.0961***	***1.32***
		G/G0	0.999	0.990	0.809	0.314	0.060
		D (%)	2.792	2.806	4.213	12.247	21.199
2 - GHIAIA	3 - 4 - 5 - 11 - 19	*γ (%)*	***0.0001***	***0.001***	***0.01***	***0.10***	***1.00***
		G/G0	0.996	0.962	0.754	0.331	0.048
		D (%)	0.949	1.498	3.894	10.793	17.001
3 – SABBIA e LIMO	2 - 10 - 12 – 13 14 - 17 - 18 - 21	*γ (%)*	***0.0001***	***0.001***	***0.01***	***0.10***	***1.00***
		G/G0	1.000	0.970	0.750	0.170	0.015
		D (%)	2.600	2.700	4.500	16.000	22.000
4 - TRAVERTINO	6 - 16	*γ (%)*	***0.0001***	***0.001***	***0.01***	***0.10***	***1.00***
		G/G0	1.000	0.980	0.900	0.550	0.200
		D (%)	2.000	2.000	3.000	12.500	22.500
5 – LIMO e ARGILLA	7 - 8 - 15 - 20 22 - 23 - 24	*γ (%)*	***0.0001***	***0.0012***	***0.0137***	***0.0992***	***1.14***
		G/G0	0.999	0.990	0.809	0.365	0.090
		D (%)	1.856	1.883	3.045	9.643	19.69

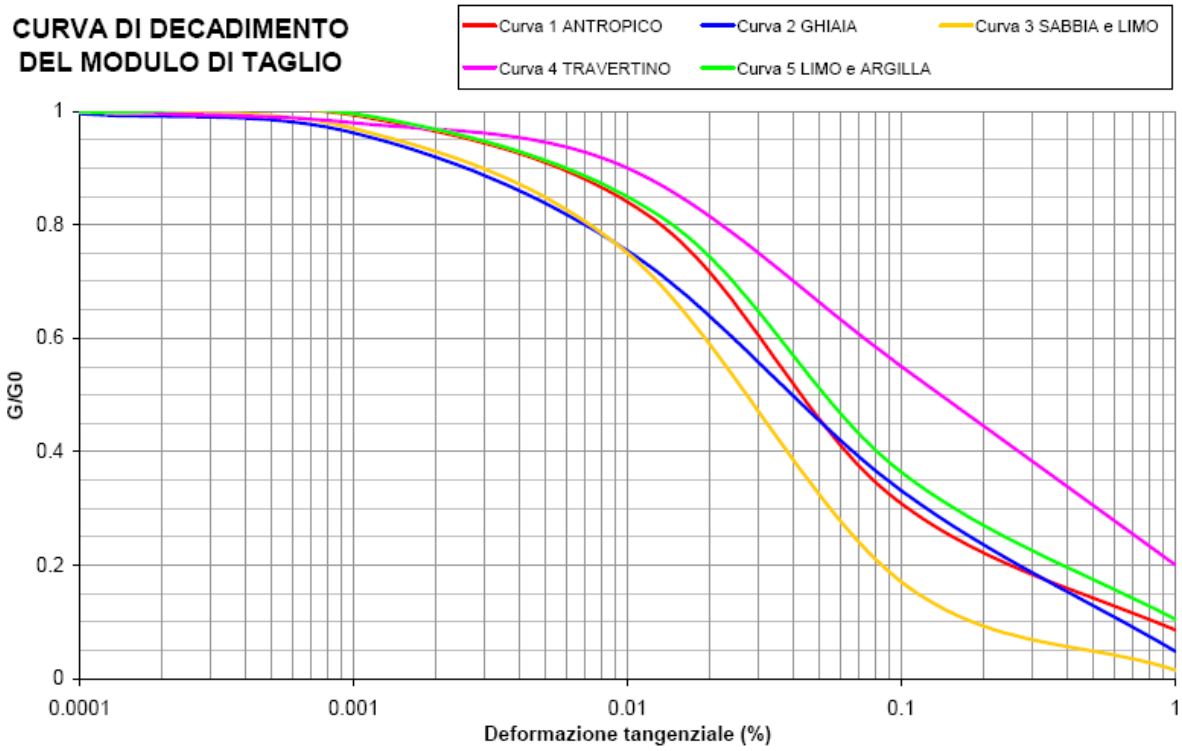


Figura 3 – Grafico della curva di decadimento del modulo di taglio (G normalizzato al modulo di taglio iniziale G0) in relazione alla deformazione tangenziale (%)

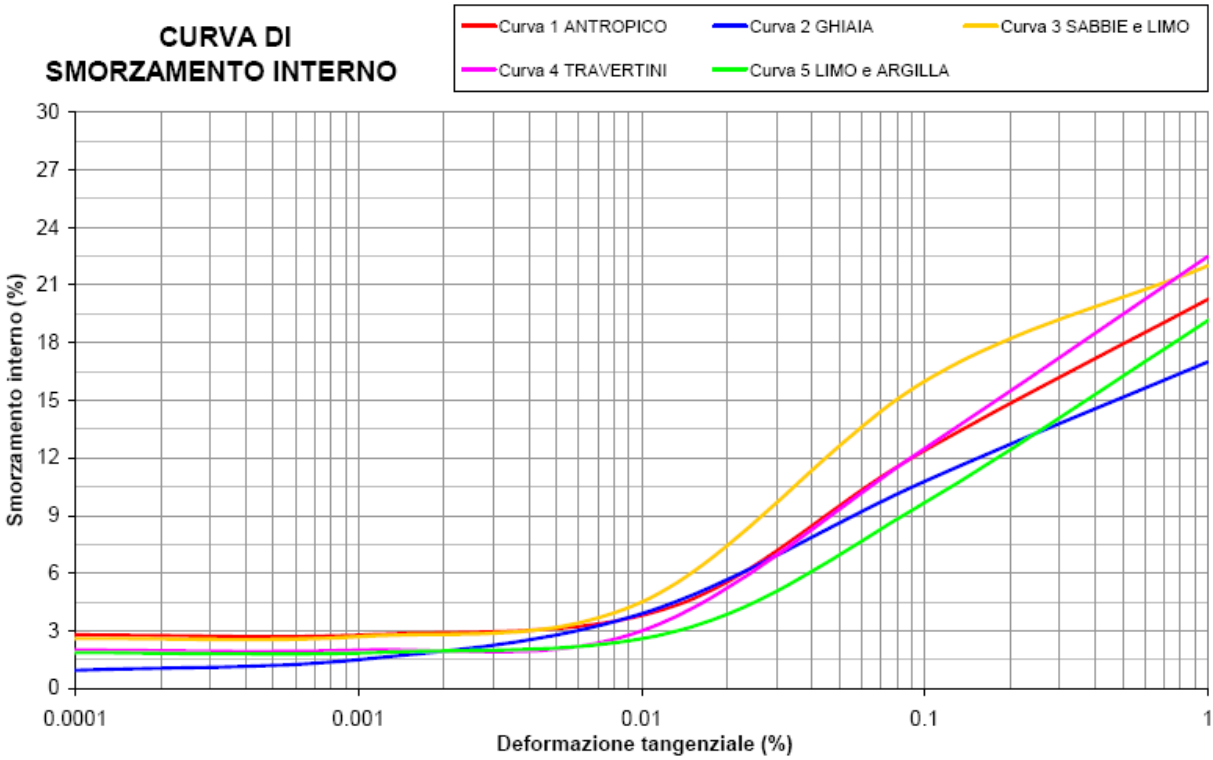


Figura 4 – Grafico dei coefficienti di smorzamento interno (D %) in relazione alla deformazione tangenziale (%)

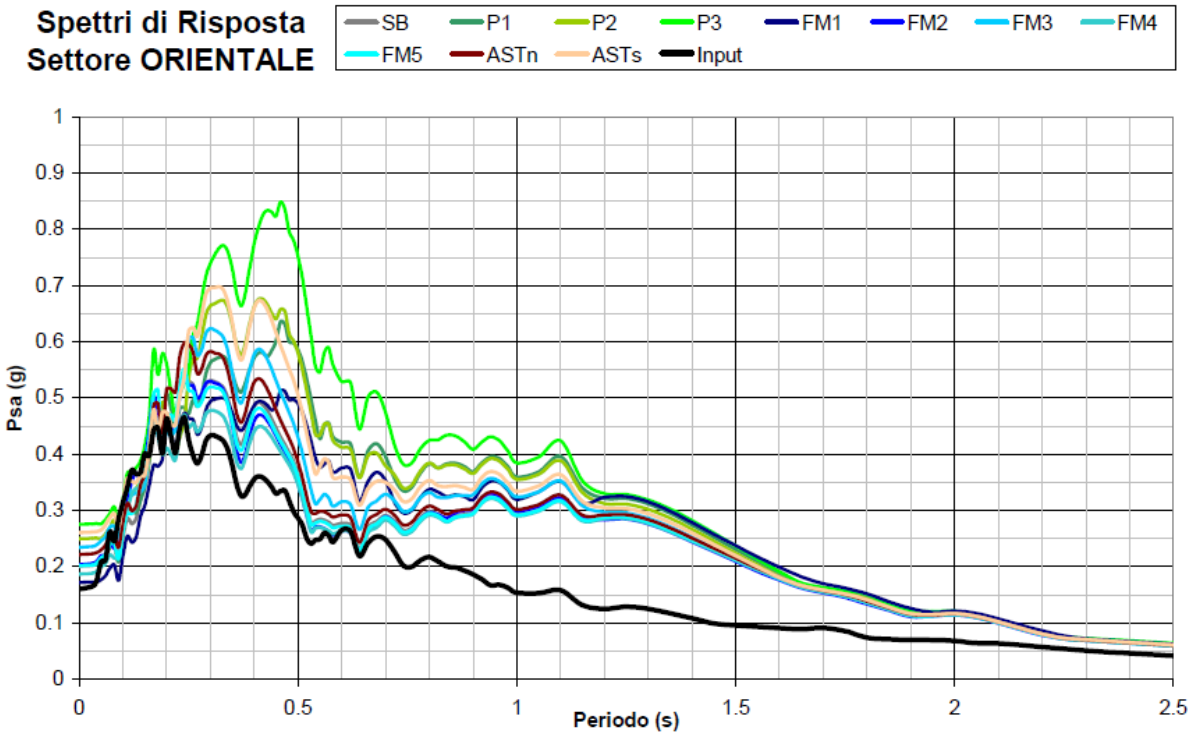


Figura 5 – Spettri di risposta in pseudoaccelerazione per il settore orientale di *TERNI EST*

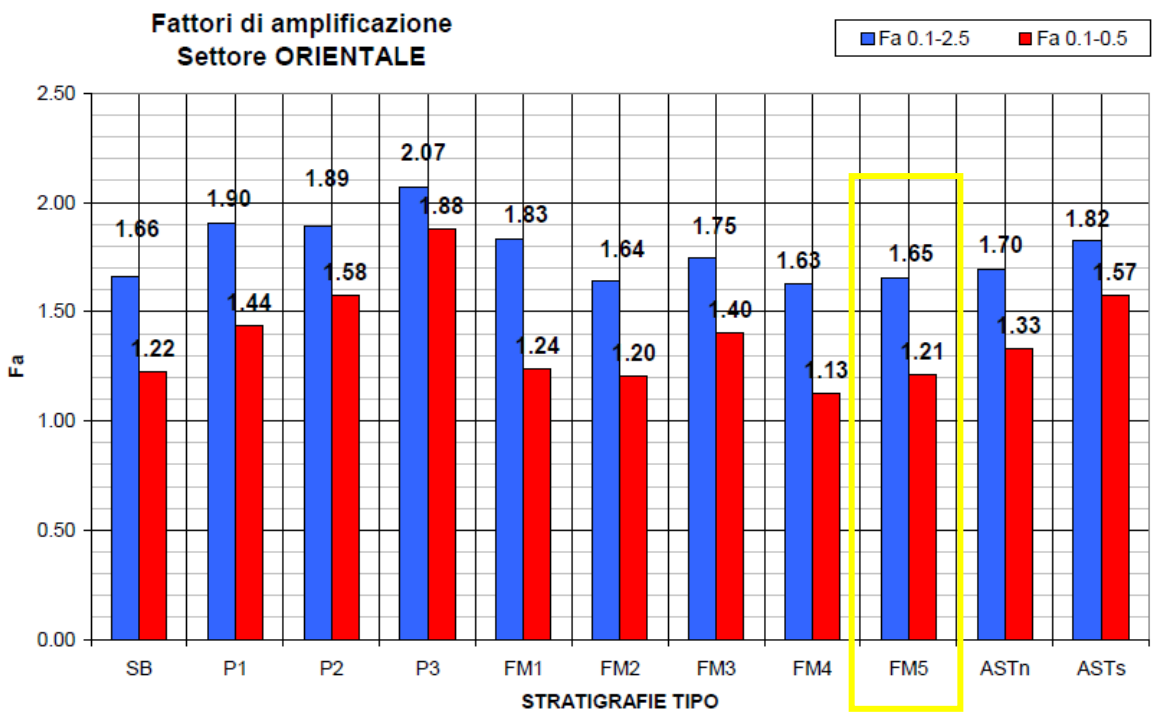


Figura 6 – Valori del fattore di amplificazione (*Fa*) calcolato considerando l'intervallo 0.1-2.5 s e l'intervallo 0.1-0.5 s per il settore orientale di *TERNI EST*

(Le figure sono riprese dal lavoro di Microzonazione Sismica del Comune di Terni)

Dallo studio di microzonazione sismica realizzato nel 2004 è possibile individuare un fattore di amplificazione FA, calcolato considerando l'intervallo 0.1-2.5 s e l'intervallo 0.1-0.5 s, per il sito di TERNI VALENZA stratigrafia tipo V1 pari a :

FA (0.1-2.5 s) = 1.65
FA (0.1-0.5 s) = 1.21

Considerate le affinità geologiche, litologico-stratigrafiche, geotecniche e geomeccaniche del sito FONTANA DELLA MANDORLA (FM5) con l'area oggetto di studio; e considerata l'attendibilità del lavoro di Microzonazione di livello 3 realizzato dal Comune di Terni in collaborazione con la Regione Umbria e il Politecnico di Milano nel 2004, è possibile assegnare all'area in studio (Strada di Fossocanale) dei valori di FA molto vicini a quelli sopra citati.

6. CONCLUSIONI

- Considerate le affinità geologiche, litologico-stratigrafiche, geotecniche e geomeccaniche del sito FONTANA DELLA MANDORLA (FM5) con l'area oggetto di studio; e sualla base del lavoro di Microzonazione di livello 3 realizzato dal Comune di Terni in collaborazione con la Regione Umbria e il Politecnico di Milano (2004), è possibile assegnare all'area in studio (STRADA DI FOSSOCANALE) i seguenti valori di FA

FA (0.1-2.5 s) = 1.65
FA (0.1-0.5 s) = 1.21

Gennaio 2013

Il Geologo
Luca Latella