

Studio di architettura
Arch. REMIGIO BURSI

Via Mura del Sangallo, 6 - 61032 FANO (PU) Tel. 0721/803840 Fax. 0721/1796493 E-mail architetto.bursi@libero.it

IL PROGETTISTA:
GEOL. S. BOCCAROSSA

I RICHIEDENTI :
LANDI CINZIA ed altri via Vecchia n° 14
CIANO CORRADO ed altri via Vecchia n° 16
BOTTACCHIARI TEMISTOCLE ed altri via Vecchia n° 12
ed altri

FIRMA PER PRESA VISIONE ED ACCETTAZIONE:

PROGETTO DI:

PIANO DI RECUPERO VIA VECCHIA

RELAZIONE GEOLOGICA

Tav. n.

G

Cod. file: VIA VECCHIA

Rev. Agg.

Redazione

00

DATA: 28.03.2011

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Dott. Geol. STEFANO BOCCAROSSA
60019 SENIGALLIA (AN) – Via Piave n. 70
Tel./Fax 071-64894 – Cell. 339-4754219

*Geologia,
Geotecnica,
Idrogeologia,
Geologia Ambientale*

C.F. BCCSFN55M08H809X P. IVA 00790430417

COMUNE DI FANO – PROVINCIA DI PESARO-URBINO

PIANO DI RECUPERO VIA VECCHIA

I RICHIEDENTI:

LANDI CINZIA ed altri Via Vecchia n° 14
CIANO CORRADO ed altri Via Vecchia n° 16
BOTTACCHIARI TEMISTOCLE ed altri Via Vecchia n° 12
ed altri

RELAZIONE GEOLOGICA - TECNICA PRELIMINARE

Il Geologo



Senigallia, lì MARZO/2011

I N D I C E

1) PREMESSA – METODOLOGIA D'INDAGINE	PAG. 2
2) GEOMORFOLOGIA – Verifica P.A.I. Regione Marche	PAG. 4
3) LITOLOGIA	PAG. 5
4) IDROGRAFIA - IDROGEOLOGIA	PAG. 6
5) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	PAG. 6
6) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	PAG. 7
6.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008	PAG. 7
7) CONCLUSIONI	PAG. 8

1) PREMESSA – METODOLOGIA D'INDAGINE

Su incarico del Tecnico Progettista Arch. Remigio Bursi e per conto dei Richiedenti, questo Studio ha redatto la presente relazione a carattere geognostico, relativamente all'area in cui insiste il fabbricato da sottoporre ad un progetto di recupero come da elaborati grafici del Progettista.

Il fabbricato è sito in Via Vecchia, nella Città di Fano (PU) – vedere TAV.1-5.

Data l'impossibilità tecnico – operativa attuale di accedere all'area con mezzi di indagine e dato il carattere preliminare della presente relazione, per la sostanziale uniformità litologica che caratterizza la fascia alluvionale in cui ricade l'area in esame (dati litologici reperiti), in questa fase il riconoscimento della successione litologica locale e la relativa caratterizzazione geotecnica per analogia dei terreni, sono scaturiti oltre che dai dati bibliografici disponibili, da indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto in aree limitrofe nella Città di Fano, nell'ambito del terrazzo alluvionale in cui ricade l'area in esame.

Le indagini sono state eseguite mediante sondaggi con sonda a rotazione, mediante prove penetrometriche dinamiche leggere e pesanti (DPSH) e prove penetrometriche statiche CPT, delle quali la più significativa risulta ubicata come indicato nell'allegata planimetria TAV.5, il tutto integrato da un rilevamento geomorfologico dell'area in esame (presa visione anche di locali interrati di fabbricati adiacenti) e dalla presa visione della Carta Ambiente Fisico delle Marche – Regione Marche, scala 1:100.000 e della Carta Geologica d'Italia Foglio 110 – Senigallia, scala 1:50.000 – TAV.1.

I dati in nostro possesso ci permettono pertanto di fornire indicazioni sulla natura litotecnica dei terreni e sulla presenza - assenza della falda idrica, il tutto di supporto alla progettazione dell'intervento di recupero previsto.

Naturalmente prima della fase esecutiva dei lavori, rendendo accessibile l'area, si procederà all'esecuzione di una specifica indagine geognostica, per il riconoscimento puntuale della litologia e relative valutazioni consone alle scelte tecnico – progettuali, con redazione dell'apposita "relazione geologica e di

caratterizzazione sismica del sito", il tutto nel rispetto della vigente normativa in materia di costruzioni in zona sismica.

L'elaborazione dei dati in Nostro possesso ha permesso la stesura della presente relazione alla quale si allegano:

- Stralcio Carta Geologica d'Italia, Foglio 110 - Senigallia, scala 1:50.000 (ingrandimento) – TAV.1;
- Carta del Rischio Idrogeologico - Stralcio da Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.2;
- Estratto Aerofotogrammetrico, scala 1:1000 – TAV.3
- Estratto Catastale, scala 1:1000 – TAV.4;
- Planimetria Generale, scala 1:2000 (Indagine Geognostica di Riferimento) – TAV.5;
- Grafici Indagine Geognostica di Riferimento (Colonna Litostratigrafica Rappresentativa, scala 1:50).

2) GEOMORFOLOGIA – Verifica P.A.I. Regione Marche

L'area in esame ricade in zona alluvionale pianeggiante densamente edificata, nell'ambito della Città di Fano (PU).

Trattasi di un ampio terrazzo alluvionale del III ordine dei terrazzi del sistema fluviale Torrente Arzilla - Fiume Metauro, con altezza da 15 a 20 metri rispetto al fondovalle.

Trattandosi di un'area pianeggiante non sussistono ovviamente problematiche connesse a fenomeni di dissesto gravitativo.

I sedimenti che si rinvencono nel sottosuolo sono costituiti da depositi ghiaiosi di considerevole spessore con talvolta intercalati orizzonti di terreno sabbioso - limoso in profondità, derivati dall'elaborazione di depositi detritici stratificati prodottisi durante le fasi fredde pleistoceniche e datati Pleistocene Superiore.

Al letto dei terreni alluvionali è presente la formazione marina argilloso - marnosa plio - pleistocenica.

Dall'esame del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche (TAV. RI 07c.pdf – Fano) – TAV.2, l'area in esame e per un intorno significativo non ricade all'interno di zone cartografate a rischio esondazione o di frana.

3) LITOLOGIA

Dall'esame dei dati in nostro possesso (indagini geognostiche già eseguite – sondaggio geognostico e rilevamento geomorfologico), al disotto di una coltre di terreno di riporto eterogeneo di spessore variabile tra 1.00 m e –1.50 m circa, generalmente si rinviene un deposito alluvionale di ghiaia calcareo – selciosa a granulometria generalmente medio - grossa, con elementi fini ed anche ciottoli, in matrice limosa marrone abbondante nei primi 50 cm circa, poi limoso – sabbiosa beige; locali lenti materiale sabbioso – limoso in profondità.

Il terreno ghiaioso risulta generalmente ben addensato, asciutto in superficie, con progressivo aumento del grado di umidità in profondità (**Litotipo G.**).

Questo deposito ghiaioso nel sondaggio geognostico di riferimento è stato indagato fino alla profondità di -7 metri dal p.c., ma sulla base di informazioni fornite da operatori nel settore delle trivellazioni, il deposito ghiaioso è caratterizzato da ragguardevoli spessori, con locali orizzonti di terreno sabbioso – limoso in profondità e sulla base di indagini sismiche svolte per alcune aree del territorio fanese ricadenti nell'ambito del terrazzo di III ordine, la sequenza dei depositi alluvionali poggia sul substrato pliocenico presente generalmente a profondità superiori a 30 ÷ 40 metri circa.

4) IDROGRAFIA – IDROGEOLOGIA

Il reticolo idrografico superficiale è assente data l'urbanizzazione subita dalla zona in cui ricade l'area in esame.

Nel sottosuolo, in fase di indagine non è mai stata riscontrata la presenza di una falda idrica superficiale.

La falda è comunque presente in profondità, nel deposito ghiaioso a circa -12, -15 metri dal p.c. attuale, caratterizzata da una debole pressione di risalita.

5) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riportano di seguito indicativamente alcuni parametri geotecnici (**parametri nominali**) che caratterizzano le proprietà fisico – meccaniche del litotipo ghiaioso riscontrabili nell'area, dedotti dall'interpretazione delle indagini geognostiche eseguite (prove penetrometriche dinamiche leggere e pesanti, prove penetrometriche statiche) e per comparazione analogica con campioni simili esaminati in laboratorio e con la corrente letteratura tecnica.

(Litotipo G.) - Ghiaie addensate e molto addensate in matrice prevalentemente limoso - sabbiosa.

c' (Kg/cmq)	γ (g/cmc)	ϕ' (gradi)	Eed(Kg/cmq)	Dr (%)
0.00	1.90 ÷ 2.00	32° ÷ >35°	> 300	> 50

c' = coesione drenata

γ = peso di volume

ϕ' = angolo di attrito interno

Dr = densità relativa

Eed = modulo di compressibilità edometrica

6) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio comunale di Fano ricade in zona sismica classificata come **Zona 2**, con valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro elastico (Norme Tecniche) $a_g/g = 0.25$ e con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $a_g/g = 0.15-0.25$.

In riferimento all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b, si allega al testo la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Nella mappa è graficamente rappresentata la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di accelerazione del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Nel contesto descritto, il territorio comunale di Fano, in via generale è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, compresa tra **0.175 e 0.200 g**.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da "una pericolosità sismica di base" in considerazioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Il Progettista valuterà la *pericolosità sismica* sulla base di quanto disposto dalle Tabelle A e B delle NTC.

6.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008

Per la determinazione della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità riferiti al piano di fondazione per fondazioni superficiali o testa dei pali per fondazioni profonde, per la definizione della categoria di sottosuolo, come riportato nella Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle suddette Norme, si rimanda ad una specifica indagine sismica.

Naturalmente come già premesso, prima della fase esecutiva dei lavori, una volta reso accessibile il cantiere a opportuni mezzi di indagine (sonde, penetrometro, ecc.), si procederà all'esecuzione di una indagine geognostica per un puntuale riconoscimento della litologia dell'area e di una appropriata indagine sismica, al fine di redigere una specifica "Relazione Geologica e di Classificazione Sismica del Sito", rispondente alle scelte progettuali.

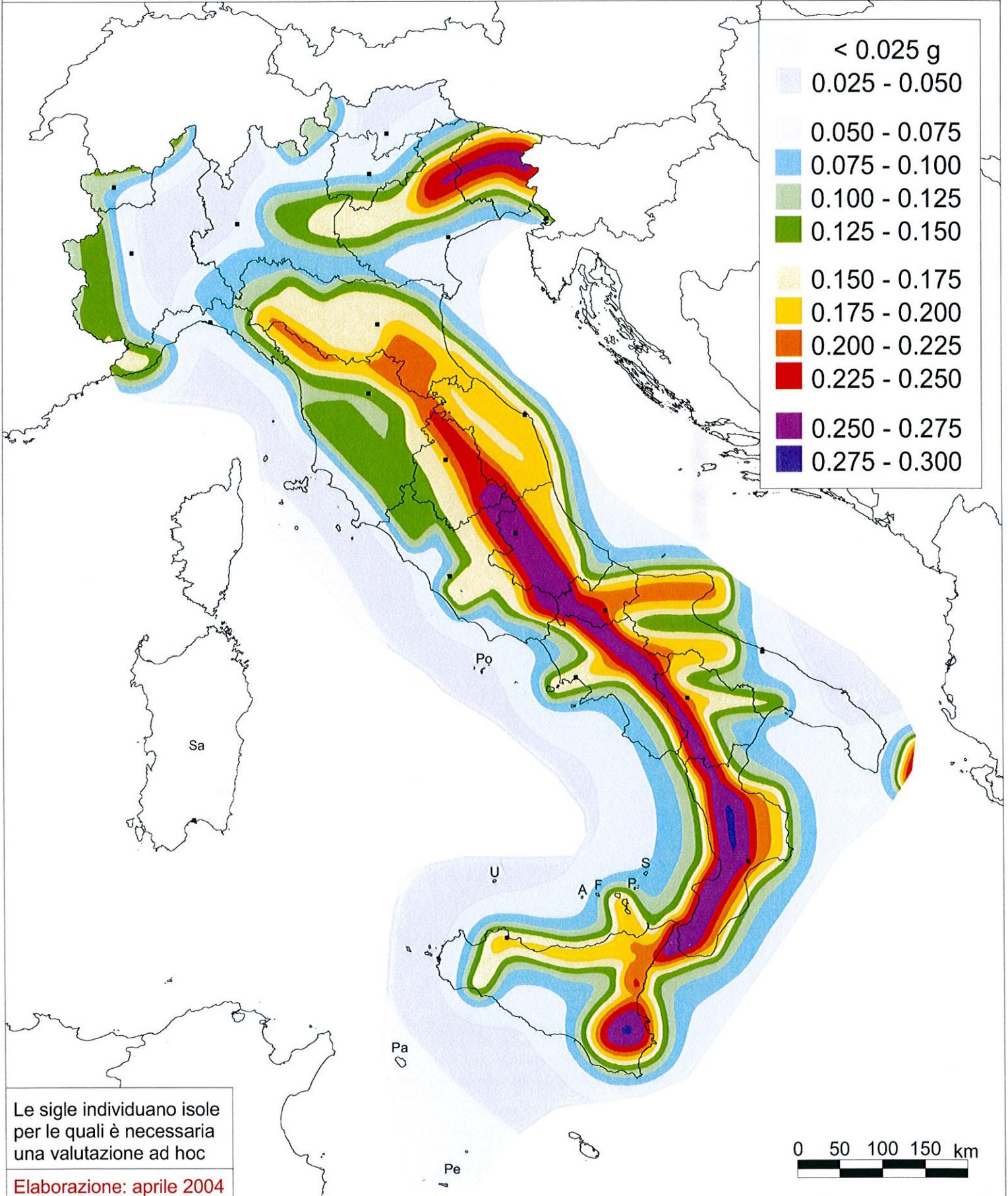


Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



STRALCIO DA PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) - REGIONE MARCHE -

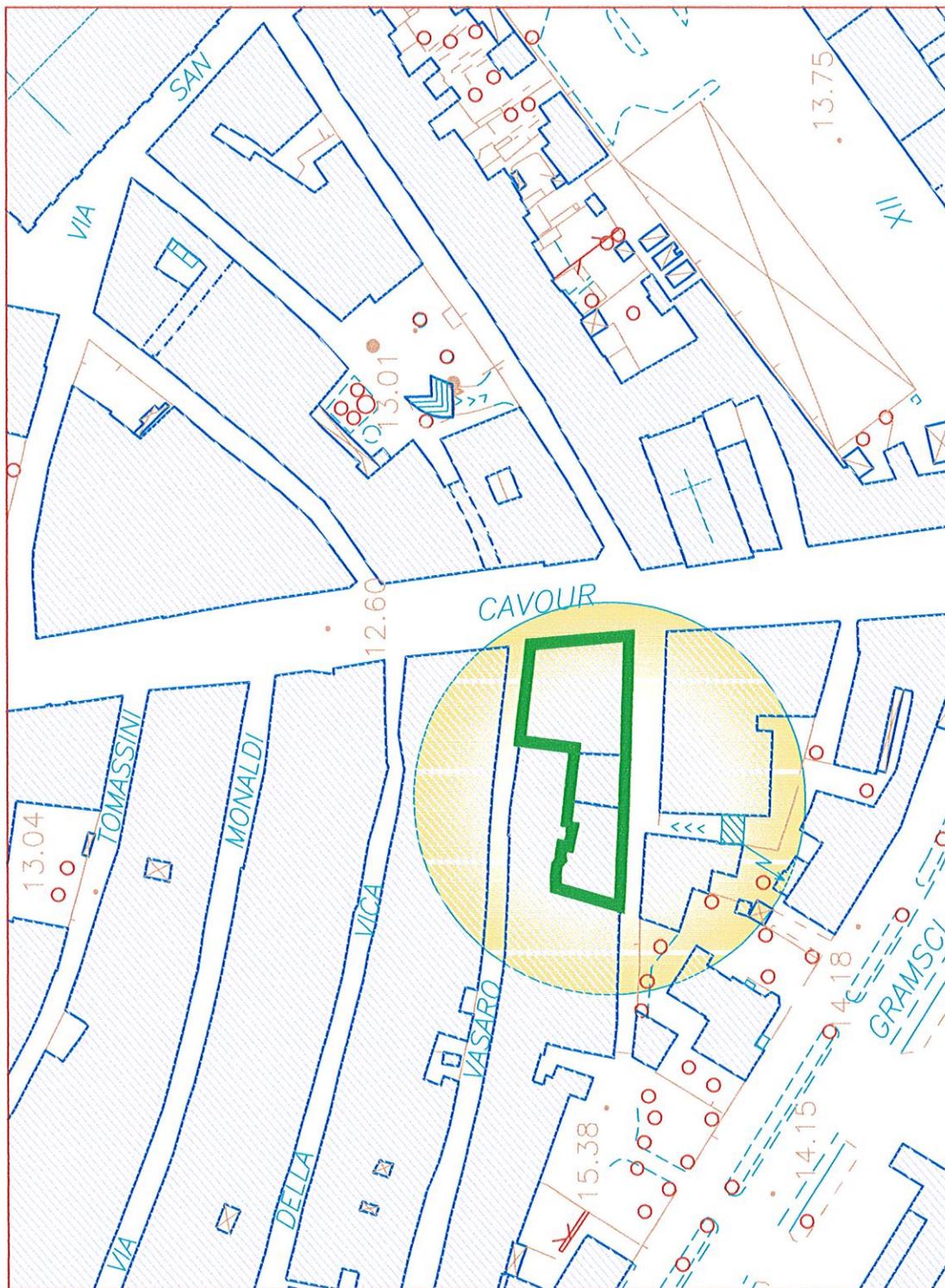
**CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – da Tav. RI 07c.pdf - Fano,
sc. 1:10.000**

Area a rischio frana (Codice F – xx-yyyy)

Area a rischio esondazione (Codice E – xx-yyyy)

 **Area in esame**





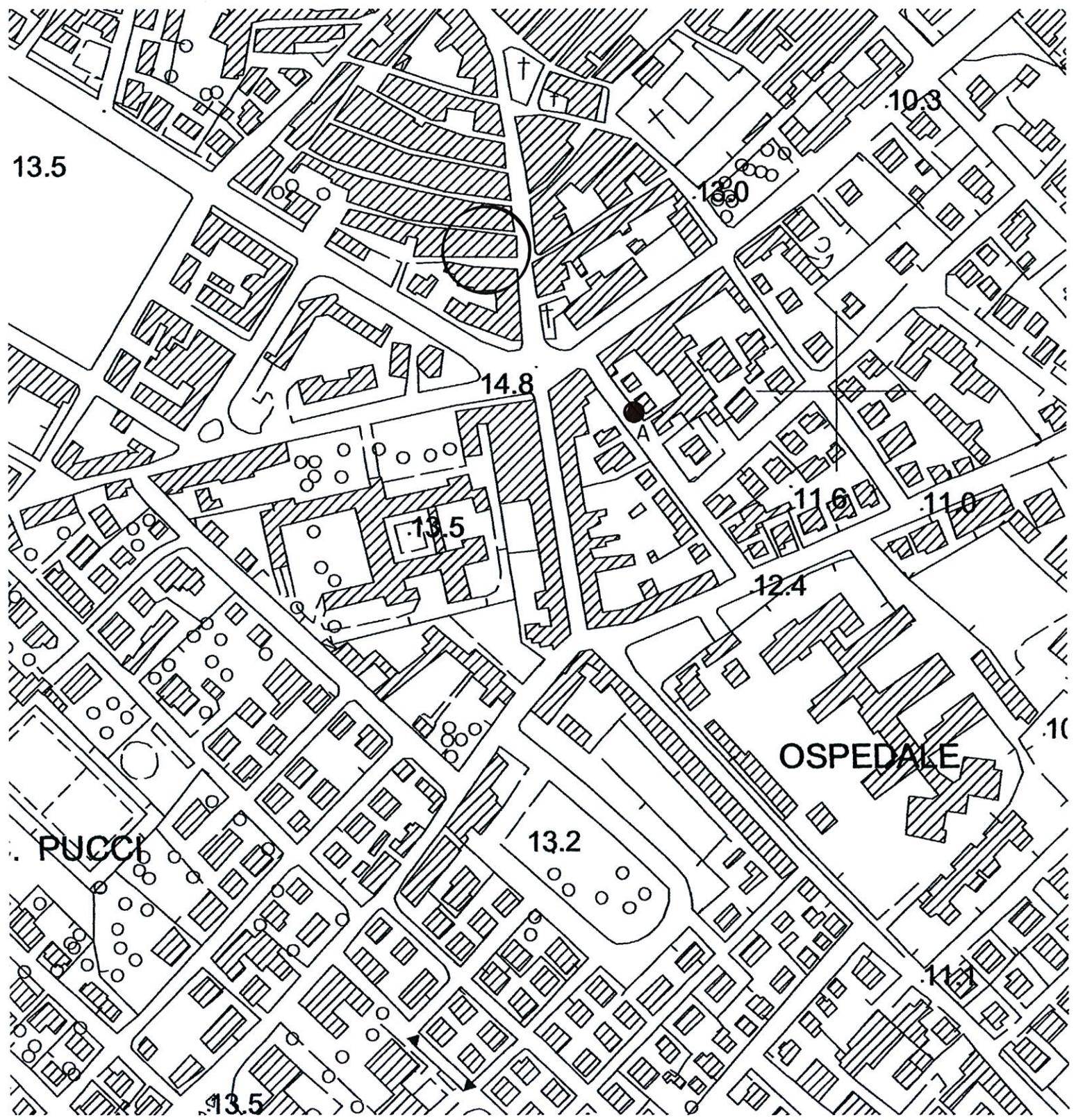
ESTRATTO AEROFOTOGRAMMETRICO Scala 1:1000 – TAV.3



ESTRATTO CATASTALE Scala 1:1000 - TAV.4
F° 141 Mappali 1330-464-463-462-461-460-459

PLANIMETRIA GENERALE - SC. 1:2000 (Indagine Geognostica di Riferimento)

- O** Area in esame
- Ubicazione sondaggio geognostico di riferimento eseguito sotto la direzione tecnica del sottoscritto
- A**



GRAFICI INDAGINE GEOGNOSTICA DI RIFERIMENTO

**COLONNA LITOSTRATIGRAFICA SONDAGGIO GEOGNOSTICO
DI RIFERIMENTO, SCALA 1:50**

COMMITTENTE: VICUS S.R.L.				CAMPIONI		SONDAGGIO: A								
CANTIERE: FANO (PU)				 Pareti sottili  Osterberg  Carotiere semplice  Carotiere doppio  S.P.T.  Coclea		Pagina: 1								
INDAGINE: RISTRUTTURAZIONE - AMPLIAMENTO						Quota:								
Foto:		COORDINATE X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		PIEZOMETRI ATA Tubo aperto CSG Casagrande				Data: 20/02/2003		Responsabile: DOTT. S. BOCCAROSSA				
								Operatore:		Falda: non rilevata				
										Scala: 1:50				
profondità	stratigrafia	campioni			Pocket	Torvane	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo.
S01-201-015		tipo	n°	quota	Kg/cm²	Kg/cm²	colpi	quota						
0	0,00								Terreno di riporto eterogeneo	1,00				
1	1,00								Ghiaia generalmente medio-grossa con elementi fini e ciottoli, in matrice limosa marrone fino a -1.50 m, poi limoso-sabbiosa beige; materiale densato. Lente sabbioso-limosa tra -5.60 m e -5.80 m circa					
2														
3										6,00				
4														
5														
6														
7	7,00													
8														
9														
10														
note:										Carotaggio: CONTINUO Sonda tipo: A ROTAZIONE				

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. STEFANO BOCCAROSSA

60019 SENIGALLIA (AN) – Via Piave n. 70

Tel./Fax 071-64894 – Cell. 339-4754219

*Geologia,
Geotecnica,
Idrogeologia,
Geologia Ambientale*

C.F. BCCSFN55M08H809X P. IVA 00790430417

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA – TECNICA PRELIMINARE REDATTA IN DATA MARZO/2011, RELATIVA AL PIANO DI RECUPERO VIA VECCHIA – COMUNE DI FANO (PU).

**I RICHIEDENTI: LANDI CINZIA ed altri Via Vecchia n° 14
CIANO CORRADO ed altri Via Vecchia n° 16
BOTTACCHIARI TEMISTOCLE ed altri Via Vecchia n° 12
ed altri**

INTEGRAZIONE RELAZIONE

Il Geologo



SENIGALLIA, li GIUGNO/2011

1) Classificazione Sismica del Sito a mezzo procedura M.A.S.W.

Il territorio comunale di Fano ricade in zona sismica classificata come **Zona 2**, con valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro elastico (Norme Tecniche) $a_g/g = 0.25$ e con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $a_g/g = 0.15-0.25$.

In riferimento all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b, si allega al testo la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Nella mappa è graficamente rappresentata la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di accelerazione del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Nel contesto descritto, il territorio comunale di Fano, in via generale è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, compresa tra **0.175 e 0.200 g**.

In riferimento alle coordinate geografiche del sito, il territorio comunale di Fano, è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, uguale a **0.183 g**. (dalla consultazione del sito www.cslp.it del Consiglio Sup. LL. PP.).

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da "una pericolosità sismica di base" in considerazioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Il Progettista valuterà la *pericolosità sismica* sulla base di quanto disposto dalle Tabelle A e B delle NTC.

1.1) – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, in considerazione delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, non che delle proprietà fisico – meccaniche dei materiali che li costituiscono, che possono modificare il moto sismico atteso nel sito rispetto a quello che si avrebbe su roccia affiorante.

Pertanto nel caso in esame si è attuata la classificazione della categoria di sottosuolo in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio, entro i primi 30 metri di profondità riferiti al piano di fondazione per fondazioni superficiali o testa dei pali per fondazioni profonde, per la definizione della categoria di sottosuolo, come riportato nella Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo* delle suddette Norme, nel caso specifico ricavata da una indagine geofisica mediante procedura M.A.S.W., allegata al testo.

Il metodo di prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente di ottenere un modello verticale delle V_s , a partire dalla modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e non attraverso quelle di volume come invece accade per i metodi più propri della sismica più tradizionale.

I risultati ottenuti dalla metodologia MASW sono riportati nell'allegato a cura della TECNOSONDAGGI – Osino (AN).

Nel caso in esame le analisi eseguite conducono a valori di $V_{s,30}$ pari a circa 421 m/s (modello medio), che corrispondono ad un sottosuolo di **Categoria "B"** della Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo* delle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008.

Condizioni Topografiche - Tabella 3.2.IV – *Categorie Topografiche: T1* (superficie pianeggiante) .

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

1.2) – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008

Nella valutazione dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali, per la definizione del coefficiente S_S (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e del coefficiente S_T (coefficiente di amplificazione topografica), si fa riferimento ai valori riportati nelle relative Tabella 3.2.V – *Espressioni di S_S e C_C* e Tabella 3.2.VI – *Valori Massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T* delle Norme Tecniche D.M. 14/Gennaio/2008, in cui il parametro F_0 (fattore di amplificazione massima su suolo A) e a_g (accelerazione), sono deducibili dal reticolo sismico delle NTC. (vedere Tabelle di seguito allegate)

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1		1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

2) Modellazione geologica e geotecnica del sito secondo quanto esposto nel D.M. 14/01/2008

Data l'attuale impossibilità tecnico – operativa di accedere all'area con mezzi di indagine, si rimanda alla fase esecutiva dei lavori la possibilità di rendere accessibile l'area di intervento, all'interno della quale sarà attuata la campagna geognostica più appropriata al fine di investigare il volume significativo di terreno interessato dalla nuova struttura, redigendo l'apposita "Relazione Geologica".

3) Sbancamenti

Dato che il fabbricato soggetto a progetto di recupero è in schiera con altri fabbricati, a salvaguardia dei fabbricati contigui e strade e del cantiere in genere, prima dell'esecuzione dello scavo di sbancamento per la realizzazione del piano interrato (come da progetto), si procederà all'esecuzione di una idonea opera di contenimento indicativamente rappresentata da una serie di pali trivellati (tura di pali) armati per tutta la lunghezza e collegati in testa o paratia continua, adeguatamente approfonditi in funzione della spinta del terreno da sostenere e dei carichi su di esso incombenti.

4) Pericolosità Geologiche e Sismiche

Dall'esame della cartografia relativa al PRG Vigente 2009 del Comune di Fano, esaminata sul sito del Comune di Fano (www.comune.fano.ps.it) ed allegata al testo (vedere Allegato 1), per l'area in esame Via Vecchia a Fano, non si rilevano condizioni di rischio geo-idrologico e sismico.

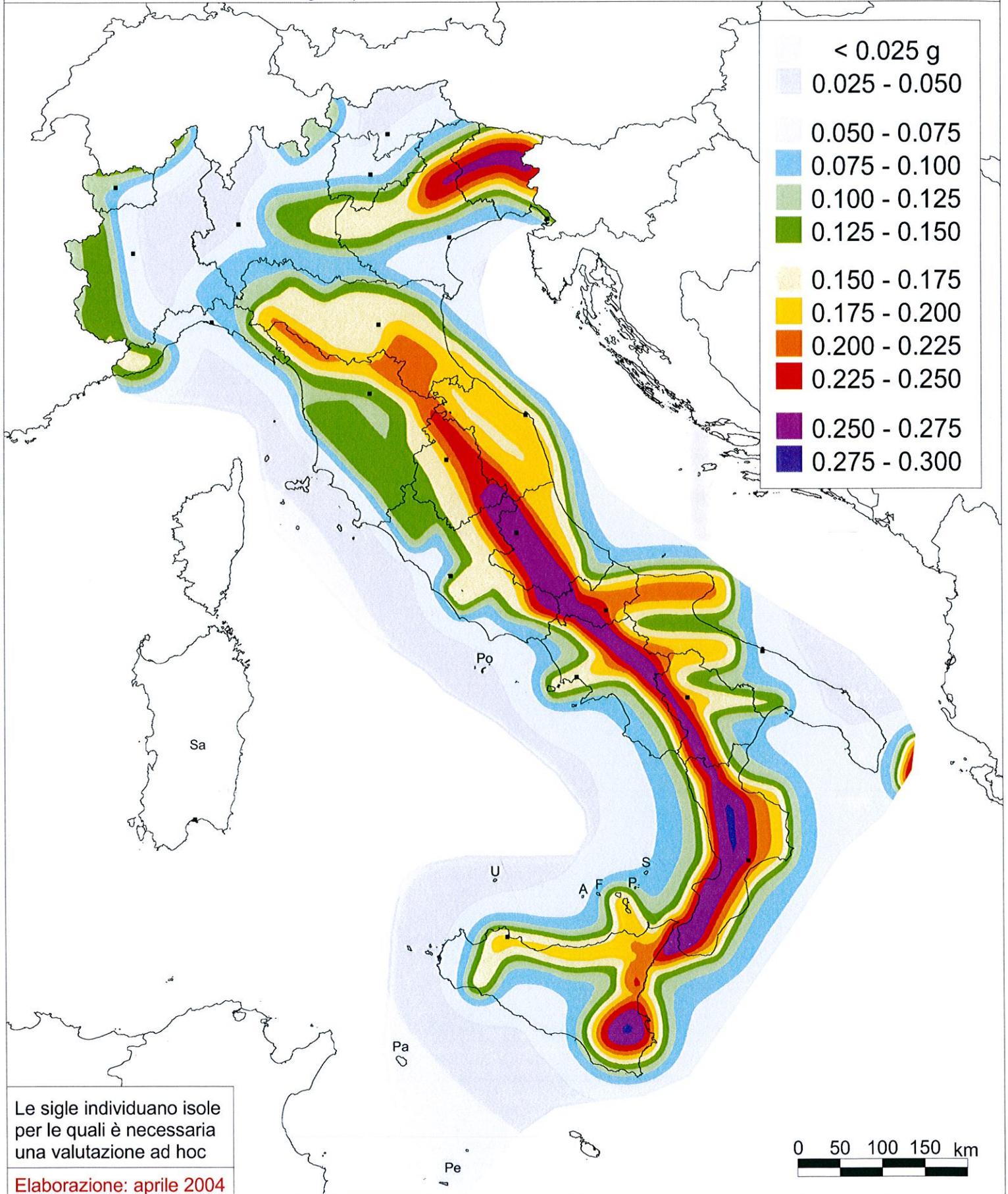


Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



TECNOSONDAGGI
DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
VIA ABBADIA 39 – OSIMO 60027 – ANCONA
TEL/FAX 071 781840 – CELL. 335 6686573
P.I. 01511970426 – WWW.TECNOSONDAGGI.IT

Vs30 DM 14-01-2008
PIANO DI RECUPERO
VIA VECCHIA
FANO (PU)

INDAGINE SISMICA MASW

Committente: Landi Cinzia ed altri

OSIMO, giugno 2011

1 PREMESSA

Il giorno 08 giugno 2011, su committenza dei Sig.ri Landi Cinzia, Ciano Corrado, Bottacchiari Temistocle ed altri e sotto la direzione tecnica del Dott. Geol. Stefano Boccarossa, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una prova MASW per il calcolo del valore Vs30 secondo il DM 14/01/2008.

2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame si è realizzato uno stendimento con 24 geofoni a passo di 1.0 metri e energizzazione a -5.00 m e a +5.00 m dagli estremi (Geofono 1 e Geofono 24).

La strumentazione utilizzata è costituita da :

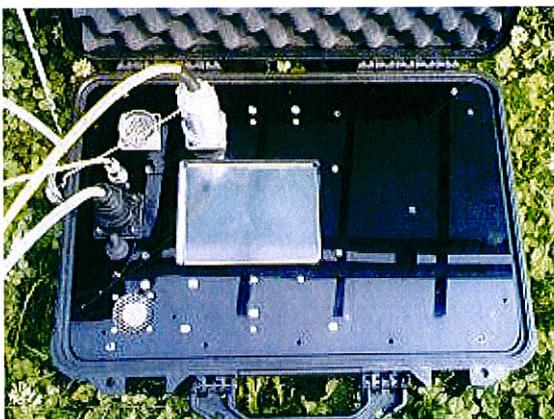
- sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- mazza da 5 Kg

3 CENNI TEORICI SULL'ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh,

vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).



Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

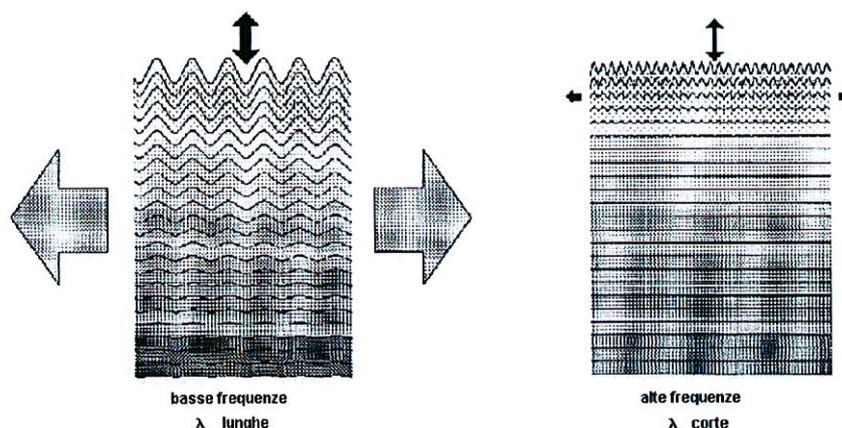
Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il

sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

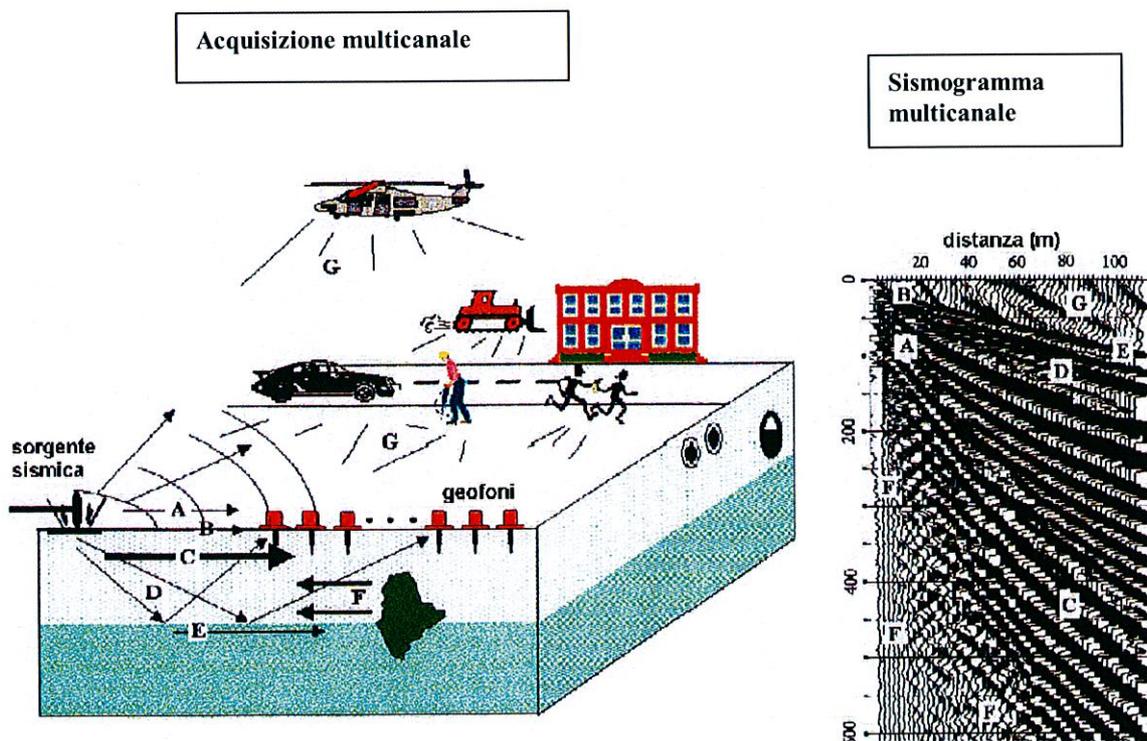
Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste

proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE

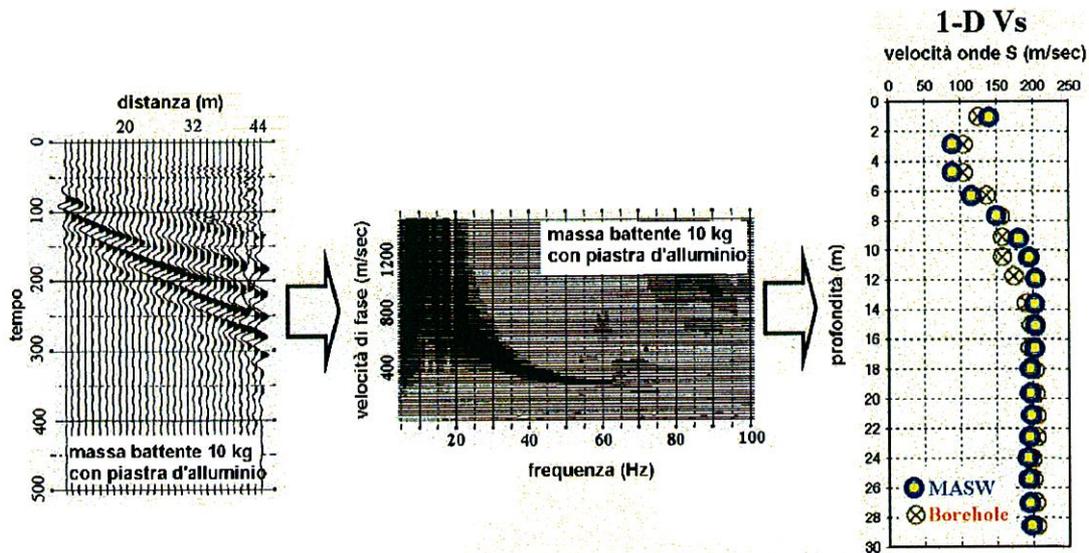


- | | |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria | E: onde rifratte |
| B: onde dirette | F: onde riverberate |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse | |

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio

successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

4 RISULTATI

In ALLEGATO sono riportati i risultati delle prove MASW.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione V_s (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità.

Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di V_s progressiva.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro V_{s30} calcolato utilizzando la stratigrafia V_s e la formula

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un total e di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{s30} come riportato nella seguente tabella:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

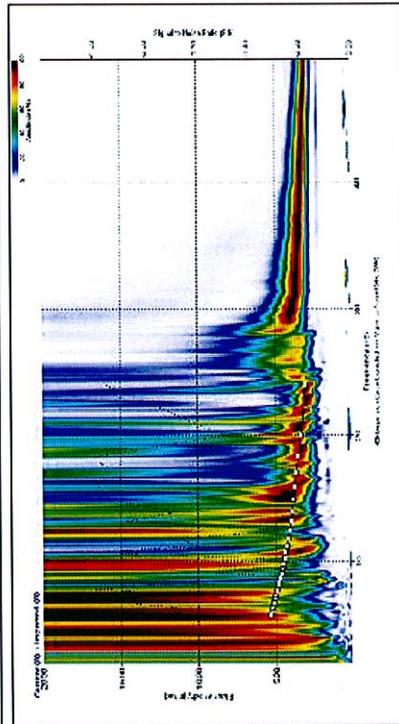
Oltre a queste sono riconosciute ulteriori due categorie di suolo:

- S1 – *Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $VS30 < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).*
- S2 – *Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.*

La velocità calcolata è:

$$V_{s30} = 421 \text{ m/sec}$$

INTERPRETAZIONE PROVA



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VSX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $\rho = 1.5 \cdot V_s^3 / 1000$

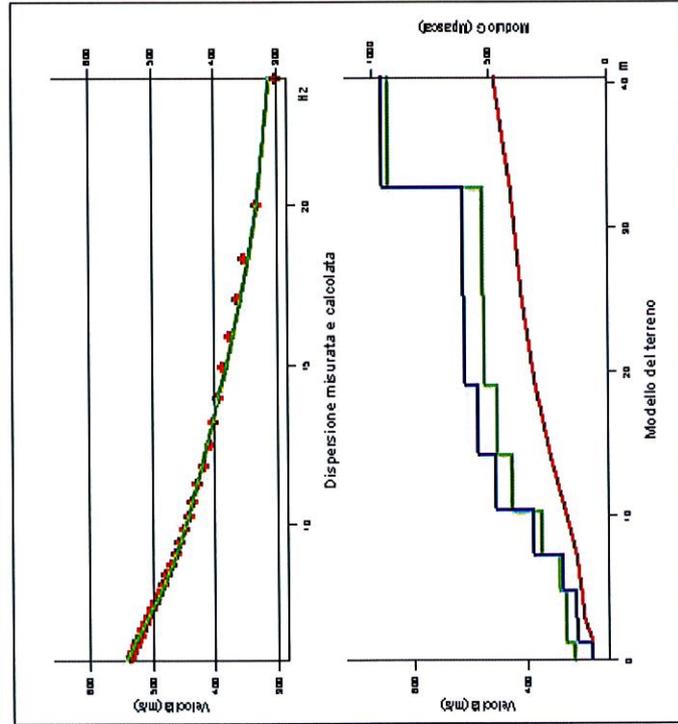
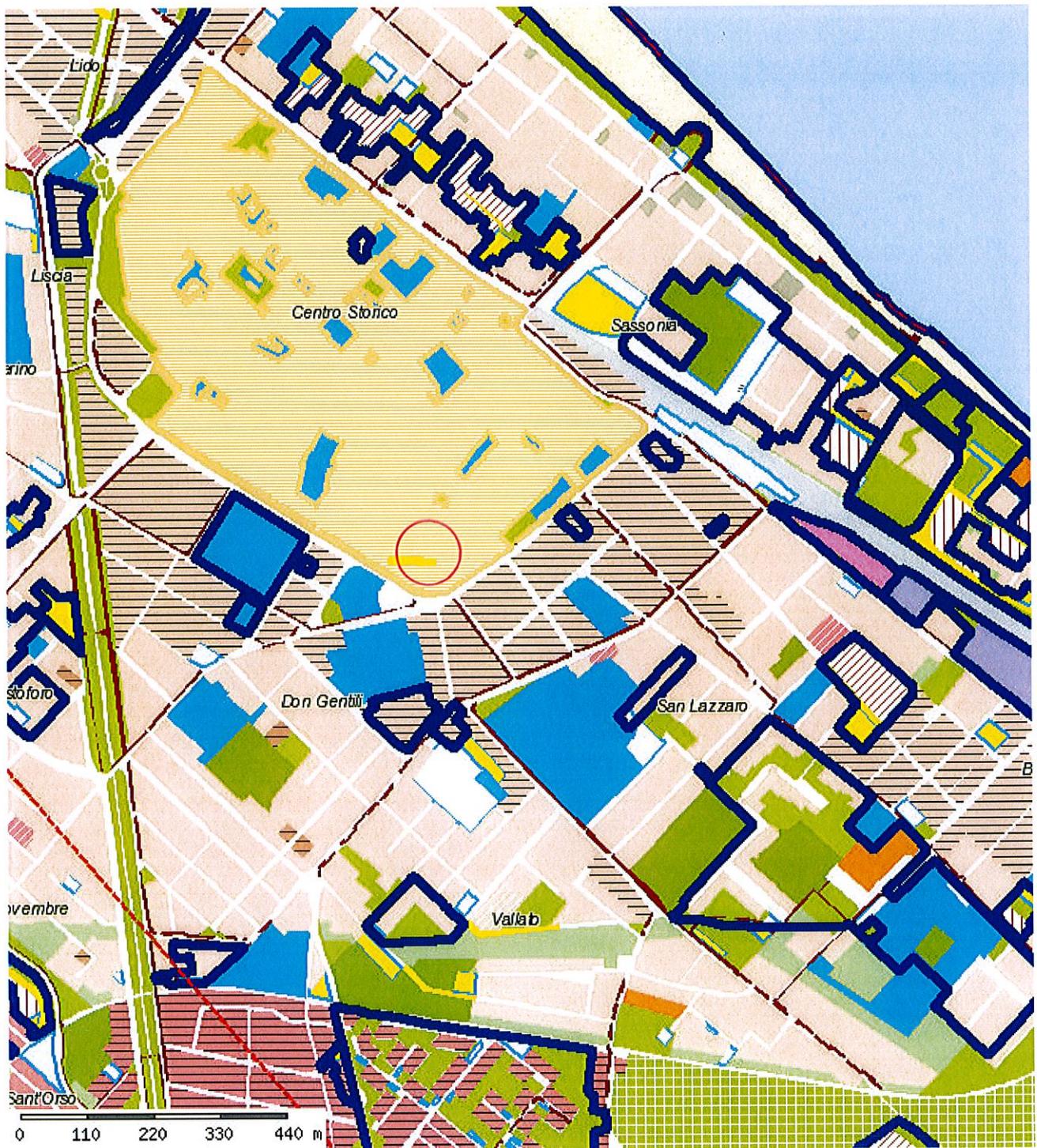


TABELLA DICALCOLO

D a Prof.	a Prof.	Vs	HIM	VsX	G
0	1.3	284	0045	284	144
1.3	2.9	310	0051	288	174
2.9	4.8	312	0064	304	176
4.8	7.3	336	0074	314	208
7.3	10.4	386	008	332	282
10.4	14.3	453	0096	368	402
14.3	19.2	484	01	383	466
19.2	26.2	508	0119	407	518
26.2	32.8	513	0148	428	529
32.8	40.4	667	0116	468	931

VALORE CALCOLATO VS30 = 421 m/s

PROVA SISMICHE VS30	AIL. 2/a	Giugno 2011	EEG S.p.A.
via Vecchia - F.ano			
Landi Cinzia e altri			
Metodologia MASW			
VELOCITA' DELLE ONDE S			
PROVA O3028			



Allegato 1

 Area in esame

 **Mare**

Comuni provincia Pesaro-Urbino

Fano

Quartieri

Zonizzazione

-  A Residenziali Storico Artistiche
-  B1.2 Residenziali sature con conservazione dell'area di sedime dei fabbricati
-  B2.1 Residenziali semisature a valle della strada interquartieri
-  B2.3 Residenziali semisature da riqualificare a valle della strada interquartieri
-  B4 Residenziali convenzionate (ex lottizzazioni)
-  B5.2 Residenziali di completamento della 'Borgata rurale di Metaurilia'
-  C2 Residenziali di ricucitura urbana
-  D1 Industriali e/o artigianali esistenti, ammesso commercio di vicinato
-  D3 Commerciali e/o direzionali esistenti (G1-G2 Grande distribuzione)
-  D4 Commerciali e/o direzionali di nuova formazione (G1-G2 Grande distribuzione)
-  D6 Turistico-alberghiere di nuova formazione
-  D8 Zone di riqualificazione urbanistica a carattere turistico-ricreativo
-  E1 Agricole
-  E3 Agricole di rispetto
-  E4 Agricole di conservazione naturalistica
-  F2 Verde per attrezzature sportive
-  F4 Verde privato
-  P1 Viabilità veicolare di progetto
-  P2_pr Parcheggi di progetto
-  P4_es Viabilità pedonale e ciclabile esistente
-  P5 Stazione autocorriere

 **Comparti**

 **Sottopassi**

 **Art.71 c.7 strada aeroporto**

Geo-Geomorfo-Idrogeo/logico

-  Art. 6 - Emergenze idrogeologiche
-  Art. 8 - Corsi d'acqua
-  " Crinale 1° Classe
-  " Crinale 3° Classe
-  Art. 10 - Versanti
-  Art. 11 - Litorale marino

 **Comuni limitrofi**

-  B1.1 Residenziali sature con presenza di valori sotrico-architettonici e/o ambientali
-  B1.3 Residenziali sature con conservazione della superficie utile
-  B2.2 Residenziali semisature a monte della strada interquartieri ed a sud del fiume Metauro
-  B3.1 Residenziali di completamento di aree intercluse
-  B5.1 Residenziali di completamento dei nuclei extraurbani esistenti
-  C1 Residenziali di espansione
-  D1 Industriali e/o artigianali esistenti
-  D2 Industriali e/o artigianali di nuova formazione
-  D3.1 Commerciali e/o direzionali a bassa densità
-  D5 Turistico-alberghiere esistenti
-  D7 Turistico-ricreative esistenti
-  D8.1 Zone produttive a carattere turistico-ricettivo per la formazione di villaggi turistici
-  E2 Agricole con presenza di valori paesaggistici
-  E4 Agricole di ristrutturazione ambientale
-  F1 Verde attrezzato
-  F3 Verde a servizio della balneazione
-  F5-F6-F7-F8 Zone per attrezzature di pubblico interesse
-  P2_es Parcheggi esistenti
-  P3 Attrezzature di assistenza stradale
-  P4 Viabilità pedonale e ciclabile di progetto
-  P6 Zone ferroviarie