

GEOPOINT



dott. geol. **LORENA TARINI**

Borgo Sforzacosta, 301
62100 MACERATA
tel/fax 0733.203800
e-mail - lorenatarini@libero.it

Committente: Spett.le **Impresa Edile TEOBALDELLI IVAN s.r.l.**

Via Natali, 41
62100 MACERATA

Partita Iva 01421370436

Comune di MACERATA

(Provincia di Macerata)

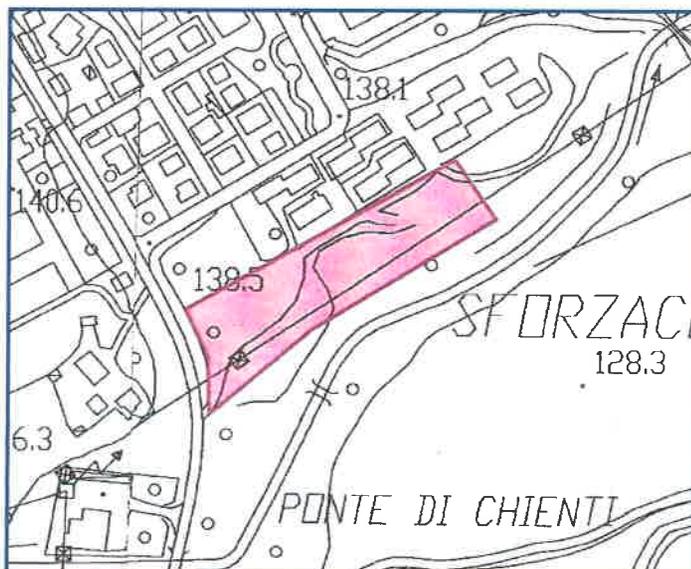
**PIANO DI LOTTIZZAZIONE E RELATIVE OPERE DI URBANIZZAZIONE
PRIMARIA DEL COMPARTO "PL 31- sottozona 4 ", RICADENTE IN
LOCALITA' SFORZACOSTA, IN VIA LIVIABELLA.**

(Comune di Macerata: FOGLIO 113)

- Settembre 2012 -

**Indagine Geologica,
Geomorfologica, Idrogeologica**

➔ **Relazione e relativi allegati**



il geologo



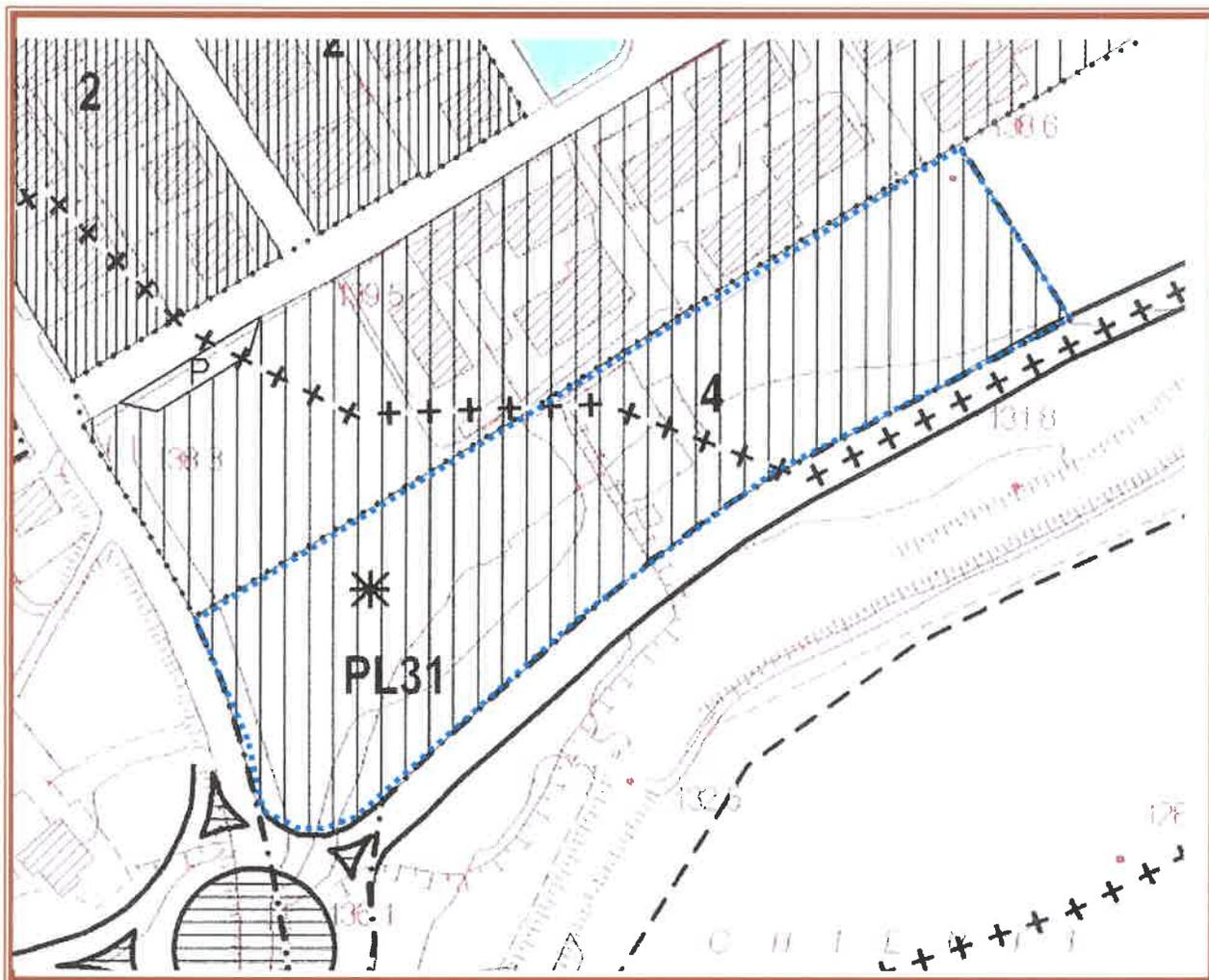
*Per presa visione:
(il direttore dei lavori)*



COMUNE DI MACERATA (provincia di macerata)

committente:

Impresa Edile TEOBALDELLI Ivan S.r.l.



oggetto:

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE E RELATIVE OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA
DEL COMPARTO "PL 31 - sottozona 4", RICADENTE IN LOCALITA' SFORZACOSTA ,
IN VIA LIVIABELLA**

ai sensi dell'art. 10 DPR 06/06/2001 n. 380 "Testo unico normative e regolamenti in materia di edilizia"



I N D I C E

1 - PREMESSA	pag.	3
2 - UBICAZIONE	pag.	4
3 - MORFOLOGIA	pag.	5
4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	pag.	7
5 - CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA	pag.	9
5.1. Terreno vegetale/riporto	pag.	9
5.2. Alluvioni fini	pag.	9
5.3. Alluvioni ghiaiose	pag.	9
5.4. Idrogeologia	pag.	10
6 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	pag.	12
6.1. Terreno vegetale/riporto	pag.	12
6.2. Alluvioni fini	pag.	12
6.3. Alluvioni ghiaiose	pag.	13
7 - DESCRIZIONE della CARTOGRAFIA ALLEGATA	pag.	14
8 - INDICAZIONI TECNICHE e CONCLUSIONI	pag.	22

ALLEGATI nel testo

- **Corografie**
- **Planimetrie**
- **Stratigrafie**
- **Stralcio PAI**
- **Prospezioni sismiche**
- **Carte tematiche:**
 - Carta GEOLITOLOGICA e GEOMORFOLOGICA
 - Carta LITOTECNICA
 - Carta IDROGEOLOGICA
 - Carta della PERICOLOSITA' GEOLOGICA
 - Carta della PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
 - Carta delle VOCAZIONALITA'



1 - PREMESSA

La presente indagine ha lo scopo fornire la documentazione di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico, a supporto di un intervento finalizzato alla realizzazione di un piano di lottizzazione per insediamenti residenziali e commerciali e delle relative opere di urbanizzazione primaria, ubicato in località Sforzacosta, in via Liviabella, nel Comune di Macerata, per conto del proprietario dell'area in esame, l'Impresa Edile TEOBALDELLI IVAN S.r.l.

Tale intervento dà attuazione al Piano di Lottizzazione 31 (PL 31), come previsto dal Piano Regolatore Generale del Comune di Macerata e, nel dettaglio, riguarda la sottozona 4.

Lo studio, è stato svolto in conformità alla normativa vigente, in particolare alle norme tecniche del D.M. dell'11/03/88 e successive integrazioni e modifiche, alle Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. del 14/01/2008 e successive circolari applicative, alla circolare della R.M. n° 14 del 28/08/90, al DPR 06/06/2001 n. 380 (*"Testo Unico normative e regolamenti in materia di edilizia"*) e al Regolamento Edilizio Tipo.

Pertanto, l'indagine è stata redatta secondo il seguente piano di lavoro:

- rilievo geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area;
- esecuzione di n° 10 sondaggi geognostici, di prove geotecniche in sito mediante pocket pen e vane test;
- esecuzione di n° 2 prospezioni sismiche con metodologia REMI-MASW-HV per la caratterizzazione delle Vs30;
- reperimento ed analisi di dati tecnici in possesso dello scrivente, avendo la stessa redatto altre indagini geologiche nell'area PEEP adiacente;
- consultazione ed analisi del P.A.I (*Piano per Assetto Idrogeologico*).
- stesura della relazione esplicativa e di una serie di allegati e di cartografie tematiche.



2 - UBICAZIONE

L'area in oggetto é ubicata nel Comune di Macerata, in localit  Sforzacosta, via Liviabella, sulla sinistra della strada statale n  78 "Picena", in direzione di Urbisaglia.

Il lotto risulta compreso tra la zona PEEP di via Liviabella e il canale artificiale ENEL (zona di valle); la superficie di terreno risulta compresa tra le quote topografiche di 102 e 99 m sul livello del mare; l'area di lottizzazione,   confinante a NW, per circa 200 m, con la zona PEEP, che ad oggi risulta completamente edificata.

Catastalmente, il comparto PL 31 ricade sul FOGLIO 113 del Comune di Macerata; la superficie territoriale   pari a 12.000 mq.

Il progetto di lottizzazione in esame prevede la realizzazione di n  3 lotti per edilizia residenziale (tot. 2.770 mq) e n  1 lotto commerciale (3.050 mq), oltre all'area a verde pubblico e un'area a parcheggio e la relativa viabilit  di collegamento.



3 - MORFOLOGIA

L'area ricade sulla piana alluvionale terrazzata del Fiume Chienti, in sinistra idrografica, interessando il bordo di un terrazzo alluvionale, delimitato da una scarpata di erosione fluviale, che lo raccorda ad un altro ordine di terrazzo (Depositi Alluvionali Recenti).

La morfologia terrazzata rappresenta una particolare forma di rilievo continentale dovuto all'alternarsi, nell'attività di un corso d'acqua, di periodi di erosione e di sedimentazione che determinano il formarsi, lungo i fianchi della valle, di ripiani situati a varie altezze.

Il terrazzo alluvionale in oggetto è caratterizzato da una notevole estensione ed uniformità morfologica, interrotta, in prossimità dell'alveo, da una scarpata di erosione che lo raccorda con i depositi attuali del letto fluviale.

La valle del Fiume Chienti, orientata nel tratto di interesse in direzione SW-NE, è caratterizzata da un fondovalle piuttosto ampio e da fianchi debolmente acclivi, incisi da numerosi avvallamenti e vallecole secondarie, che confluiscono nella pianura alluvionale principale.

Nello specifico, l'andamento morfologico dell'area in esame risulta subpianeggiante, lievemente convesso, con una debole inclinazione verso la parte centrale della valle, dell'ordine del 3-4 %, pari ad un angolo di scarpa di circa di 1.7-2.2 gradi e quindi, per uniformità e la linearità del profilo di superficie, si hanno buoni requisiti di stabilità generale; si fa presente che l'area in esame è stata oggetto nel tempo ad una progressiva livellazione, effettuata con terreni di riporto provenienti dai lavori di sbancamento dell'adiacente area PEEP: infatti come risulta dalle vecchie aerofotogrammetrie il sito evidenziava una scarpata piuttosto smussata che andava a raccordarsi verso il canale Enel, poi nel tempo si è registrato un progressivo



avanzamento della scarpata verso SE per la messa in posto e relativa livellazione e compattazione di materiale di riporto.

Il fattore idrologico di maggior rilievo è dato sia dal fiume Chienti, che dal canale ENEL che scorrono entrambe a sud-est dell'area in esame, rispettivamente alla distanza di circa 200 m e di circa 30 m per il canale.

A NE dell'area di lottizzazione è presente un altro corso idrico, il Fosso Vallone Narducci, che delimita l'area PEEP in corrispondenza del perimetro nord-est, a regime semi-perenne, che scende dal rilievo collinare posto a monte e, dopo aver attraversato la strada statale 77, risulta per un tratto intubato, per poi tornare a scorrere in un alveo piuttosto inciso, lateralmente l'area PEEP ed infine va a confluire, dopo circa 400 m, al F. Chienti.

Per la distanza e per la quota topografica dell'area di lottizzazione, rispetto a quella del F. Chienti, risultano improbabili fenomeni di esondazione ad opera dell'asta principale; riguardo al Fosso Narducci, già nell'ambito di una relazione geologica, redatta sempre dalla scrivente nell'ottobre 2000, relativamente ai lavori di sistemazione della strada di accesso alla zona PEEP, era stata valutata sia la stabilità della sponda destra dell'alveo in questione che la sua possibilità di esondazione e, in relazione a detto studio, era emerso che un innalzamento "significativo" del livello del fosso, in condizioni di piovosità intensa e persistente, risultava impossibile, in quanto il corso idrico, nel tratto precedente questo in esame, risulta intubato e quindi, eventuali fenomeni di esondazione, si verrebbero a creare in ingresso alla sezione obbligata e pertanto la sezione del fosso nel tratto di interesse subisce incrementi poco significativi della portata, escludendo quindi per l'area PEEP, fenomeni di esondazione.

Comunque si sottolinea di nuovo l'importanza di effettuare costantemente una corretta e periodica manutenzione dell'alveo e delle scarpate che lo delimitano, con il taglio di vegetazione infestante e/o la rimozione di quant'altro possa essere d'ostacolo, in modo da assicurare il regolare deflusso delle acque.



Dall'esame della cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Tavola RI 52a, ove insiste l'area in esame, la stessa non ricade all'interno della perimetrazione delle aree a rischio esondazione (*vedi stralcio tavola RI 52 in allegato*).

4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il sottosuolo dell'area in esame è costituito da una coltre di sedimenti alluvionali potente circa 15-20 metri, che poggia con contatto erosivo su depositi marini argillosi e argillo-sabbiosi, riferibili secondo le più recenti datazioni al Pliocene Inferiore.

La coltre alluvionale, cronologicamente ascrivibile all'Olocene, è formata da sedimenti granulometricamente ben assortiti, costituiti da una successione di lenti ed orizzonti di vario spessore di limi e limi sabbiosi, intercalati a bancate di ghiaia, organizzati in corpi di forma lenticolare o tabulare: caratteristica fondamentale è l'elevata disomogeneità granulometrica sia in senso verticale che orizzontale.

4.1. Caratteristiche sismiche dell'area

L'area risulta sismicamente attiva tanto da essere classificata come zona di II categoria, a cui corrisponde un grado di sismicità (S) uguale a 9 e un coefficiente di intensità sismica (C) pari a 0.07, parametro che esprime numericamente l'accelerazione massima orizzontale in superficie che ci si deve attendere durante un evento sismico [$C = (S - 2) : 100$].

Per la località di Sforzacosta, nel sito in esame ed un suo significativo intorno, data la sua ubicazione e le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo che presenta, non si evidenziano situazioni particolari tali da concorrere ad un incremento significativo del "livello base" di rischio sismico.



CALCOLO V_s 30

Nell'ambito dell'area di lottizzazione, sono state eseguite n° 2 prospezioni sismiche con metodologia REMI-MASW-HV per la zonizzazione del sottosuolo, in riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. del 14/01/2008 e successive circolari applicative, per la determinazione del valore delle V_s30 (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 metri di profondità); tale parametro risulta necessario per la definizione delle Categorie di Suolo di Fondazione.

Per il sito in esame, si ricava un coefficiente di V_{s30} di **355-365 m/s** (vedi prospezione sismica in allegato), tale valore si pone al limite della categoria di sottosuolo B (valori di V_s30 compresi tra 360 e 800 m/s) e C (valori di V_s30 compresi tra 180 e 360 m/s); pertanto in modo cautelativo si potrebbe assegnare la categoria di sottosuolo "C" ma, avendo eseguito altre due indagini sismiche in località Passo del Bidollo, sponda opposta del Fiume Chienti (nello svolgimento di un'altra indagine geologica, sempre per una lottizzazione), è stato ottenuto un coefficiente di V_s30 di 366 m/s, pertanto, mostrando quest'ampia zona della piana alluvionale, sia in destra che sinistra idrografica del fiume Chienti, caratteristiche abbastanza simili, è possibile attribuire i terreni in oggetto alla categoria "B"- *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s, ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$, $C_u > 250$ Kpa.*



5 - CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Nel corso delle prospezioni geognostiche eseguite nell'ambito dell'area di lottizzazione, è stata rinvenuta la presenza nell'immediato sottosuolo, dei litotipi di seguito descritti, in successione stratigrafica dall'alto verso il basso.

5.1. Riporto

Limo e limo argilloso di colore nocciola scuro con resti vegetali, frammisto a materiale rimaneggiato, a luoghi con pezzame vario, resti di laterizi e materiale ghiaioso di riporto, messo in posto per la sistemazione dell'area.

Lo spessore di riporto risulta variabile, comunque i maggiori spessori si registrano nella parte centro-occidentale dell'area di lottizzazione, al massimo dell'ordine di circa 3.50 m, messi in posto nel corso degli anni, per fasi successive e compattati.

5.2. Alluvioni fini

Si tratta di un aggregato di limi argillo-sabbiosi, ma con generale prevalenza di quelli limo-sabbiosi, con l'aumentare della profondità; localmente si rinvencono sottili livelli ed intercalazioni di sabbie, con tracce di carbonato di calcio in sottili venature e piccoli noduli e talora alcuni ciottoli sparsi. Il litotipo risulta dotato di una certa umidità naturale che gli conferisce valori di consistenza variabili.

Questa unità si rinviene in genere al tetto delle alluvioni ghiaiose, con spessori variabili, compresi tra i 2-3 m circa e a luoghi, alternata alle ghiaie, con spessori attorno a qualche decina di centimetri.

5.3. Alluvioni ghiaiose

Ghiaie a scheletro continuo con matrice sabbioso limosa di colore avana-nocciola e rossiccio. Ciottoli calcarei, calcareo marnosi e selciosi di taglia variabile da media a medio-fine.



Le ghiaie in parola si rinvencono a diversa profondità, che va dai 3.8 m ai 7.3 m circa dal p.c. attuale, per uno spessore variabile, organizzate su più livelli, alternate a strati limo-sabbiosi; in genere, dopo gli 8-9 m di profondità, le alluvioni ghiaiose risultano più regolari, con rare intercalazioni di materiale fino, fino al raggiungimento del bedrock argillo-sabbioso pliocenico.

5.4. Formazione

Nel corso delle terebrazioni eseguite, entro la profondità investigata, non è stata rinvenuta.

Comunque, sulla base di altri sondaggi eseguiti in prossimità dell'area in esame, il bedrock si rinviene a profondità di circa 18-20 m dal p.c. attuale; è costituito da alternanze di argille e subordinatamente sabbie, organizzate in strati a giacitura suborizzontale o lievemente inclinata.

5.5. Idrogeologia

L'area in oggetto non è attraversata da vie preferenziali di scorrimento delle acque correnti superficiali.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, esistono condizioni favorevoli all'instaurarsi di una falda acquifera per la sovrapposizione stratigrafica di litotipi permeabili per porosità primaria (ghiaie sabbiose) su litotipi praticamente impermeabili (argille del bedrock).

Durante l'esecuzione dei sondaggi, è stata riscontrata la presenza della falda idrica alla profondità di circa 12-13 m di dal p.c. attuale.

Dal rilievo piezometrico di pozzi presenti nell'intorno dell'area e sulla base delle osservazioni effettuate durante l'esecuzione dei sondaggi, si evince che la falda idrica, quando presente, è posta ad una profondità localmente variabile, attorno ai 12-15 m dall'attuale piano campagna e costituisce la falda di subalveo del Fiume



Chienti; invece, spostandosi verso monte, all'altezza della S.S. 77, in prossimità del passaggio stratigrafico a ordini inferiori di terrazzi alluvionali, dunque al limite della piana alluvionale vera e propria del F. Chienti, sono frequenti anomalie della falda freatica, che, o non è presente, o può subire, anche sulle brevi distanze, delle variazioni sostanziali di quota e potenzialità.

La superficie piezometrica subisce un'oscillazione, durante il corso dell'anno, che si attesta sui 2.0 metri circa; la direzione locale del flusso idrico è all'incirca ESE.

I terreni presenti nel sottosuolo sono caratterizzati da permeabilità variabile in relazione alla taglia del sedimento ed allo stato di fratturazione.

La COLTRE ALLUVIONALE, che caratterizza il sottosuolo del sito in esame, posta al tetto della formazione, ha una permeabilità legata essenzialmente alla porosità.

Per la sua natura granulometrica, frequentemente caratterizzata dalla ghiaia, la coltre possiede dei valori di permeabilità in genere abbastanza elevati e pertanto può contenere una piezometrica di una certa entità, il cui interesse, dal punto di vista della fruibilità, può risultare buono.

La FORMAZIONE DI BASE invece, posta al letto della coltre alluvionale, essendo costituita da alternanze di argille e subordinatamente sabbie, presenta delle caratteristiche di permeabilità differenti tra la direzione orizzontale e quella verticale.

Pertanto è possibile l'esistenza di falde acquifere all'interno della formazione argillo-sabbiosa in condizioni stratigrafiche e giaciture che permettano l'accumulo di acqua. Con la profondità, tende nettamente a prevalere la percentuale in argilla con scarsissime probabilità di rinvenire delle falde acquifere, data la bassa permeabilità delle argille stesse.

La prevista edificazione prevista nell'ambito dell'area di lottizzazione PL31 di via Liviabella, non altererà il locale regime idrico sotterraneo, visto che risulta confinato a profondità superiore ai 10 m dal p.c. attuale.



6 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le caratteristiche geotecniche dei sedimenti sono state ottenute mediante prove in sito (pocket pen e vane test) e per comparazione con prove di laboratorio eseguite dalla scrivente su campioni di terreno analogo.

Pertanto, il terreno può essere così caratterizzato:

6.1. Riporto

Geotecnicamente poco significativo in quanto se ne consiglia la completa asportazione per la realizzazione delle opere fondali degli edificandi fabbricati.

Il peso di volume attribuibile è pari a: $\gamma = 1.82-1.85 \text{ g/cm}^3$

6.2. Alluvioni fini

Sedimento a comportamento prevalentemente coesivo o attritivo a seconda del contenuto in argilla o sabbia, suscettibile all'azione dell'acqua che ne determina lo scadimento delle caratteristiche geomeccaniche.

Le caratteristiche del sedimento risultano piuttosto eterogenee; è dotato in genere di un grado di umidità molto variabile, che ne condiziona le proprietà geomeccaniche.

Possono essere assegnati i seguenti parametri indicativi:

- Limi argillosi e limi debolmente sabbiosi

peso di volume	$\gamma = 1.95-1.97$	g/cm^3
resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci	$c' = 0.0$ $F_i' = 22-24$	Kg/cm^2 gradi
coesione non drenata	$C_u = 0.7-1.2$	Kg/cm^2
modulo edometrico	$E' = 80-90$	Kg/cm^2

- Limi e limi sabbiosi



peso di volume	gamma = 1.90-1.92	g/cmc
resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci	$c' = 0.0$ $F_i' = 25-27$	Kg/cmq gradi
coesione non drenata	$C_u = 0.6-0.8$	Kg/cmq
modulo edometrico	$E' = 80-100$	Kg/cmq

6.3. Alluvioni ghiaiose

Materiale incoerente, piuttosto addensato e quindi scarsamente compressibile, a comportamento esclusivamente attritivo anche se dotato di una debole coesione, legata alla presenza di matrice.

Possono essere attribuiti i seguenti parametri indicativi:

densità relativa	$D_r > 40$	%
peso di volume	gamma = 1.90-1.92	g/cmc
angolo di attrito	$F_i > 33$	gradi
modulo di compressibilità	$E > 200$	Kg/cmq



7 - DESCRIZIONE DELLE CARTOGRAFIE TEMATICHE ALLEGATE

CARTA GEOLITOLOGICA

- Generalità

Per quanto riguarda la stesura dei limiti formazionali, ci si è avvalsi di sondaggi e affioramenti quando disponibili, oltre a dati reperiti, in tutti gli altri casi si è ricorso a criteri di carattere geometrico e stratimetrico.

L'area in esame è interessata da terreni di origine sedimentaria, la cui classificazione su base granulometrica, è la ben nota scala: argilla, limo, sabbia, ghiaia.

Descrizione della legenda:

- Depositi alluvionali

Ricoprono estesamente l'area di interesse ed il suo relativo intorno.

Sono terreni la cui messa in posto è legata all'azione delle acque superficiali più o meno canalizzate, sotto particolari condizioni di regime idraulico fluviale.

Questi depositi pertanto assumono una morfologia classica, caratterizzata da una superficie subpianeggiante, interrotta bruscamente da una scarpata.

Dal punto di vista litologico si tratta di sedimenti granulometricamente ben assortiti dal limo alla ghiaia, organizzati in lenti e strati di vario spessore;

tutta l'area è caratterizzata da sedimenti riferibili al III° dei terrazzi alluvionali, mentre le alluvioni attuali e recenti sono dei depositi presenti nel talweg del corso d'acqua principale (F. Chienti).

* Alluvioni recenti

Sono indicati con questo termine i terreni alluvionali del F. Chienti.



Dal punto di vista litologico si tratta di materiali ghiaiosi e subordinatamente sabbioso-limosi, all'interno dei quali è presente la falda di subalveo. Per la loro posizione topografica, le aree dove affiorano questi terreni possono essere alluvionate dal fiume solo in condizioni di piena eccezionale. La linea evolutiva di questi terreni è rilevabile alla scala dei secoli.

Sono depositi a prevalenza ghiaiosa che contengono quasi sempre la falda idrica di subalveo, salvo locali anomalie.

*** Alluvioni di fondovalle (Alluvioni terrazzate del III° ordine)**

Caratterizzano i depositi che costituiscono l'85% della superficie pianeggiante del fondo valle del F. Chienti e quindi rappresentano il termine ove si è insediato l'abitato di Casette Verdini e Sforzacosta, ad una quota di 10-12 metri più alta del letto di magra del fiume.

Morfologicamente corrispondono al III° ordine dei terrazzi fluviali con posizione altimetrica compresa tra 15 e 20 metri al di sopra del talwegh.

Dal punto di vista litologico si tratta di sedimenti granulometricamente ben assortiti dal limo alla ghiaia, organizzati in corpi di forma lenticolare o tabulare con distribuzione spaziale altamente disomogenea.

Per le caratteristiche geologico-stratigrafiche, le alluvioni di fondovalle rappresentano l'acquifero più esteso del territorio.

CARTA GEOMORFOLOGICA

Per l'area esaminata, sono state individuate e cartografate le forme, i depositi ed i processi prodotti dal fattore principale delle acque superficiali.

- *Descrizione della legenda:*

Forme e processi dovuti all'azione delle acque superficiali:

*** Scarpata di erosione**



Si rinviene a sud-est dell'area in esame, verso il Fiume Chienti, si presenta abbastanza smussata, con un'altezza variabile, ma comunque non superiore a 1-2 m, rielaborata dall'attività antropica.

Forme antropiche:

* Scarpate

Si tratta di scarpate con altezza variabile, originate dalla realizzazione di opere di urbanizzazione, infrastrutture, sterri e riporti per costruzioni edili, ecc...

CARTA LITOTECNICA

Generalità

Il tematismo descritto in questo elaborato ha un diretto riferimento con la legenda della carta geologica.

Si tratta infatti di un derivato razionale di quest'ultima, in cui sono stati accorpate alcuni termini per manifesto comportamento meccanico simile.

Le unità litotecniche si distinguono generalmente in due insiemi: uno relativo alle coperture, l'altro relativo al substrato. La classificazione delle unità è basata sulla "Guida per la definizione di Unità Litotecniche" allegata alla Circolare n.14 del 28 agosto 1990 della Regione Marche - (*Indirizzi e criteri per l'effettuazione di indagini geologiche in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici al PPAR ed alla legge regionale 33/84*).

Nell'area in esame e nel suo intorno significativo sono presenti solamente unità di copertura.

- *Unità litotecniche della copertura:*

* Depositi Alluvionali:

Appartengono a questa classe i terreni che affiorano sui terrazzi fluviali di qualunque ordine morfologico.



Dal punto di vista litologico si tratta infatti di sedimenti granulometricamente ben assortiti da limo sabbiosi a ghiaioso sabbiosi, organizzati in corpi di forma lenticolare o tabulare con distribuzione spaziale altamente disomogenea.

La permeabilità d'insieme è sempre piuttosto elevata. Il comportamento meccanico è eterogeneo anche in funzione della taglia locale del sedimento.

invece varia da coesivo puro ad attritivo, in funzione della taglia locale del sedimento.

La densità è di norma superiore a 1.93-1.95 g/cm³, coesione ed angolo di attrito sono invece definibili solo su scala locale.

CARTA DELLA PERICOLOSITA`GEOLOGICA

- Generalità

La carta è stata redatta sulla base di un attento esame geologico, morfologico ed idrogeologico. In questo caso, sono state messe a fuoco 3 classi di pericolosità, distinte sia per le diverse caratteristiche sia in relazione ai possibili interventi precauzionali.

- Descrizione della legenda:

* Scarpate

Le scarpate sono elementi topografici soggetti ad una evoluzione più o meno rapida verso la pedepianazione.

E` con questo spirito che sono state messe in evidenza le scarpate più significative, per richiamare l'attenzione sul fatto che gli interventi antropici devono tenere in conto la loro naturale evoluzione.

Il dissesto di una scarpata infatti non comporta necessariamente lo scoscendimento di grandi masse di terreno, tuttavia può determinare improvvise interruzioni delle



vie di comunicazione, o il rapido interrimento di manufatti, come pure il lento cedimento della fondazione di edifici posti a monte.

Pertanto in questi siti, gli interventi antropici devono considerare una distanza di sicurezza dalla scarpata, oppure prevedere interventi di stabilizzazione ovvero di modificazione geometrica della stessa.

*** Aree a maggiore vulnerabilità della falda**

Sono quelle aree ad elevata permeabilità in cui è presente la falda idrica ad una profondità generalmente inferiore o prossima ai 10 metri dal piano campagna.

In tali zone, per il modesto spessore dello strato areato, la falda risulta particolarmente vulnerabile ad eventuali infiltrazioni inquinanti. Non sono pregiudizievoli per l'edificazione.

*** Aree di esondazione**

Sono indicate con questo tematismo quei siti che, per la loro posizione topografica, possono essere soggetti ad alluvionamenti anche in situazioni meteoriche di carattere non eccezionale.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

- Generalità

La presente carta tematica si ispira alle norme della Legge Regionale n.33/84, che prevede indagini volte a definire il rapporto tra previsioni urbanistiche e caratteristiche sismiche e geologiche del territorio, finalizzate alla riduzione del rischio sismico.

Questo tipo di indagine investe tematiche complesse ed in buona misura nuove per la pianificazione urbanistica, pertanto devono essere ispirate da una esigenza di gradualità poichè, per i non eccezionali livelli di sismicità della regione e per la



manca di esempi in letteratura tecnica ed in normativa, è difficile valutarne l'impatto sugli aspetti socio economici sia pubblici sia privati.

La carta in oggetto individua le aree in cui le condizioni geologiche e geomorfologiche possono concorrere a produrre aumenti significativi dei livelli-base di rischio sismico, tale da richiedere un'attenzione superiore a quella richiesta dal "livello-base" stesso.

- Descrizione della legenda:

- Aree di bordo scarpata

Nel caso delle scarpate, lo scuotimento dinamico da terremoto può ingenerare fenomeni di instabilità e/o possibili cedimenti nella zona a monte.

- Aree di fondovalle (a copertura alluvionale)

Dalle osservazioni effettuate sui danni da terremoto (Città del Messico, 1970; Conza della Campania, 1981) si è rilevato che a parità di altre caratteristiche, gli edifici ubicati sopra terreni di copertura, avevano subito più danni rispetto a quelli ubicati sul bed-rock.

Ciò confermò l'idea che quando un'onda di terremoto passa da un mezzo ad un altro di differente impedenza, si verificano fenomeni di rifrazione e riflessione multipla, che hanno come risultante un'amplificazione del moto del suolo.

Tale amplificazione si verifica in realtà quando lo spessore della copertura sta in un preciso rapporto rispetto allo spettro di frequenza del sisma.

7.2. Il terremoto atteso

L'indagine per la determinazione del terremoto atteso e quindi del danno atteso è stata effettuata prendendo in esame i seguenti aspetti:

- E' stato valutato il terremoto massimo risentito nell'area, attraverso l'analisi dei cataloghi sismici; la misura degli effetti del terremoto massimo atteso è stato



espresso secondo i livelli di severità stabiliti nella Scala Mercalli Cancani Sieberg (MCS).

- Analisi generale delle condizioni geo-litologiche e morfologiche nelle aree già edificate ed in quelle previste di espansione urbanistica.

In riferimento al primo punto, si è proceduto all'analisi dei dati contenuti nel Catalogo dei Terremoti Italiani del C.N.R., considerando anche l'evento principale della sequenza sismica del settembre 1997 e conosciuta come "Terremoto Umbro-Marchigiano".

I risultati di questa ricerca hanno confermato la relativamente bassa sismicità dell'area in questione.

Nel catalogo del C.N.R. non sono stati riscontrati terremoti con area epicentrale Sforzacosta. I terremoti più importanti, con origine pressochè locale, non hanno raggiunto intensità superiori al VI° grado MCS.

Pertanto il territorio comunale in esame, risente quasi esclusivamente di terremoti con epicentro lontano.

Di seguito si riporta un elenco di terremoti che possono aver provocato effetti significativi a Sforzacosta.

<i>Anno</i>	<i>Area epicentrale</i>	<i>Intensità epicentrale</i>
1279	Camerino	9
1328	Norcia	10
1639	Amatrice	10
1703	Norcia	10
1741	Fabriano	9
1781	Cagli	10
1799	Camerino	9
1874	Potenza Picena	6
1899	Corridonia	6
1930	Senigallia	9
1972	Ancona	8
1997	Umbria-Marche	9

Sulla base di queste informazioni, si può affermare che l'intensità massima prevedibile per la località di Sforzacosta può essere valutata del sesto-settimo grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) [la scala Mercalli si basa su una



classificazione degli effetti prodotti dal sisma, mentre l'energia meccanica globale sprigionata viene valutata dalla scala Richter attraverso la *magnitudo*].

Al VII° grado di intensità corrispondono i seguenti effetti (Mercalli):

" Considerevoli danni per urto o caduta di suppellettili, anche pesanti, suono di grosse campane nelle chiese; L'acqua di stagni e canali s'agita e s'intorbidisce di fango, alcuni spruzzi giungono a riva; alterazione dei livelli dei pozzi; lievi frane in terreni sabbiosi e ghiaiosi.

Danni moderati alle case solide, con lievi incrinature nelle pareti, considerevole caduta di intonaci e stucchi; rottura di comignoli con caduta di pietre e tegole; parziale slittamento della copertura dei tetti; singole distruzioni in case malcostruite o vecchie."

A seguito della crisi sismica che ha interessato la regione Marche a cominciare dal settembre 97, sono stati eseguiti degli studi di Microzonazione sismica, da parte della R.M.; in base agli scenari di pericolosità sismica sono state definite delle tipologie, alle quali corrisponde il relativo fattore di amplificazione (Fa) - DGR n° 2153/98) Allegato 1 alla DGR n° 1977 del 2/08/99, Tab. 5.5. che riassume i coefficienti di amplificazione, espressi in termini di Fa.

(Rapporto conclusivo sulla valutazione degli effetti di amplificazione dinamica locale delle località campione più danneggiate dalla sequenza di terremoti dell'Umbria-Marche 1997-1998 - CNR-SSN-IRRS).

Tab. 5.5 - Tabella riassuntiva dei coefficienti di amplificazione, espressi in termini di Fa, e delle prescrizioni relative a ciascuna situazione morfostratigrafica descritta nelle "Carta delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali" (allegato E).

Tipologia delle situazioni	Litotipo	Spessore	Fa
E-5 Zona di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, orlo di terrazzo)	Detrito	< 10m	1.2
		10-20m	1.4
		20-30m	1.6
	Travertino	< 10m	1.1
		10-20m	1.3
		20-30m	1.4
E-7 Zona di fondovalle con presenza di terreni incoerenti	Fluvio lacustre limoso argilloso e Alluvioni limoso argillose	< 10m	1.2
		10-20m	1.5
	Fluvio lacustre sabbioso ghiaioso e Alluvioni sabbioso ghiaiose	20-30m	1.7
		< 10m	1.1
		10-20m	1.2
E-8 Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione		20-30m	1.4
		< 10m	1.2
		10-20m	1.5
	Rapporto altezza/larghezza		Fa
E-6 Zona di cresta		< 0.1	1.0
		0.1-0.2	1.2
		0.2-0.3	1.4
E-1,E-2,E-3 Zona instabile o potenzialmente instabile	Indagini "ad hoc" per valutare il reale grado di pericolosità e definire la fattibilità di eventuali interventi di stabilizzazione.		
E-4 Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti	Indagini "ad hoc" per valutare la fattibilità di eventuali interventi di bonifica e consolidamento.		
E-9 Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Indagini "ad hoc" per valutare la possibilità di cedimenti o costipamenti differenziali sotto sollecitazione sismica e conseguenti interventi in fondazione.		



8 - INDICAZIONI TECNICHE E CONCLUSIONI

Sulla base dei dati acquisiti nel corso della presente indagine, in merito alle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e stratigrafiche del sito, ove insiste l'area oggetto di lottizzazione, identificata dalla sigla "PL 31" e delle relative opere di urbanizzazione primaria, comprensiva di un suo intorno significativo, è possibile, in questa fase di studio, fornire le indicazioni e prescrizioni di base, in modo da valutare l'ammissibilità degli interventi proposti.

Nell'ambito delle opere di urbanizzazione primaria è previsto, oltre la realizzazione della strada di accesso ai singoli lotti, definita dall'Amministrazione Comunale secondo un piano quadro, le relative canalizzazioni Enel, Telecom, Italgas, rete idrica, rete fognaria, oltre la realizzazione di una cabina elettrica di alimentazione.

Di seguito, verranno trattati nello specifico, i singoli interventi, previsti nell'ambito delle opere di urbanizzazione primaria.

8.1. Realizzazione strada di accesso ai lotti

La realizzazione della viabilità interna all'area di lottizzazione, il cui tracciato è stato definito dall'Amministrazione Comunale, nell'ottica di una revisione totale della viabilità, in particolare nella zona di innesto con la S.S. 78, ove è prevista una rotatoria, la strada di collegamento rotatoria-via Liviabella interesserà la porzione mediana all'aria di lottizzazione e per uno sviluppo lineare complessivo pari a circa 1100 m, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Dopo aver provveduto al livellamento del tratto stradale, previa asportazione dello strato di terreno vegetale/riporto, dello spessore di circa 0.80-0.90 m, si provvederà alla realizzazione della struttura stradale, impostata alle quote di riferimento fissate dall'Amministrazione Comunale



- La strada di lottizzazione sarà costituita solo da uno strato di fondazione e da quello di base, dato le buone caratteristiche del terreno presente nel sottosuolo ed il modesto carico di transito cui sarà assoggettata.
- Lo strato di fondazione avrà uno spessore di 10-15 cm, costituito da tout-venant di cava, cilindrato (stabilizzato), al quale seguirà uno strato di circa 0.70 m di binder. A queste due fasi, seguirà la formazione del manto di usura.

Portati a termine i lavori di realizzazione della viabilità interna, si provvederà alla realizzazione di opere, quali adeguate cunette e griglie, per la captazione ed il drenaggio delle acque meteoriche, al fine di evitare sia il loro ristagno che la loro dannosa infiltrazione.

Riguardo alla cabina elettrica di alimentazione, di tipo prefabbricato in cav, da realizzare nella porzione centrale e di valle dell'area, potrà essere adottata una fondazione di tipo platea, considerando nel calcolo strutturale un valore di capacità portante ammissibile del terreno attorno a $Q_{amm} = 1.0 \text{ Kg/cmq}$ e piano di posa posto a circa 1.00-1.20 m di profondità dal p.c., previa deposizione di un adeguato strato di magrone.

8.2. Realizzazione rete fognaria

Uno dei criteri da prendere in considerazione come base dello studio e della progettazione delle reti di fognatura, consiste nel tenere presente la natura idrogeologica e geotecnica del terreno interessato, con lo scopo di conoscere quali sono i principali inconvenienti che si possono verificare nelle reti fognarie, quali sono le cause, e con quali mezzi sia possibile provvedere alla loro correzione; ciò è assolutamente indispensabile per poter disegnare e dimensionare adeguatamente le opere, in modo tale da prevenire possibili e spiacevoli inconvenienti.

In particolare in questa fase di studio, presa visione dell'ubicazione dei pozzetti di allaccio della rete fognaria esistente e del tracciato di quella da realizzare a



servizio dell'area di lottizzazione, non si evidenziano particolari problematiche; si forniscono di seguito delle prescrizioni generali per l'esecuzione delle operazioni di scavo e di posa delle tubazioni:

- Le tubazioni, i relativi giunti ed eventuali pezzi speciali dovranno essere costituiti da idonei materiali resistenti all'azione aggressiva chimico-fisica esercitata dai reflui.
- La posa in opera degli stessi sarà effettuata sul fondo dello scavo, di profondità $H >$ di $1.5 D$ (con D =diametro della condotta) e comunque (H) di almeno 1.0 m, adeguatamente spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi o rivestimenti.
- Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità di appoggio e nei tratti in cui potranno verificarsi degli assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo trincea, ecc.
- Il materiale di rinterro dovrà essere disposto in modo uniforme, in strati di 15-20 cm di spessore, accuratamente costipati sotto e lateralmente al tubo, al fine di ottenere un buon appoggio, scevro da vuoti, ed impedire cedimenti e/o spostamenti laterali.
- Per il letto di posa, il rinfianco della tubazione e il suo primo ricoprimento si dovranno utilizzare materiali costituiti da ghiaia (diam=10-15 mm) o, meglio, sabbia mista a ghiaia (diam max=20 mm).
- Il rinterro definitivo della trincea potrà essere effettuato con i terreni di risulta dello scavo, previa eliminazione di eventuali elementi di dimensioni maggiori a 10 mm di diametro e dei frammenti vegetali.
- A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni rincarichi laddove si dovessero manifestare assestamenti.



8.3. Future opere di edificazione dei singoli lotti

In base ai dati acquisiti nel corso della presente indagine, emergono le seguenti considerazioni:

- L'area in esame risulta dotata in generale di buoni requisiti di stabilità e non è interessata da fenomeni morfogenetici in atto.
- Gli interventi previsti non interferiranno con la circolazione idrica superficiale, né quella sotterranea.
- I terreni che costituiscono il sottosuolo del sito in esame sono dotati di una modesta disomogeneità granulometrica, ciò comporta caratteristiche geotecniche a luoghi variabili, con valori di capacità portante localmente significativamente diversi; pertanto, si lascia alle indagini di dettaglio per l'edificazione dei singoli lotti, la risoluzione dei problemi di fondazione legati alla variabilità granulometrica del sottosuolo, comunque in linea di massima è possibile adottare delle fondazioni di tipo superficiale.
- Come già premesso, si consiglia di regimare e canalizzare opportunamente sia le acque meteoriche superficiali provenienti da monte, sia quelle di scolo delle edificande opere e di impermeabilizzare mediante asfaltatura o altra pavimentazione, le parti lasciate libere dai manufatti per evitare dannose infiltrazioni idriche nell'immediato sottosuolo, che possono determinare il rapido scadimento delle caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione, comprendendo anche eventuali rigonfiamenti; al fine di evitare ristagni di acqua tra la massicciata ed il terreno sottostante, durante la preparazione di quest'ultimo, si dovrà prestare la massima attenzione affinché vi siano, seppur leggerissime, pendenze verso le estremità dei lotti.

Tuttavia, nell'ambito dell'intera area di lottizzazione dovrà essere garantita anche una sufficiente permeabilità del terreno, in modo da non modificare significativamente l'attuale bilancio idrico, prevedendo, ove necessario idonee opere compensative in modo da tamponare eventi meteorici critici.



- Il valore del **coefficiente sismico** di fondazione, determinato in base alla compressibilità del terreno ed alle sue caratteristiche geotecniche, potrà essere assunto pari a: **Epsilon = 1.2**
- In base all'analisi e comparazione con la perimetrazione eseguita dalla Regione Marche, cartografata nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI - Tavola RI 52), per le aree soggette a rischio esondazione, l'area in esame non risulta interessata da tale rischio; tuttavia, non dovranno essere modificate significativamente le attuali quote topografiche (*infatti al fine di evitare eccessive opere di sbancamento e riporto per la livellazione del comparto, verrà adottata una sistemazione "gradonata", livellando il terreno nell'ambito della zona a parcheggio e zona verde*); ovviamente si rende anche indispensabile una costante manutenzione della sezione dell'alveo del Fiume Chienti, nel tratto in esame e di quello immediatamente a monte del ponte sulla S.S. 78, in modo da assicurare la sua efficienza, rimuovendo sia la vegetazione infestante, sia eventuali ostacoli trasportati dalla corrente stessa, in modo da permettere il regolare deflusso delle acque; la porzione SW della area di lottizzazione, nel dettaglio la zona di innesto alla rotatoria topograficamente posta a quote più basse, verrà sottoposta ad azioni di riporto (da eseguire a regola d'arte, con materiale granulare, ben costipato e disposto per strati montanti di circa 20-30 cm), in modo da livellare il terreno, raccordandosi alla quota di sviluppo della viabilità interna ed esterna alla PL 31 da realizzare secondo il piano quadro comunale di riferimento.

In base a tali considerazioni si esprime **parere favorevole** circa la **fattibilità geologica e geotecnica** nell'ambito del progetto di lottizzazione e delle relative opere di urbanizzazione primaria, della **sottozona 4 del comparto "PL 31"**, di via Liviabella.



In merito alla carta della *Pericolosità Geologica*, nell'area non si evidenziano motivi di pericolosità; stessa cosa dicasi per la carta della *Pericolosità Sismica Locale*, ove risultano assenti fattori tali da concorrere ad un incremento del "livello base" di rischio sismico.

Tuttavia in sede di progettazione esecutiva dell'area in esame, verranno trattate nello specifico, con opportuni calcoli ed allegati esplicativi, le diverse problematiche degli specifici interventi proposti.

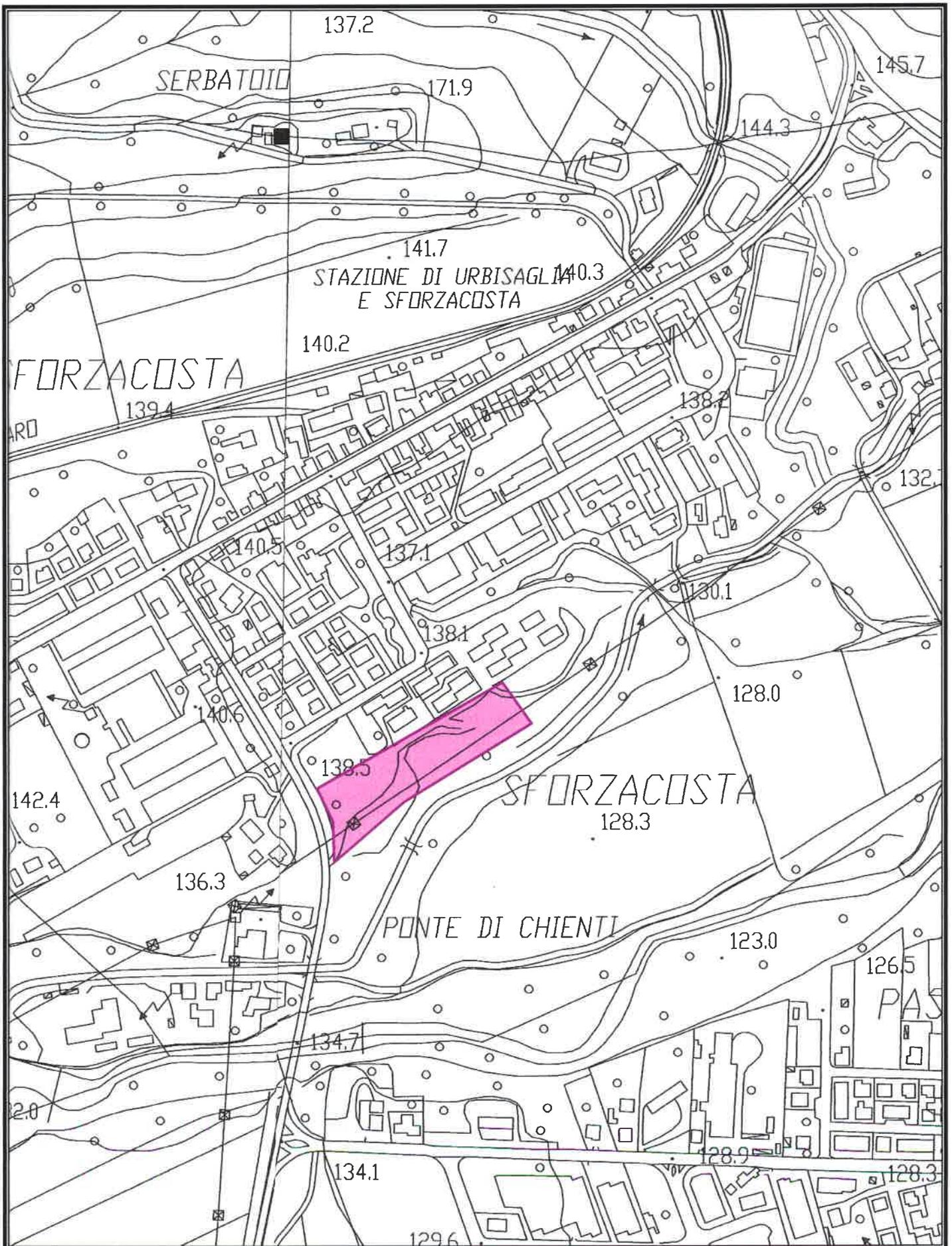
Macerata, Settembre 2012

dott.geol. Lorena Tarini



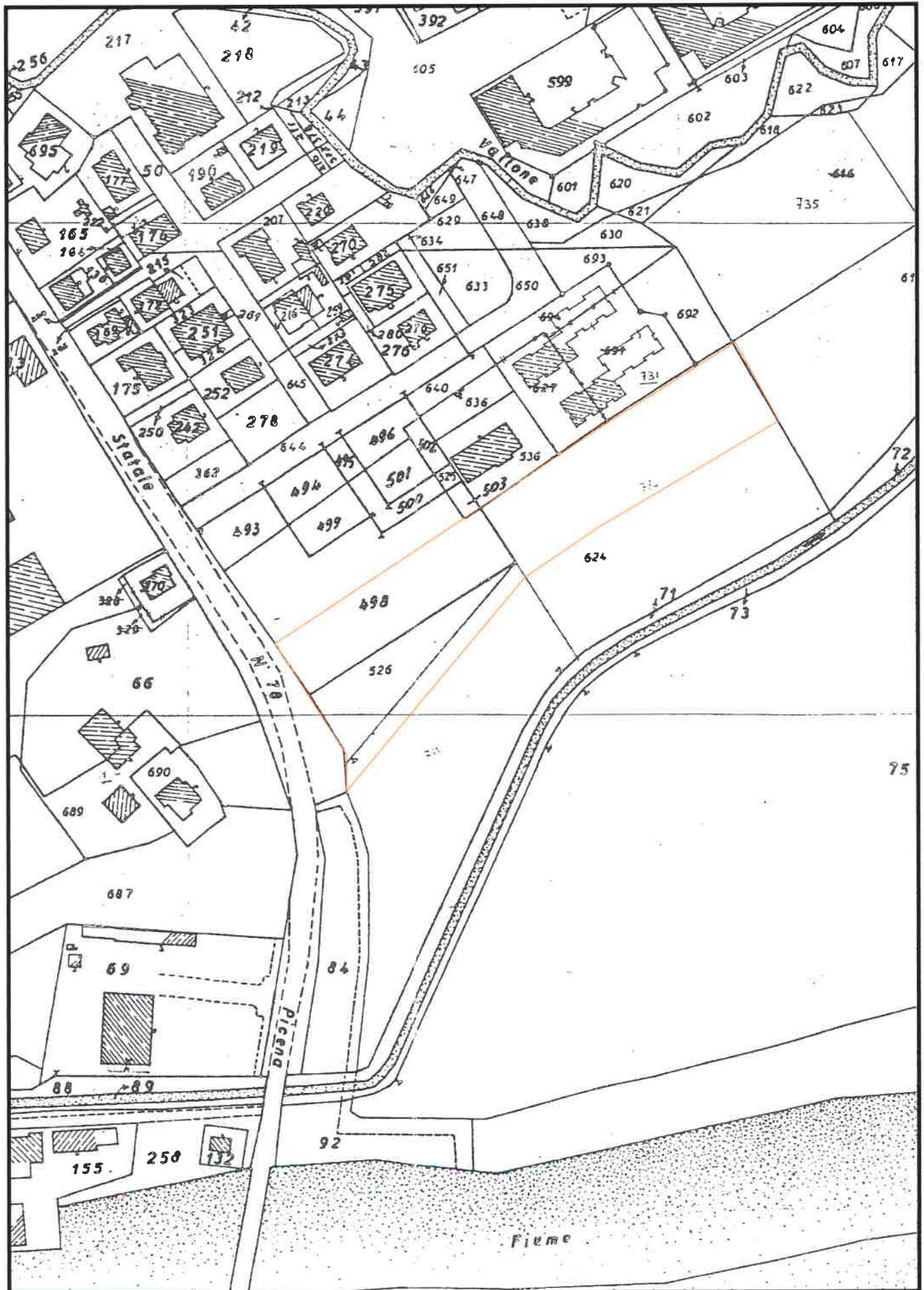


Ubicazione area oggetto di intervento (PL 31)



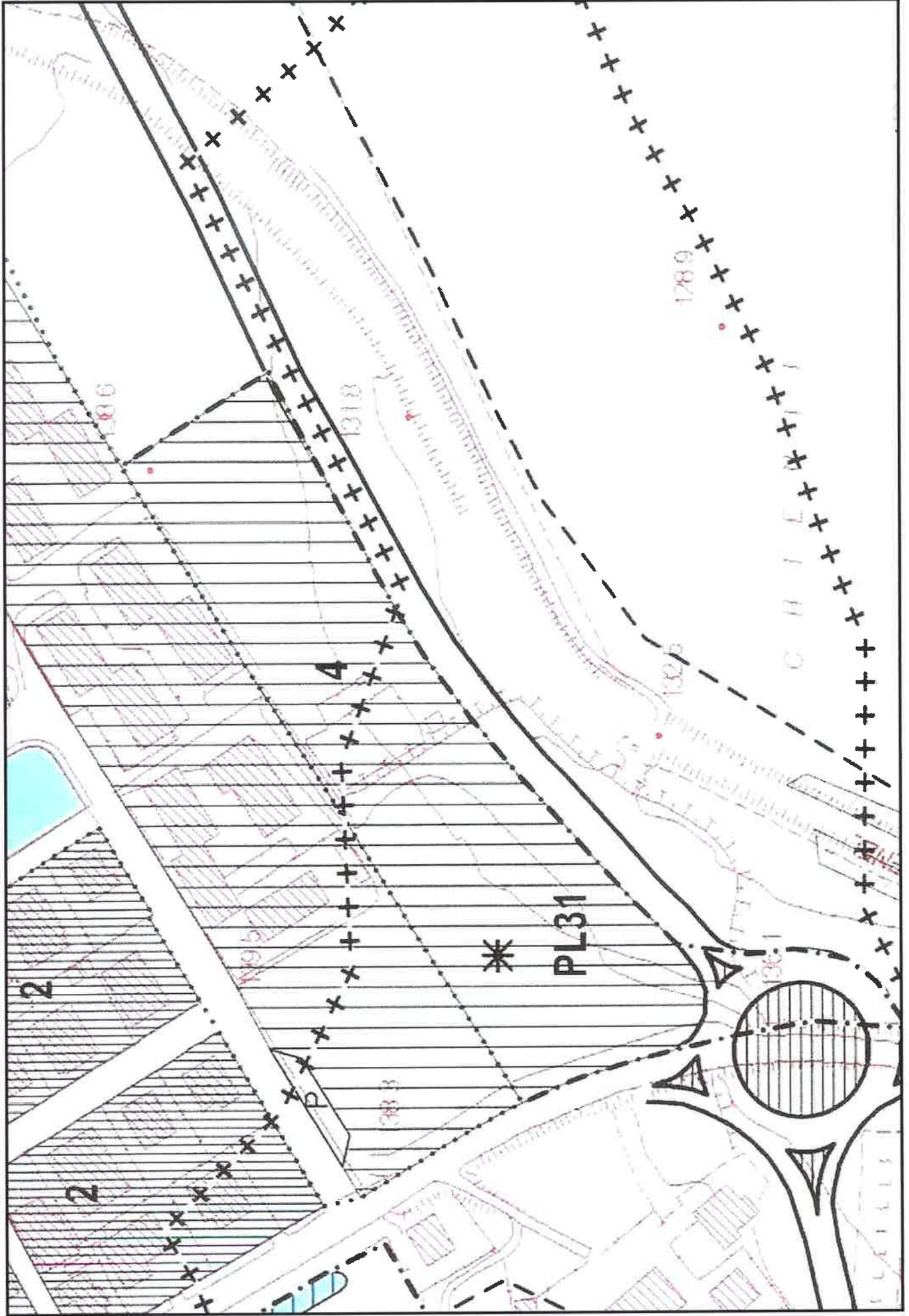
Stralcio CATASTALE – scala 1:2.000

Spett.le Impresa Edile TEOBALDELLI IVAN S.r.l., via Liviabella :piano di lottizzazione "PL 31"



Stralcio P.R.G. - scala 1:2.000

Spett.le Impresa Edile TEOBALDELLI IVAN S.r.l., via Liviabella :piano di lottizzazione "PL 31"



Stralcio Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Spett.le Impresa Edile TEOBALDELLI IVAN S.r.l., via Liviabella :piano di lottizzazione "PL 31"



REGIONE MARCHE
Autorità di Bacino Regionale

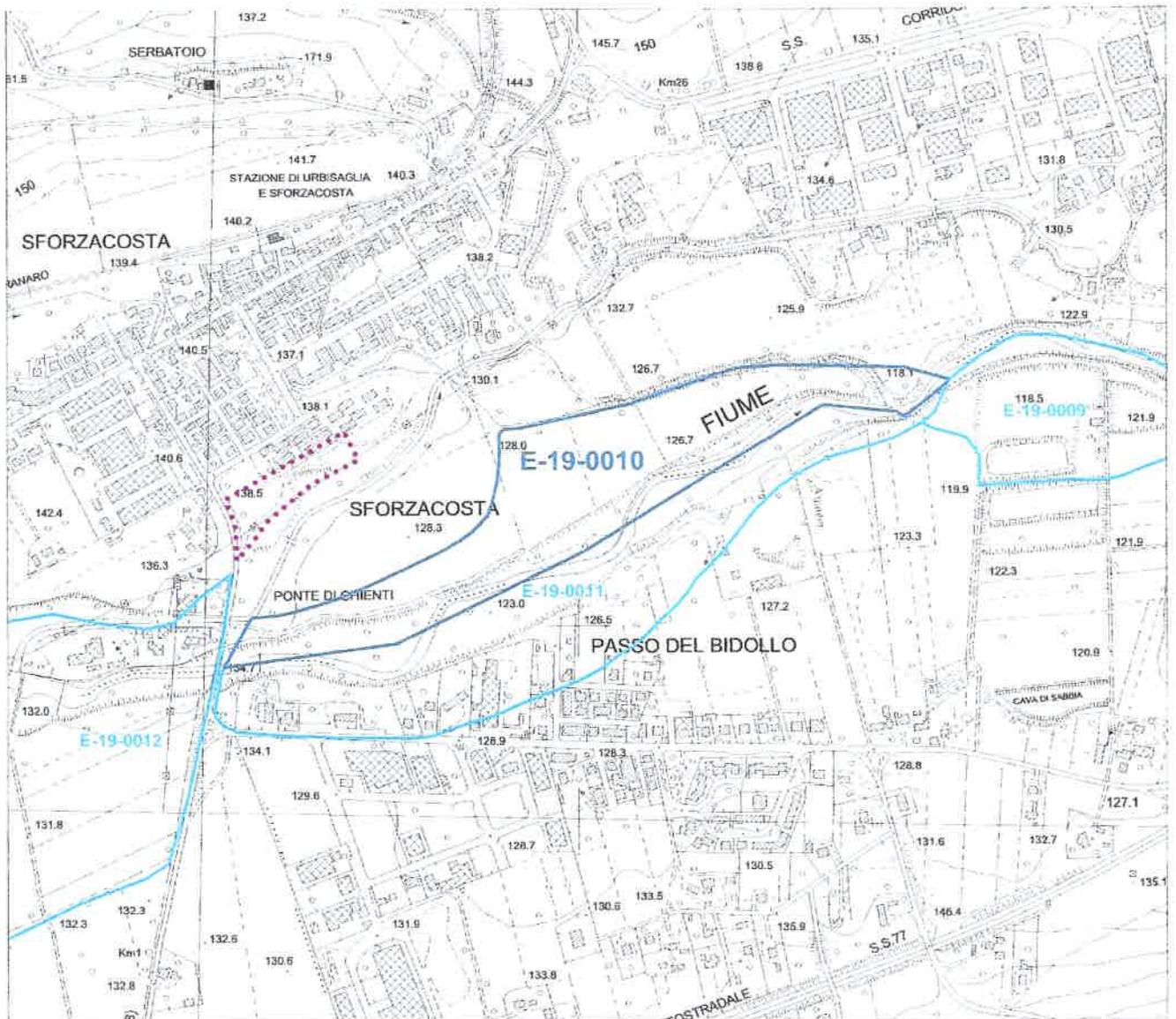
Piano Assetto Idrogeologico (PAI)

Approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n° 116 del 21/01/04

CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Stralcio Tavola RI 52

Modifica di aree a rischio idrogeologico, ai sensi dell'art.19 delle N.A. del PAI:
Comuni di Corridonia, Macerata(MU), Tav. RI 52 - Cod.E-19-0010 scala 1:10.000



Elaborato cartografico di supporto alla consultazione del PAI, predisposto al fine di rendere più leggibili le informazioni riportate nell'allegato A al decreto n. 18/SABN del 07/08/2008 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Regionale.



Codice	Rischio	Bacino	Comune	Prov
E-19-0010	R2	Chienti	Corridonia : Macerata	MC

Carta GEOLITOLOGICA e GEOMORFOLOGICA

- scala 1:2.000 -

Legenda geolitologia:



Unità di Copertura: DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI



Unità di Copertura: DEPOSITI ALLUVIONALI
RECENTI



Unità del Substrato: DEPOSITI ALLUVIONALI
TERRAZZATI DEL III° ORDINE



Legenda geomorfologia:



Scarpate

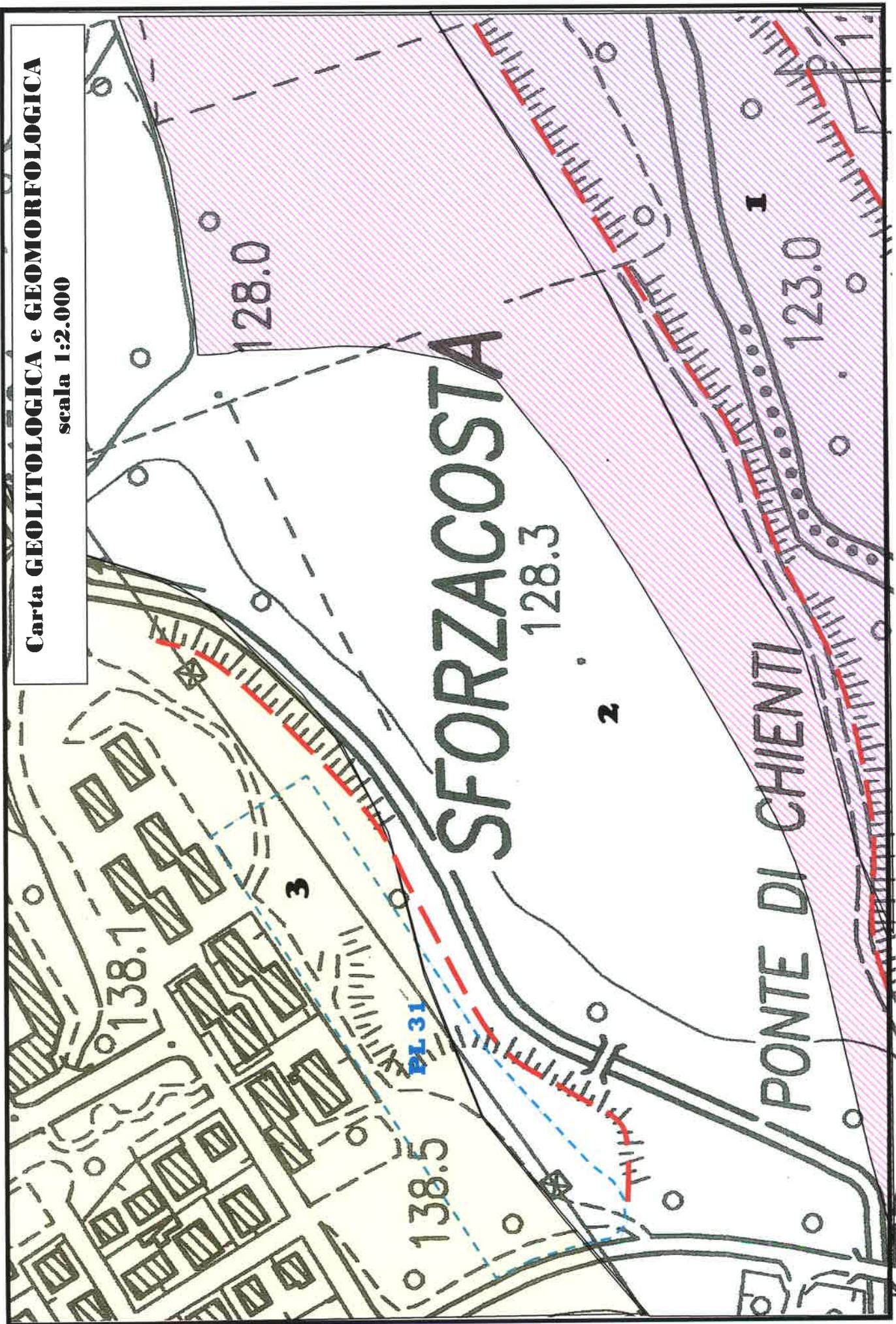


Aree esondabili



Ubicazione area di lottizzazione (PL 31)

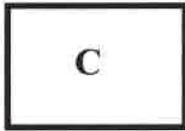
Carta GEOLITOLOGICA e GEOMORFOLOGICA
scala 1:2.000



Carta LITOTECNICA

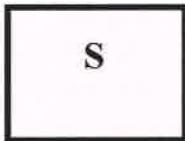
- scala 1:2.000 -

Legenda:



Unità di Copertura :

Terreni sciolti o pseudo-coerenti a granulometria variabile dal limo alla ghiaia; lo spessore è compreso tra i 3 ed i 20 metri.



Unità del Substrato :

Terreni stratificati, con forte anisotropia di comportamento nelle varie direzioni. La taglia granulometrica varia dall'argilla alla sabbia. Piuttosto addensati e compatti, con caratteristiche geomeccaniche da buone ad ottime.



Ubicazione area di lottizzazione (PL 31)

Carta LITOTECNICA - scala 1:2.000



Carta IDROGEOLOGICA

- scala 1:2.000 -

Legenda:

Classi di permeabilità

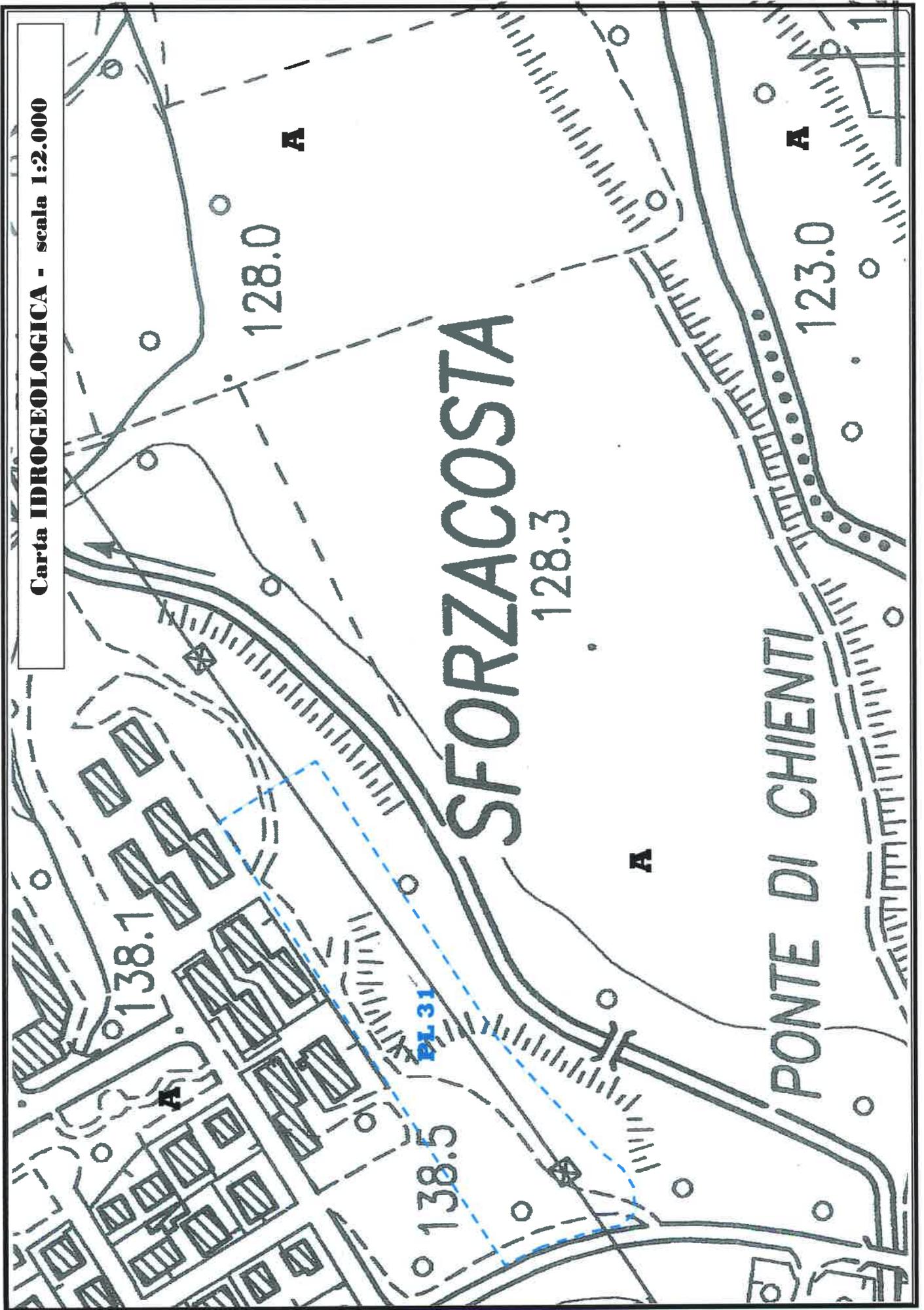


A = alta



Ubicazione area di lottizzazione (PL 31)

Carta IDROGEOLOGICA - scala 1:2.000



Carta delle PERICOLOSITA' GEOLOGICHE E VULNERABILITA' AMBIENTALE

- scala 1:2.000 -

Legenda:



Scarpate (Grado di Pericolosità: ALTO)



Aree di esondazione (R2)
(Grado di Pericolosità: MEDIO-BASSO)
(Sono aree in cui l'edificazione è possibile con
particolari prescrizioni)



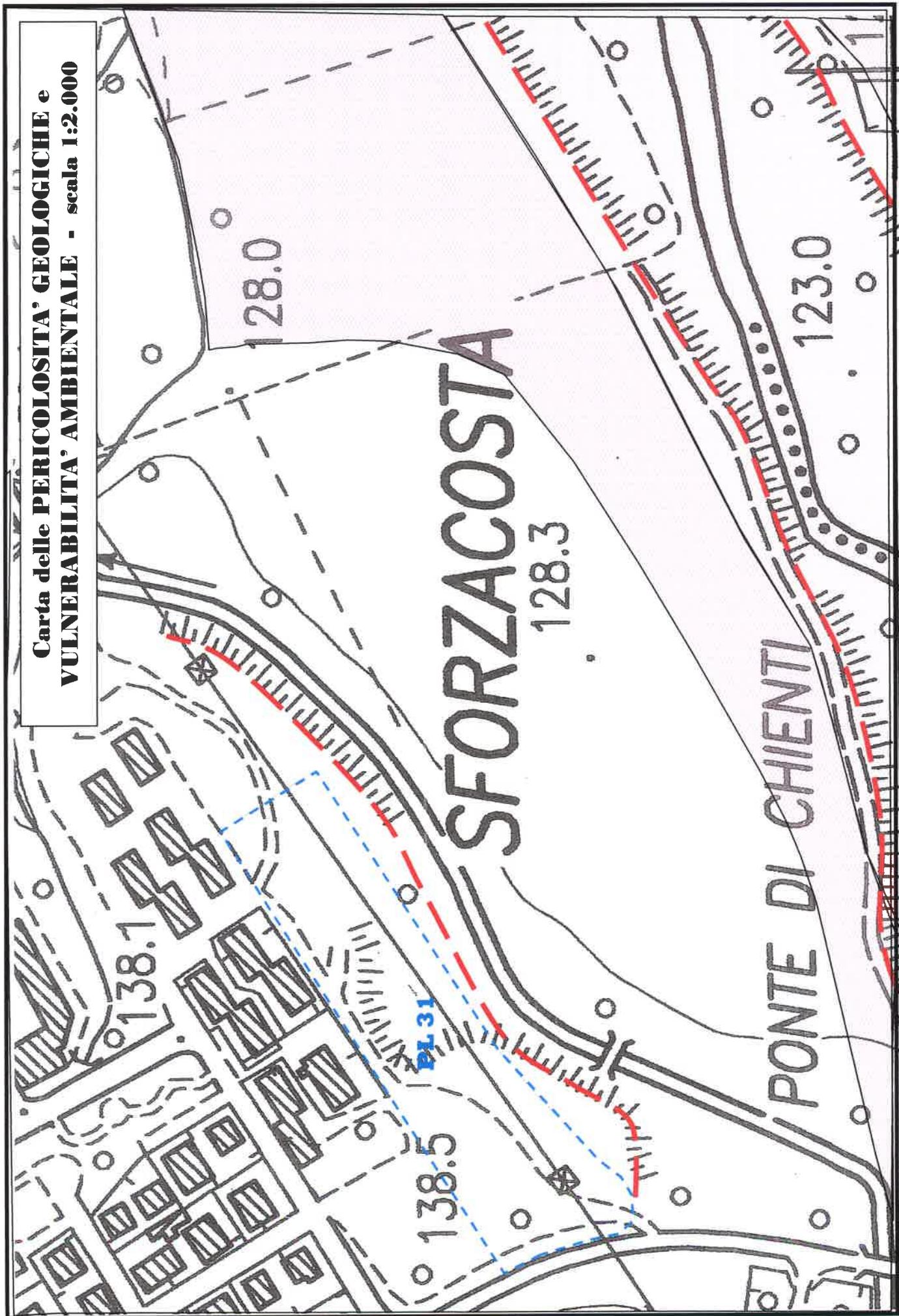
Aree a maggior vulnerabilità della falda di sub-alveo
(Grado di Pericolosità: MEDIO-BASSO)
(Non sono pregiudizievoli per l'edificazione, tuttavia sono
richieste attenzioni alle infiltrazioni superficiali, poiché
può essere inquinata la falda idrica presente nel
sottosuolo)

Nota: laddove non è stato evidenziato alcun fattore di pericolosità, il valore della stessa è da considerarsi come BASSO.



Ubicazione area di lottizzazione (PL 31)

**Carta delle PERICOLOSITA' GEOLOGICHE e
VULNERABILITA' AMBIENTALE - scala 1:2.000**



Carta delle ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

- scala 1:2.000 -

Legenda:



Aree di bordo e di ciglio scarpate

*(Possibili effetti in caso di terremoto:
amplificazione diffusa del moto del suolo a causa dell'effetto frusta;
per le scarpate sono inoltre possibili crolli locali e cedimento del terreno
nella parte di monte)*



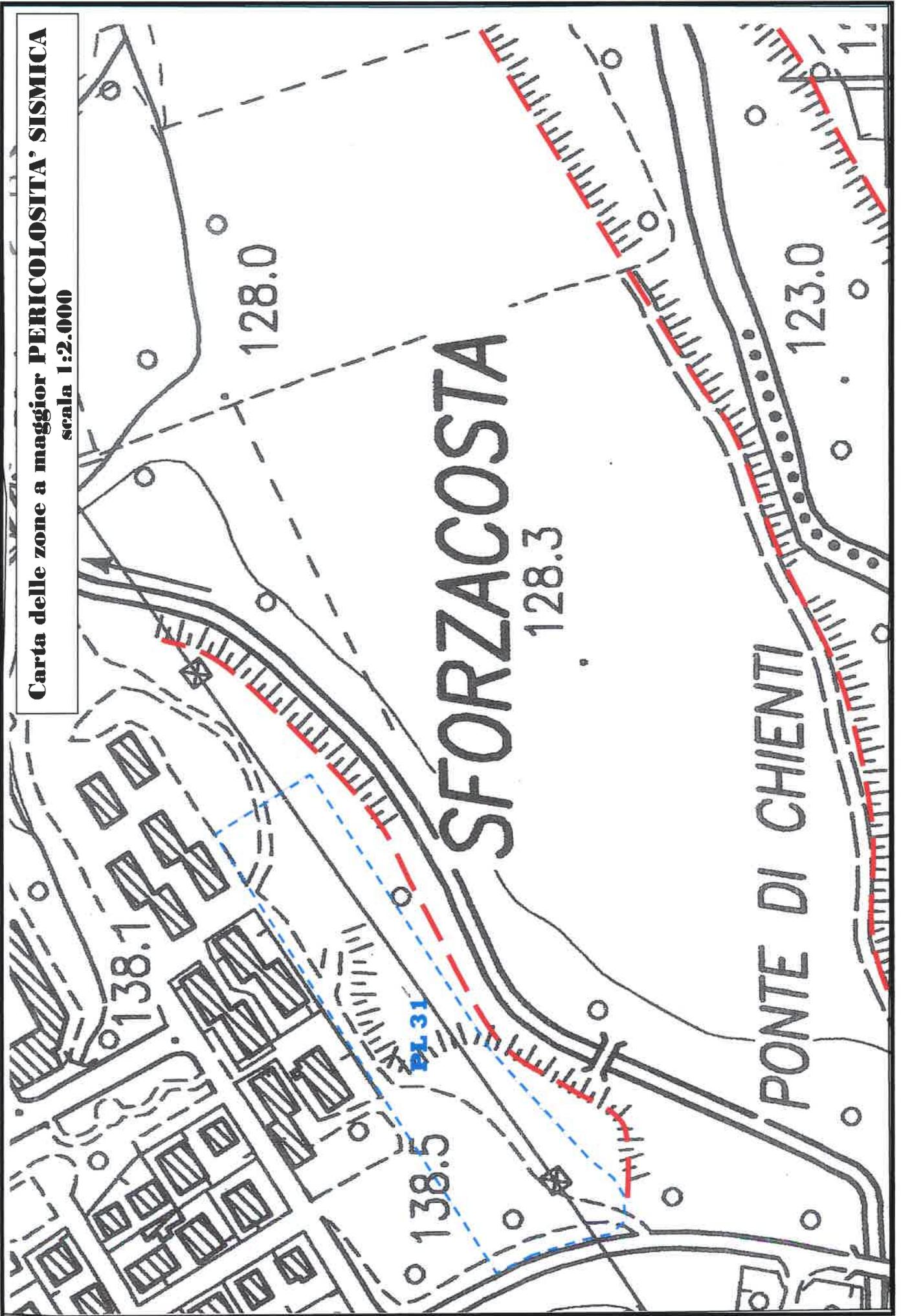
Aree di fondovalle

*(Possibili effetti in caso di terremoto:
Amplificazioni del moto del suolo quando il rapporto tra lo spessore delle
alluvioni e la velocità delle onde "S" raggiunge il valore critico.)*

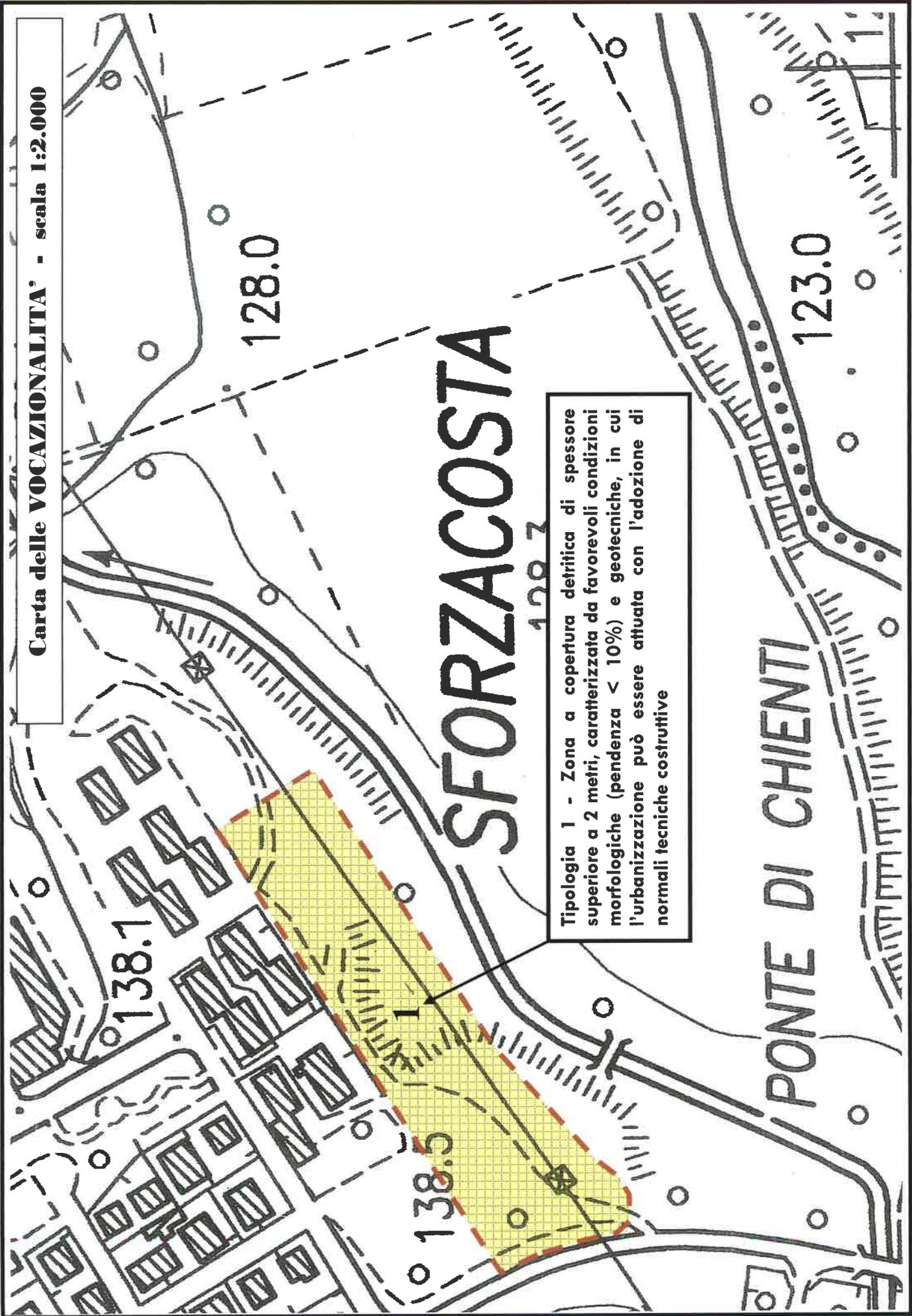


Ubicazione area di lottizzazione (PL 31)

Carta delle zone a maggior PERICOLOSITA' SISMICA
scala 1:2.000



Carta delle **VOCAZIONALITA'** - scala 1:2.000



Tipologia 1 - Zona a copertura detritica di spessore superiore a 2 metri, caratterizzata da favorevoli condizioni morfologiche (pendenza < 10%) e geotecniche, in cui l'urbanizzazione può essere attuata con l'adozione di normali tecniche costruttive



STRATIGRAFIE dei SONDAGGI

dott. LORENA TARINI - geologo
 Borgo Sforzacosta, 301
 62100 MACERATA
 tel/fax 0733.203800

Impresa Edile TEOBALDELLI IVAN S.r.l. - via Natali, 41- Sforzacosta.

Localita': via Liviabella - Sforzacosta - Lottizzazione PL 31 -

SCALA 1:100

Data 26/09/2012

Sondaggio n. 3

Attrezzatura e metodo di perforazione:		sonda a rotazione		LIVELLI ACQUA					
				PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
				Rivest.	Foro	Data	H	Data	H
<input type="checkbox"/>	Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/>	Campione a percussione	<input type="radio"/>	LEFRANC				
<input type="checkbox"/>	Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/>	Campione ind. a pressione	Prova di permeabilita'					
<input type="checkbox"/>	Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/>	Campione ind. rotativo	<input type="radio"/>	LUGEON				

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
	2.00				Riporto: materiale di natura limo-argillo-sabbiosa rimaneggiato a luoghi frammito a pezzane vario.										
		2.00						3.10				2.50			
		3.10			LIMO beige con macule ocracee, friabile; dopo i 4 m circa aumenta il contenuto in umidità naturale, tale da conferire al materiale una lieve plasticità.			5.00				3.00			
		5.10						2.50				4.00			
	2.60				GHIAIA in matrice limo-sabbiosa.										
		7.70													
	1.10				LIMO di colore grigio-verdognolo friabile con strie e macule ocracee mediamente plastico.										
		8.80													
	2.40				ALLUVIONI GHIAIOSE: clasti di ghiaia eterometrici, di natura calcarea e calcarea-marnosa, in matrice limo-sabbiosa umida.										
	1.20														
	0.40	1.60			LIMO grigio plastico.										
	1.40														
		3.00			GHIAIA: clasti medi e medio-piccoli in matrice bagnata; alla profondità di circa 12.50 m si registra la presenza della falda freatica.									12.50	

dott. LORENA TARINI - geologo
 Borgo Sforzacosta, 301
 62100 MACERATA
 tel/fax 0733.203800

Impresa Edile TEOBALDELLI IVAN S.r.l. - via Natali, 41- Sforzacosta.

Località: via Liviabella - Sforzacosta - Lottizzazione PL 31 -

SCALA 1:100

Data 26/09/2012

Sondaggio n. 6

Attrezzatura e metodo di perforazione:

sonda a rotazione

- Campione rimaneggiato
 Campione S.P.T.
 Campione da Vana Test

- Campione a percussione
 Campione ind. a pressione
 Campione ind. rotativo

- LEFRANC
 Prova di permeabilità'
 LUGEON

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondità m	S.P.T.	acqua	carotaggio
		3.20			Riporto: materiale di natura limo-argillo-sabbiosa rimaneggiato a luoghi frammento a pezzame vario e clasti di ghiaia sparsi.			2.80			3.00				
		3.20													
	1.60				LIMO argilloso di colore nocciola scuro, di buona consistenza			3.30			4.00				
	4.80														
	1.50				LIMO beige con chiazze e macule giallognole sabbiose.			2.80			6.00				
	6.30														
	0.70				GHIAIA.										
	7.00														
	1.20				LIMO plastico										
	8.20														
	3.30				GHIAIA in matrice umida. La falda freatica è presente alla profondità di 11.50 m dal p.c.										
	11.50													11.50	



PROSPEZIONI SISMICHE

Geo-Sondaggi

di Gualtieri Carlo e Venanzi Sandro S.n.c.

Indagini geofisiche e
prove penetrometriche
Statiche e Dinamiche

Monte San Giusto (MC) - Via Campiglia 25
Tel.0733/53663 - 3293126576 - 3292955106
Fax 0733/4431173
e-mail: geosondaggi@yahoo.it

Lavoro:

INDAGINE SISMICA MEDIANTE METODOLOGIA REMI-MASW- HV PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE VS30 NEL COMUNE DI MACERATA - SFORZACOSTA (FM)

Geologa: *Lorena Tarini*

Data di consegna: 2 Ottobre 2012



GEO-SONDAGGI
di Gualtieri Carlo e Venanzi Sandro S.n.c.
C.da Campiglia Bassa, 25
62015 Monte San Giusto (MC)
P.IVA 01738660438

Esecuzione ed
Elaborazione: **Dott. Geol. Carlo Gualtieri**
Dott. Geol. Sandro Venanzi

GEOSONDAGGI

TIPO DI INDAGINE:	Indagine sismica MASW per la caratterizzazione delle Vs30. Direttive del D.M. del 14 gennaio 2008. E' stata inoltre ricostruita la sismostratigrafia in Vs dei primi 30 m, le Vp dei primi metri e il valore dei moduli elastici dinamici.
LAVORO:	Costruzione edifici
SU INCARICO:	della Geologa Lorena Tarini
COMMITTENTE:	Impresa Selene
LOCALITA':	Lotto compreso tra la strada statale 78 e Via Lino Liviabella – Sforzacosta di Macerata (MC)



DATI TECNICI MASW-REMI stesa1 e 2 RAYLEGH	
STRUMENTAZIONE:	SISMOGRAFO PASI 16S a 24 canali ad accumulabilità di impulsi. La registrazione dei sismogrammi avviene in forma digitale.
GEOFONI:	A componente verticale con frequenza 4.5 Hz.
LUNGHEZZA STENDIMENTO:	Stendimento rettilineo MASW da 46.0 metri diretto lungo la stessa quota.
SPAZIATURA INTERGEOFONICA:	2.0 metri.
TIPO DI ENERGIZZAZIONE:	Massa battente da 10 Kg per la modalità masw.
MODALITA' DI ENERGIZZAZIONE:	1 colpo a 1.0 e 2.0 m sia dal geofono 1 che dal geofono 24. 3 acquisizioni da 65.0 sec in modalità microtremori.
INIZIO REGISTRAZIONE:	Il segnale di inizio registrazione, viene inviato allo strumento nel momento dell'energizzazione da un sensore (trigger) posto sulla massa battente.

SISMOSTRATIGRAFIA

	Vs e Vp	Profondità	Moduli elastici	Descrizione stratigrafica
Sismostrato1	S: 160 - 180 m/s Vp misurata 350 - 400 m/s	Da 0 a -1.5/-1.7 metri circa		Suolo-Riporto
Sismostrato2	S: 250 - 270 m/s Vp misurata 400 - 600 m/s	Da -1.5/-1.7 a -3.0/-3.3 metri circa	Parametri stimati Vp/Vs =1.5 - 2.0 E = 3000 -4000Kg/cm ² G = 1000 - 1500Kg/cm ² σ = 0.30 - 0.32 K = 3000-3500Kg/cm ² Ed medio = 4800-5200Kg/cm ²	Deposito alluvionale costituito da limi, sabbie e ghiaie
Sismostrato3	S: 330 - 380 m/s Vp misurata 1000 - 1400 m/s	Da -3.0/-3.3 a -9.0/-9.5 metri circa	Parametri stimati Vp/Vs =2.8 - 4.0 E = 7000 -7400Kg/cm ² G = 2200 - 2500Kg/cm ² σ = 0.43 - 0.46 K = 24000-27000Kg/cm ² Ed medio = 28000-30000Kg/cm ²	Deposito alluvionale costituito da ghiaie e sabbie
Sismostrato4	S: 440 - 460 m/s Vp stimata 1200 - 1400 m/s	Da -9.0/-9.5 a -22.0/-24.0 metri circa	Parametri stimati Vp/Vs =2.5 - 3.0 E = 10000 -13000Kg/cm ² G = 3800 - 4300Kg/cm ² σ = 0.42 - 0.44 K = 26000-30000Kg/cm ² Ed medio = 32000-36200Kg/cm ²	Deposito alluvionale costituito ghiaie e sabbie
Sismostrato5	S: 340 - 360 m/s Vp stimata 1200 - 1400 m/s	Da -22.0/-24.0 a -37.0/-39.0 metri circa	Parametri stimati Vp/Vs =3.5 - 4.0 E = 7000 -8000Kg/cm ² G = 2200 - 2600Kg/cm ² σ = 0.45 - 0.47 K = 28000-33000Kg/cm ² Ed medio = 32000-36000Kg/cm ²	Inizio formazione argillosa

Parametri elastici dinamici: **E:** Modulo di Young, **G:** modulo di taglio, **K:** Modulo di incompressibilità, **Vp/Vs:** rapporto velocità onde S/onde P, **σ:** modulo di poisson, **Ed:** Modulo edometrico medio a piccole deformazioni. Per il calcolo dei parametri elastici dinamici sono stati utilizzati valori indicativi di peso di volume compresi tra 1980 e 1990 Kg/m³.

CONSIDERAZIONI

Le velocità delle onde P sono state calcolate per mezzo dei primi arrivi delle onde rifratte.

Dall'analisi delle onde di Rayleigh scaturite dalla sismica attiva (MASW) e passiva (REMI) sono state ricavate due colonne sismostratigrafiche delle onde S e P. Dall'analisi delle HV sono state trovate inoltre le frequenze di risonanza del sito.

L'elaborazione MASW e REMI sono state sviluppate tenendo in considerazione la geologia locale e le informazioni acquisite in prossimità del sito, allo scopo di avere più dati possibili al fine di diminuire le variabili in gioco e ridurre al massimo l'errore nell'elaborazione. A queste indagini è stata affiancata una misura HV, tale misurazione ha permesso di stimare la profondità oltre i 30 m e di individuare eventuali picchi di risonanza.

La distinzione delle varie unità sismostratigrafiche, la valutazione della litologia con le Vs e Vp, è relativa alle informazioni acquisite.

I parametri elastici calcolati sono da prendere come riferimento nelle porzioni di terreno in prossimità delle colonne masw.

CALCOLO Vs30

In riferimento al Testo Unico-Norme Tecniche per le costruzioni secondo le Direttive del D.M. del 14 gennaio 2008, sono stati ricavati dei coefficienti medi di **Vs30** entro 30 metri di profondità dati da:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{(i,n)} \frac{h_i}{v_i}}$$

Dove h_i e v_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Tale parametro è necessario per la definizione delle CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE.

Per la **MASW**, si ricava un coefficiente **Vs30 da piano campagna di 355-365 m/s**.

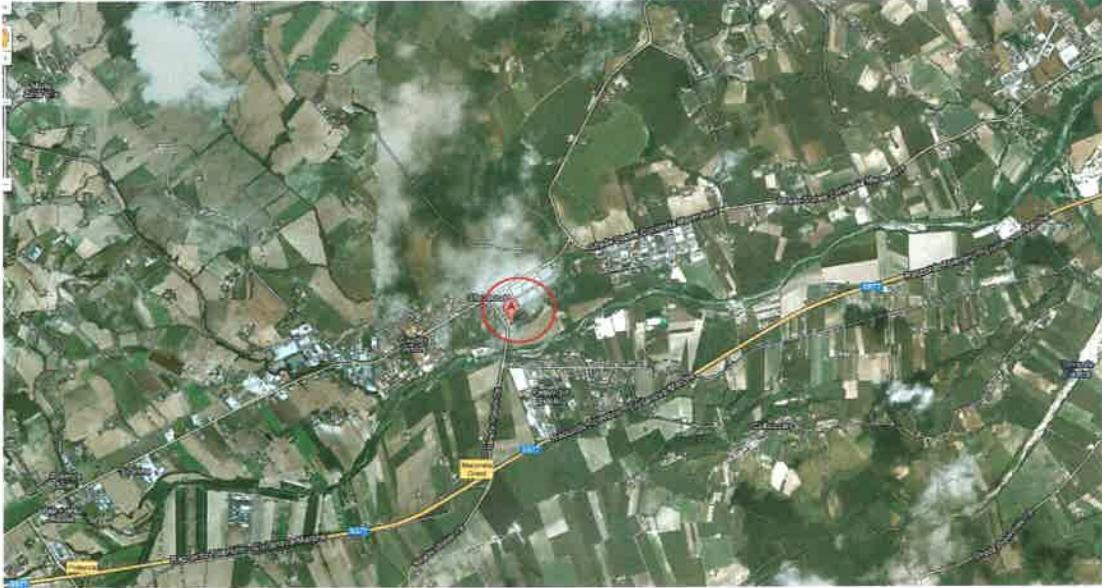
Monte San Giusto, 2 Ottobre 2012

Elaborazione: **Dott. Carlo Gualtieri**
Dott. Geol. Sandro Venanzi
Responsabile: **Dott. Geol. Edoardo Gualtieri**

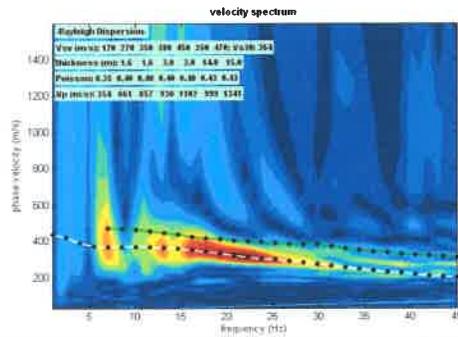
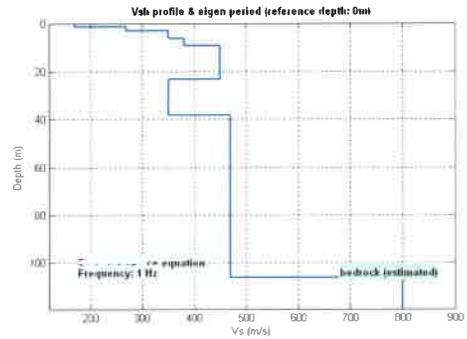
GEO-SONDAGGI
di Gualtieri Carlo e Venanzi Sandro S.n.c.
C.da Campiglia Bassa, 25
62015 Monte San Giusto (MC)
P.IVA 01738660438



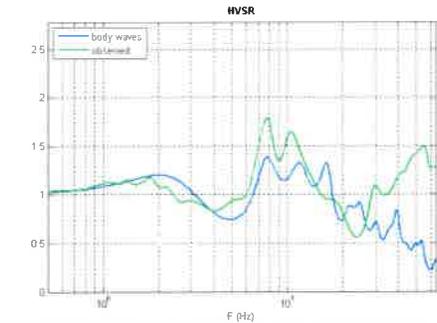
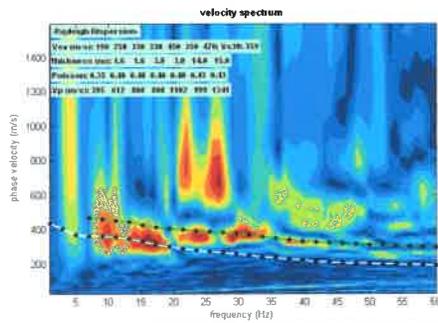
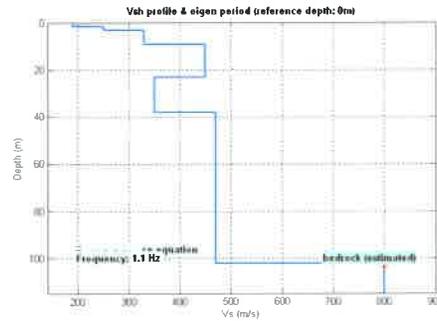
UBICAZIONE DELL'INDAGINE



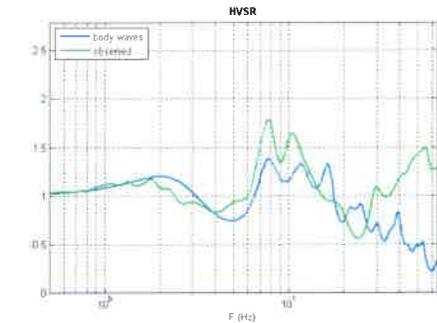
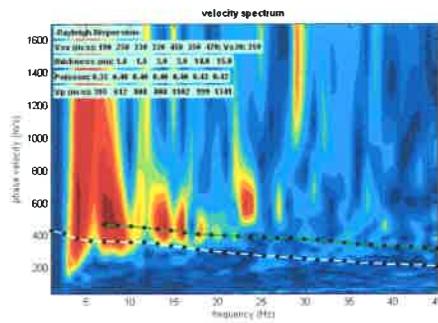
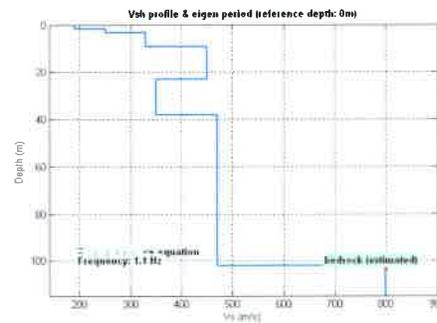
ELABORATI MASW stesa1 (confronto con HV)



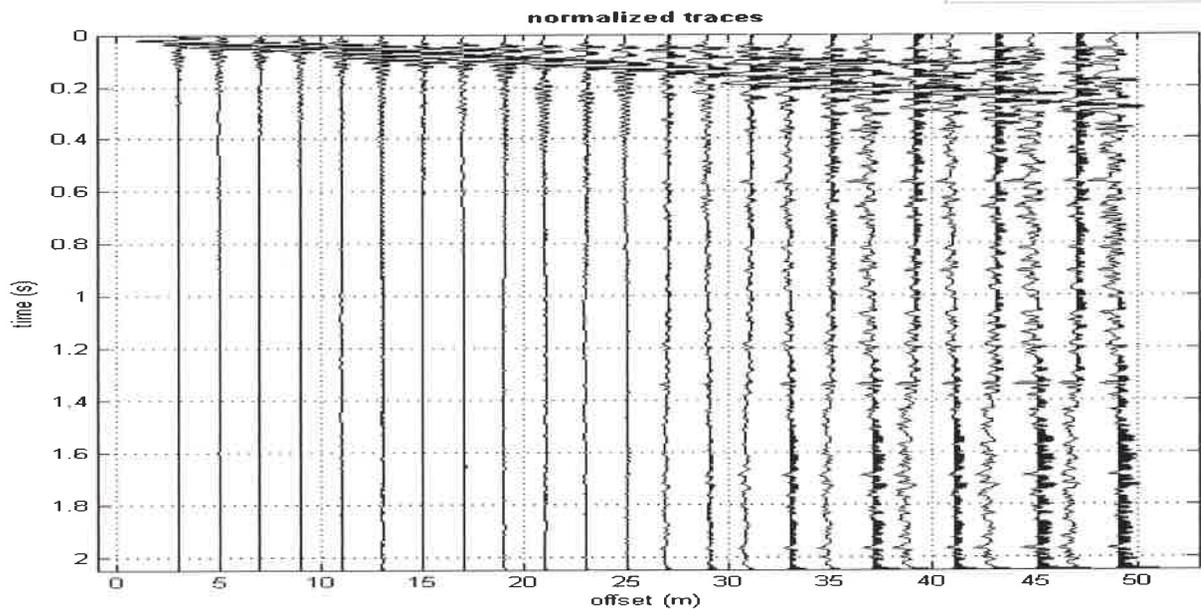
ELABORATI MASW stesa2 (confronto con HV)



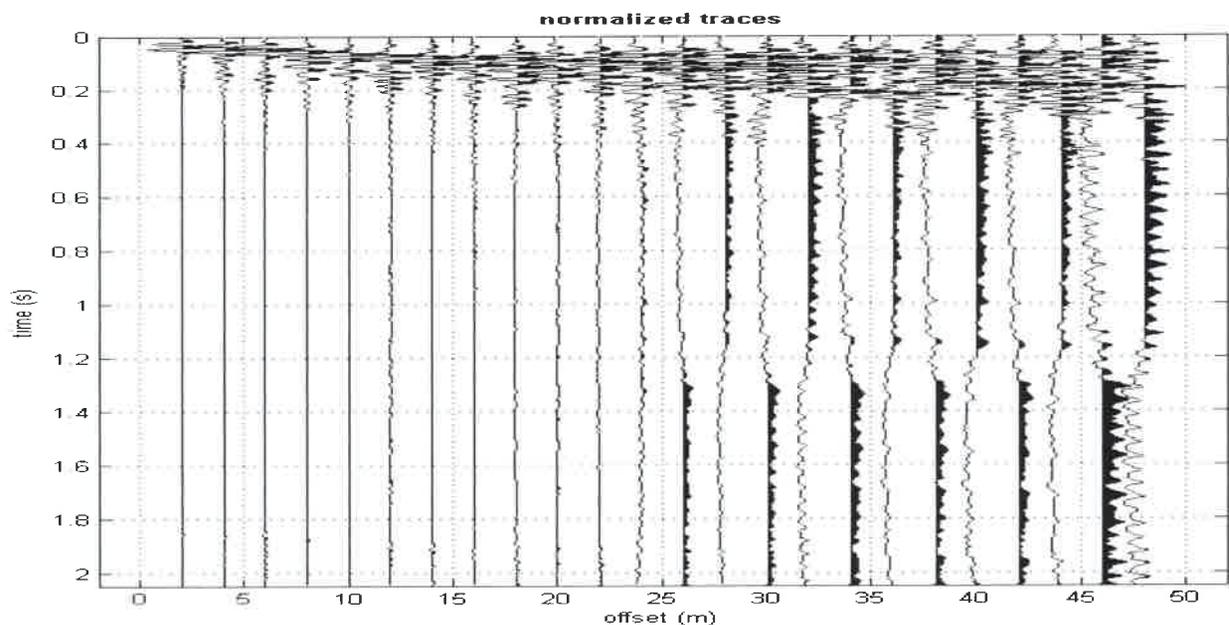
ELABORATI REMI stesa2 (confronto con HV)



SISMOGRAMMI MASW stesa 1

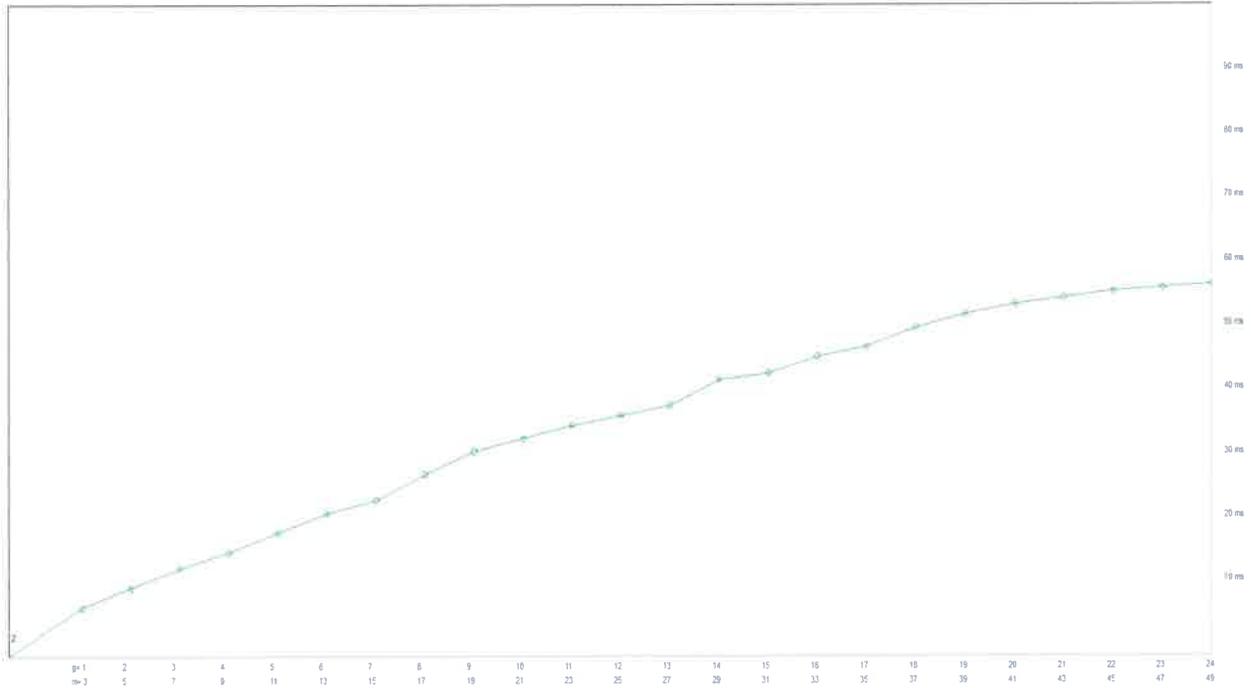


SISMOGRAMMI MASW stesa 2

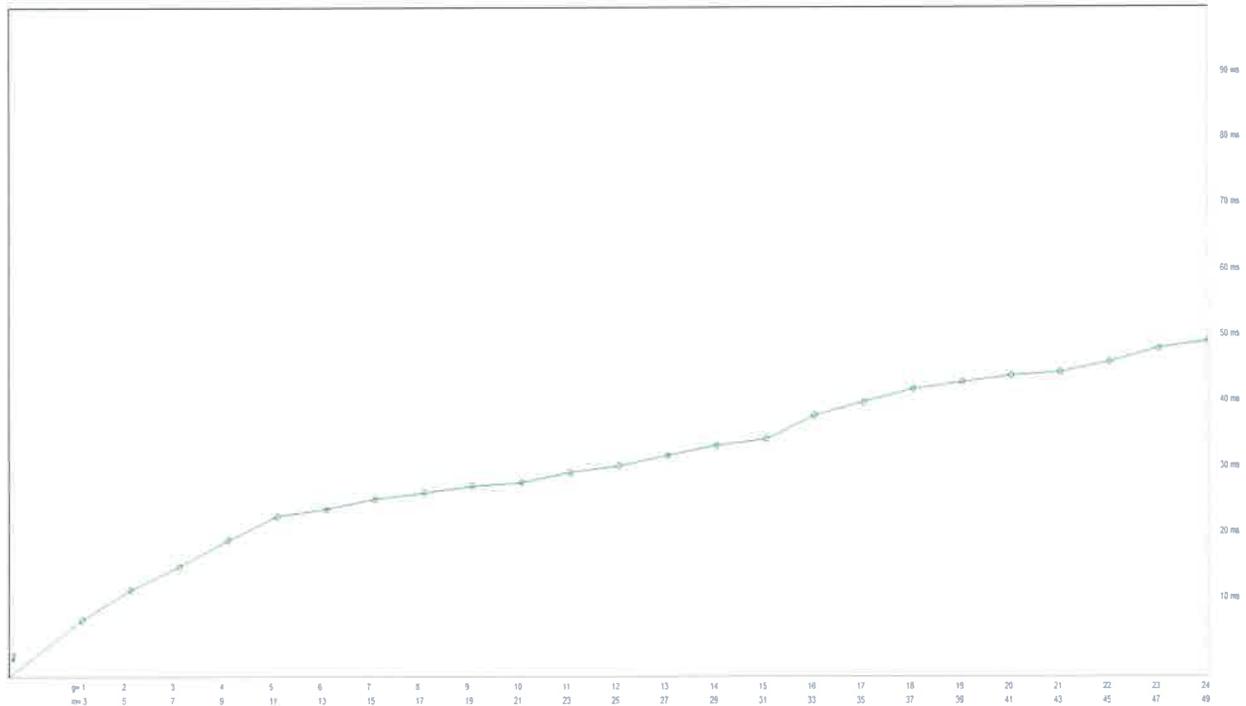


Numero di sensori utilizzati: 24
Durata di registrazione: 2048 ms
Passo di campionamento: 250 μ s

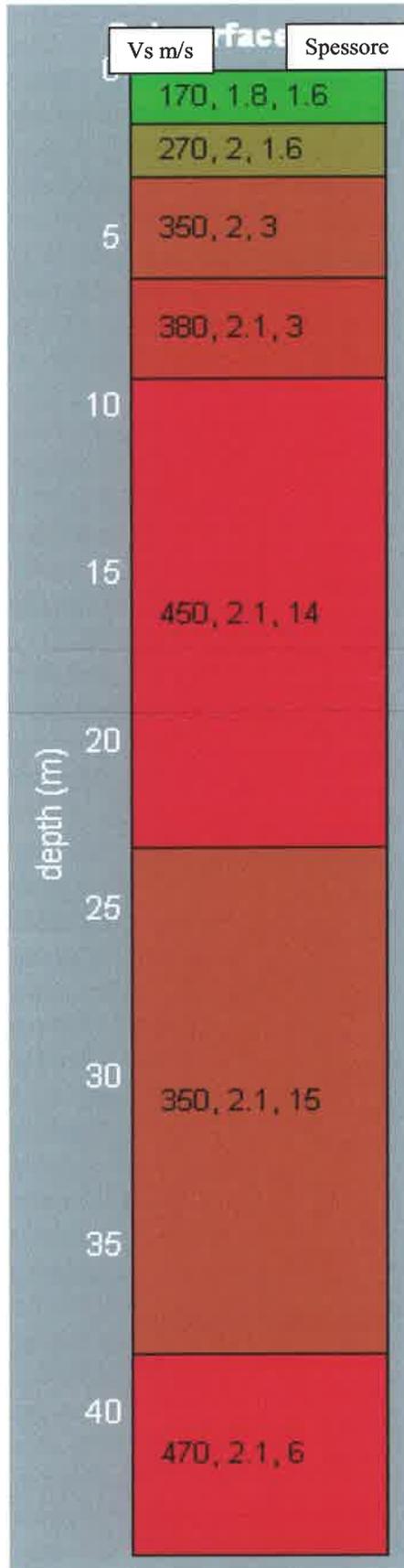
DROMOCRONE stesa 1



DROMOCRONE stesa 2



COLONNA SISMOSTRATIGRAFICA stesa 1



Vp (misurata) 500 - 600 m/s

Vp (misurata) 1000 - 1200 m/s

INDAGINE HV

Geologia note: Coltre alluvionale (alternanza limo e ghiaia) su substrato in prevalenza argilloso

Strumento: PASI IGS con geofono triassiale da 2 Hz

Inizio registrazione: 00:00:00 Fine registrazione: 00:31:67

Canali: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale

Posizione Gps: /

Durata registrazione: 00h 31' 67" Analisi effettuata sull'intera traccia.

Frequenza di campionamento: 2000 Hz

Ricampionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Proportional smoothing

CENNI TEORICI

Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (Okada, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze. Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh. Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916).

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- Spettri di Fourier
- Rapporti spettrali
- Rapporti spettrali H/V

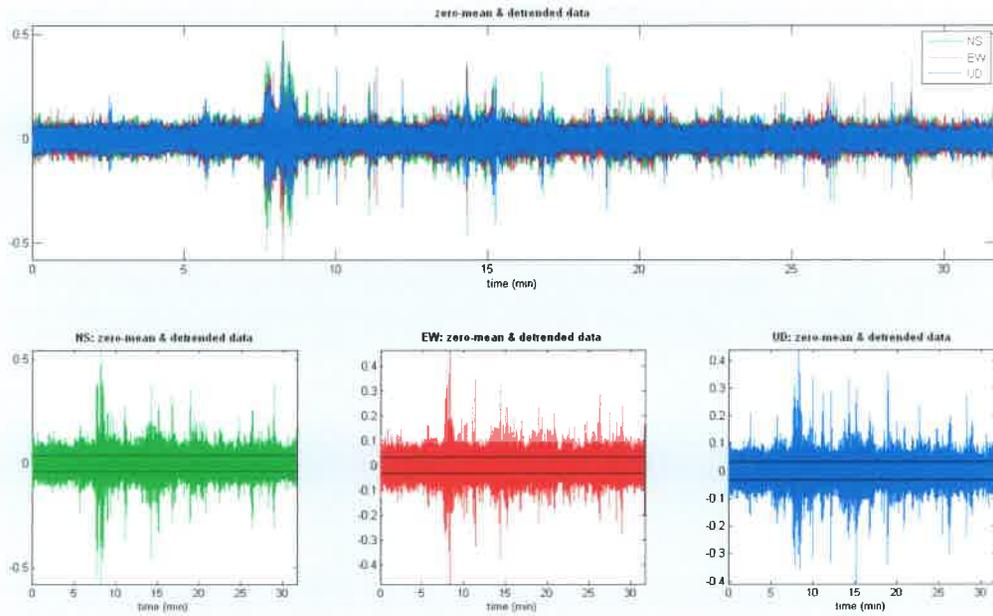
Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura .

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti. Il

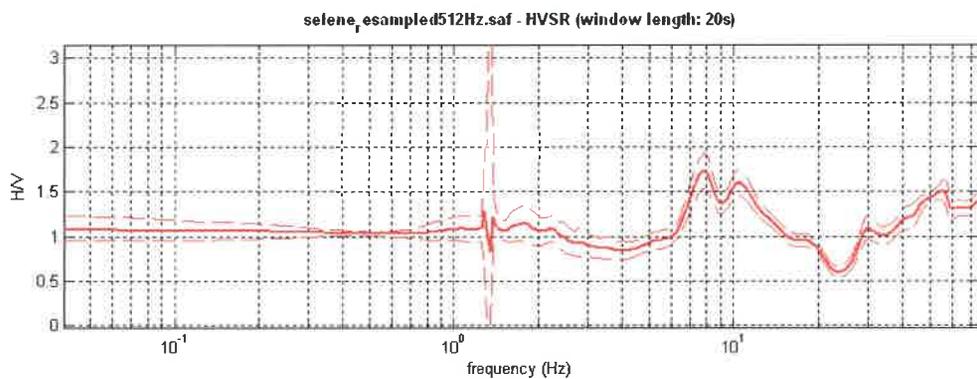
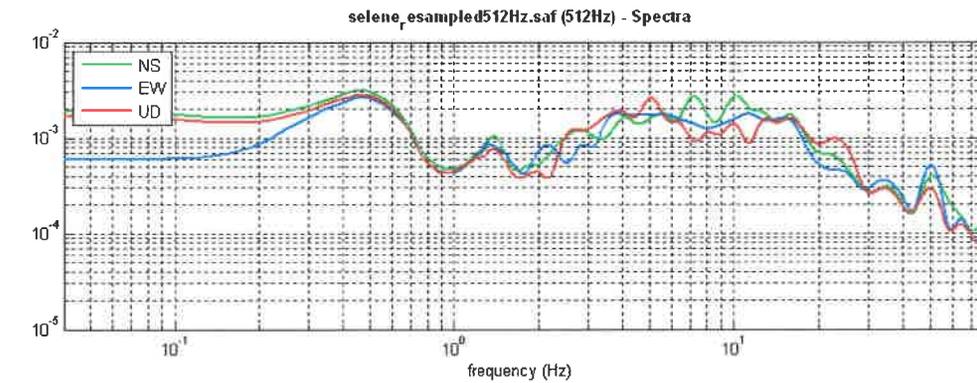
metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremiti siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio. Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico / ingegneristico per derivare i seguenti parametri :

- la frequenza fondamentale di risonanza F_0 dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità V_s e V_p e della densità e quindi delle velocità V_{s30} nei primi 30 m dal piano campagna , attraverso opportuni metodi di inversione

SISMOGRAMMI



RAPPORTO SPETTRALE H/V E SPETTRO PER OGNI SINGOLA COMPONENTE



- Curva H/V
- - - Deviazione standard H/V

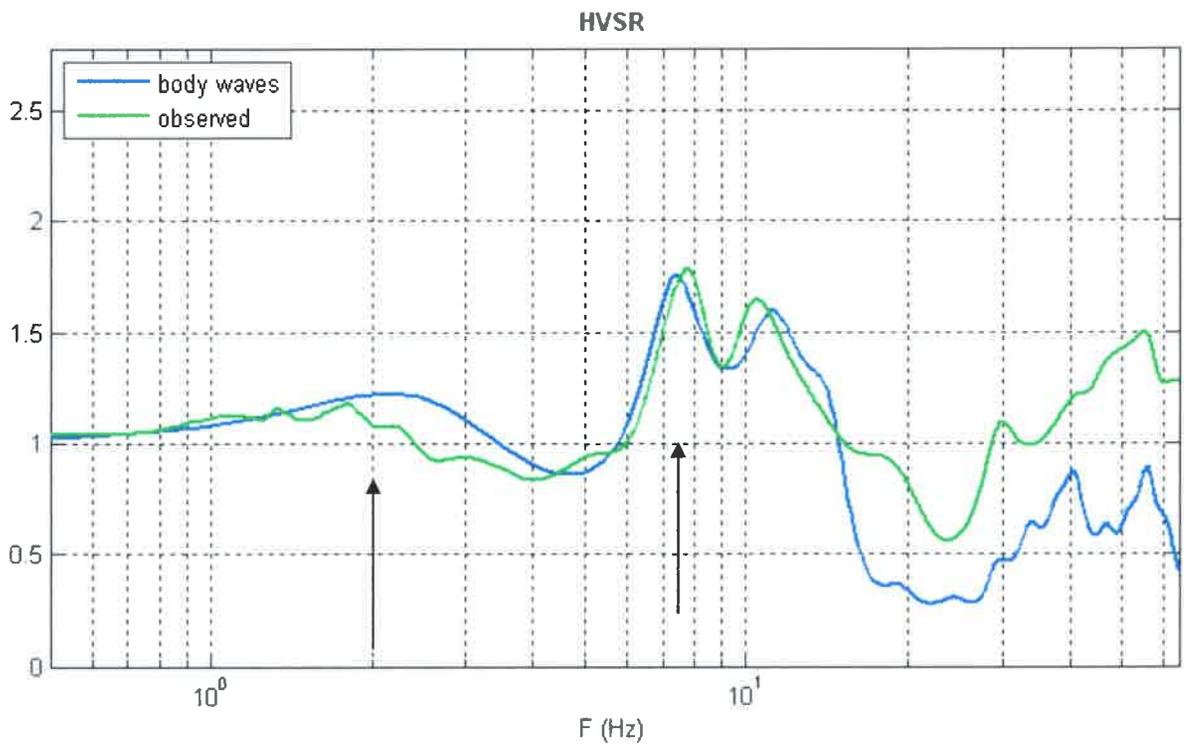
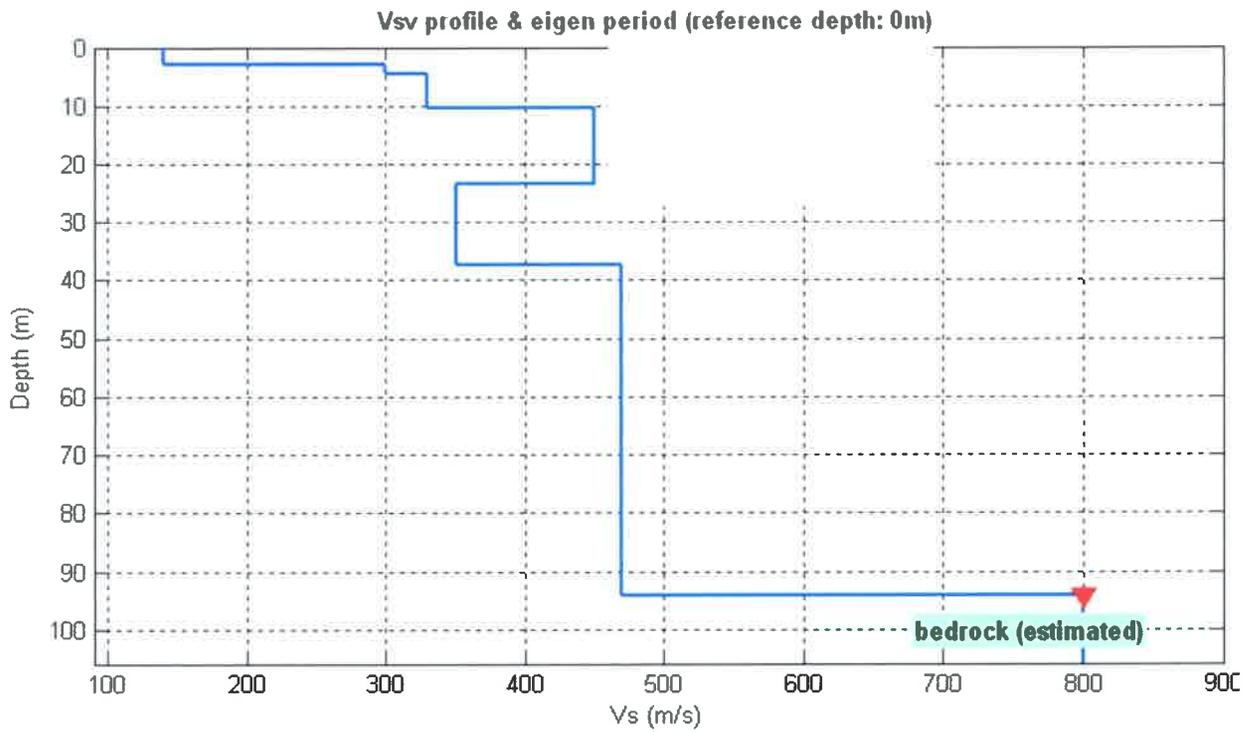
CRITERI PER PICCHI CHIARI E RILEVABILI

<p>Criteria for a reliable H/V curve</p> <p>i) $f_0 > 10 / l_w$ and</p> <p>ii) $n_c(f_0) > 200$ and</p> <p>iii) $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ OR $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • l_w = window length • n_w = number of windows selected for the average H/V curve • $n_c = l_w \cdot n_w$ = number of significant cycles • f = current frequency • f_{sensor} = sensor cut-off frequency • f_0 = H/V peak frequency • σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$) • $\epsilon(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_f < \epsilon(f_0)$ • A_0 = H/V peak amplitude at frequency f_0 • $A_{H/V}(f)$ = H/V curve amplitude at frequency f • f^- = frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ • f^+ = frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ • $\sigma_A(f)$ = "standard deviation" of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided • $\sigma_{\log H/V}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{H/V}(f)$ curve. $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve • $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ • $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits • $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer • h = depth to bedrock • h_{\min} = lower-bound estimate of h 				
<p>Criteria for a clear H/V peak (at least 5 out of 6 criteria fulfilled)</p> <p>i) $\exists f \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$</p> <p>ii) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$</p> <p>iii) $A_0 > 2$</p> <p>iv) $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$</p> <p>v) $\sigma_f < \epsilon(f_0)$</p> <p>vi) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$</p>					
Threshold Values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.20 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Criteria per una rilevabile curva H/V: i punti i) ii) iii) devono essere tutti soddisfatti

Criteria per un picco chiaro: 5 punti su 6 dovrebbero essere soddisfatti

CONFRONTO CURVA H/V OSSERVATA CON QUELLA TEORICA E STIMA PROFILO VS



CONSIDERAZIONI

Dal grafico H/V sono rilevabili due picchi, tra 1.8 e 2.2 Hz, tra 7 e 8 Hz.

L'indagine è stata effettuata tenendo in considerazione la geologia locale e le informazioni acquisite anche per mezzo dei sondaggi, prove penetrometriche e le indagini REMI - MASW..

L'indagine ha permesso di fare una stima delle Vs oltre i 30 m ma essa va confermata con indagini sismiche mirate per questo tipo di misura (sismica a riflessione).

f_0 : 1.8 - 2.2 Hz

f_1 : 7.0 - 8.0 Hz

Geo-Sondaggi S.n.c. Di Gualtieri Carlo e Venanzi Sandro - C.da Campiglia Bassa, 25 Monte San Giusto

SCHEDA DI CAMPAGNA

(Secondo le linee guida del SESAME European research project) European Commission - Research General Directorate December 2004

DATI GEOGRAFICI N 43° 15.222' E 13° 25.038'
 DATA 24/09/2012 OPERATORE CARLO GUALTIERI
 ORA 11:02 LOCALITA' FORZACOSTA (MC) 5578/SR78
 MISURAZIONE GPS 43° 15.222' E 13° 25.038'
 LATITUDINE LONGITUDINE QUOTA

CARATTERISTICHE STRUMENTO DI ACQUISIZIONE

TIPO DI STRUMENTO Sismografo PASI 16S ad accumulabilità di impulsi
 TIPO DI SENSORE Sensore triassiale da 2Hz
 FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO 500 Hz GUADAGNO 1000 G
 DURATA DI CAMPIONAMENTO 65 sec.

CONDIZIONI AMBIENTALI

VENTO ASSENTE DEBOLE MEDIA FORTE
 PIOGGIA ASSENTE DEBOLE MEDIA FORTE
 T °C (Approssimativa) 25°C - NOTE

CARATTERISTICHE E CONDIZIONI DEL TERRENO

TERRENO DI APPOGGIO TERRA SOFFICE NATURALE GHIAIA SABBIA ERBA ALTA BASSA
 DURA
 ARTIFICIALE
 ASFALTO CEMENTO PAVIMENTO ALTRO MASSICCATA DI GHIAIA
 TERRENO ASCIUTTO BAGNATO NOTE

MATERIALI ESTERNI UTILIZZATI PER IL LIVELLAMENTO DEL SENSORE

NESSUNO SI TIPOLOGIA

PRESENZA E DENSITA' DI EDIFICI NELL'AREA DI CAMPIONAMENTO

NESSUNO SPARSI ALTA DENSITA'

DISTURBI STRADA A CIRCA 100M

TRANSITI DURANTE IL CAMPIONAMENTO

	NESSUNO	SCARSI	MODERATI	FREQUENTI	ABBONDANTI	DISTANZA
AUTO				X		
CAMION			X			
PEDONI	X					
ALTRO						

DISTURBI MONOCROMATICI BETONIERA DISTANZA 80m circa
 STRUTTURE VICINE (edifici, alberi etc.) DISTANZA EDIFICI 50m
 OSSERVAZIONI ALBERI 150-200m

RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'esempio sotto è a titolo indicativo a causa delle stime effettuate in assenza di indagini di laboratorio appropriate. E' stata stimata inoltre la stratigrafia oltre i 30 m, con le relative Vs, basandosi sulle informazioni geologiche disponibili e in base alla interpretazione HV. Per fare tale calcolo si premette che sono state fatte le seguenti supposizioni;

- 1) Stima del gamma in base a valori di bibliografia.
- 2) Curve Shear - Damping da bibliografia.
- 3) Stima della stratigrafia oltre i 30 m. Si è supposto che presumibilmente oltre i 35 m ci sia un aumento delle Vs delle argille.
- 4) Bedrock sismico (visto che non si dispone di informazioni relative alla vera profondità del substrato a 800 m/s) è considerato deformabile e situato a circa 38 m di profondità.

Il modello geologico ipotizzato è illustrato sotto.

Gli ultimi due grafici rappresentano il rapporto di amplificazione e gli spettri calcolati paragonati con quelli delle varie categorie.

Il modello geologico ipotizzato è illustrato sotto e si è preso come esempio dei 7 utilizzati, il terremoto 0242.

Dallo spettro medio risulta che la categoria C è cautelativa.

Condizioni di ricerca dei vari terremoti di input utilizzati:

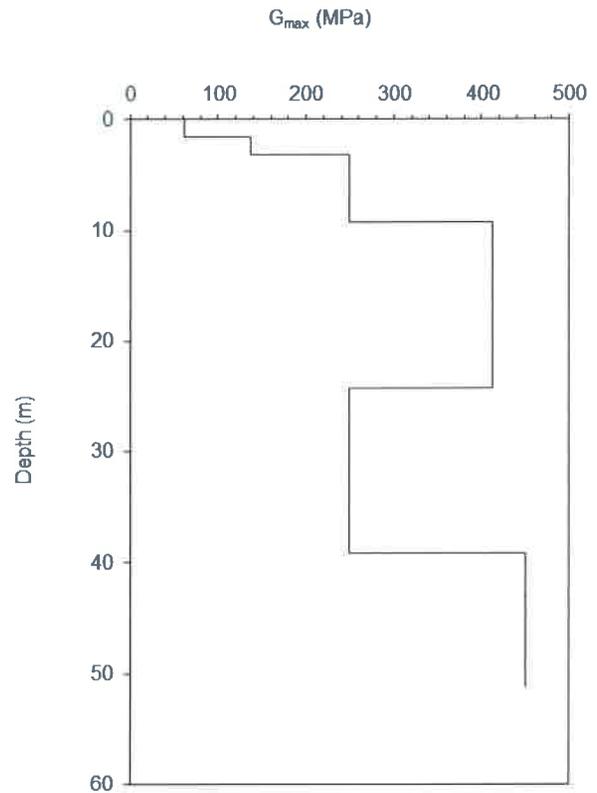
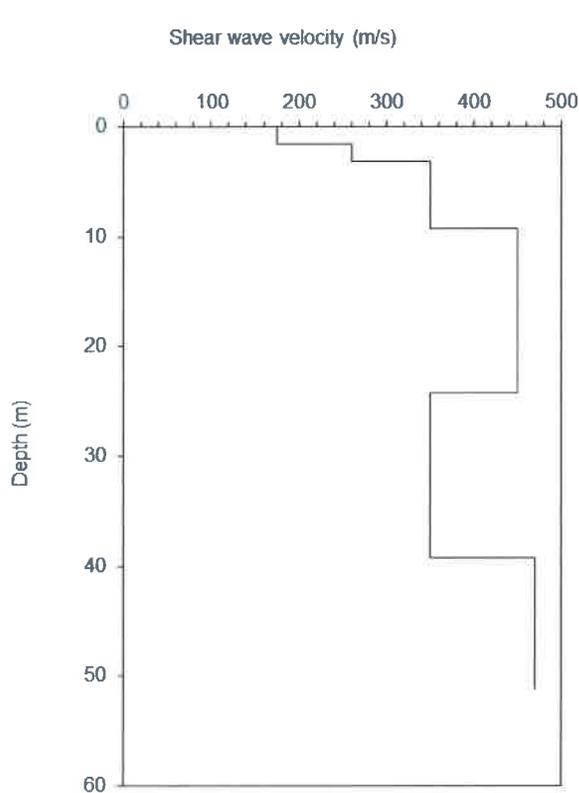
Mmin:
4.5
Mmax:
6.5
Rmin [km]:
0
Rmax [km]:
30
Site class:
A
Topografia:
T1
Database:
European Strong-motion Database

Gli spettri di categoria derivano;

- 1) dalle coordinate del sito
- 2) dallo stato limite utilizzato: SLV
- 3) categorie A,B,C,D,E
- 4) Topografia T1
- 5) Vitanominale Vn 50
- 6) Coefficiente d'uso cu 1
- 7) Periodo di riferimento Vr 50

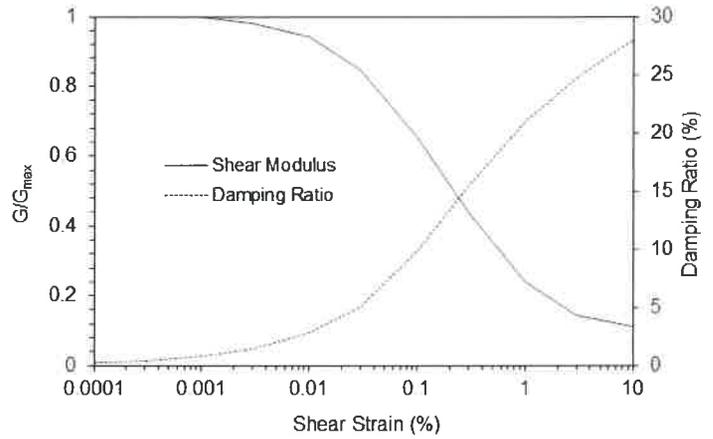
Fundamental period (s) = 0.51
 Average shear wave velocity (m/sec) = 399.14
 Total number of sublayers = 17

	Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (kN/m^3)	Shear wave velocity (m/sec)	Location and type of earthquake input motion	Location of water table	Depth at middle of layer (m)	Vertical effective stress (kPa)
Surface	1	1	1	0.8	61.81		19.80	175			0.4	7.92
	2	1	1	0.8	61.81		19.80	175			1.2	23.76
	3	1	1	0.8	137.13		19.90	260			2.0	39.64
	4	1	1	0.8	137.13		19.90	260			2.8	55.56
	5	1	1	1.5	249.75		20.00	350			4.0	78.52
	6	1	1	1.5	249.75		20.00	350			5.4	108.52
	7	1	1	1.5	249.75		20.00	350			6.9	138.52
	8	4	1	1.5	249.75		20.00	350			8.4	168.52
	9	4	1	5.0	412.84		20.00	450			11.7	233.52
	10	4	1	5.0	412.84		20.00	450			16.7	333.52
	11	4	1	5.0	412.84		20.00	450			21.7	433.52
	12	1	1	5.0	249.75		20.00	350			26.7	533.52
	13	1	1	5.0	249.75		20.00	350			31.7	633.52
	14	1	1	5.0	249.75		20.00	350			36.7	733.52
	15	1	1	6.0	450.36		20.00	470			42.2	843.52
	16	1	1	6.0	450.36		20.00	470			48.2	963.52
Bedrock	17	0			509.68	1	20.00	500	Outcrop		51.2	1023.52



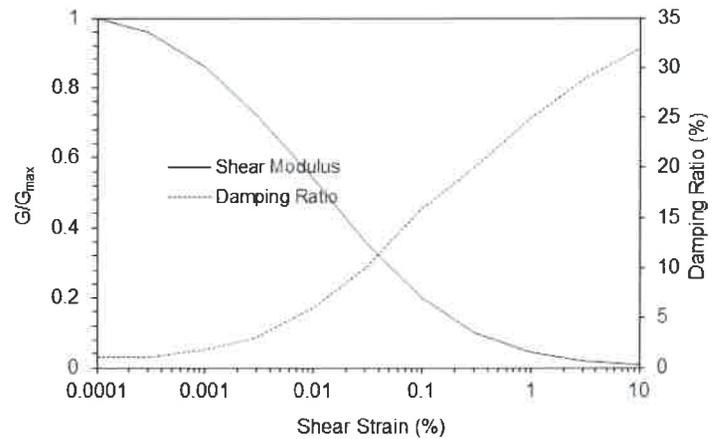
Modulus for clay (Seed and Sun, 1989) upper range and damping for clay (Idnss 1990)

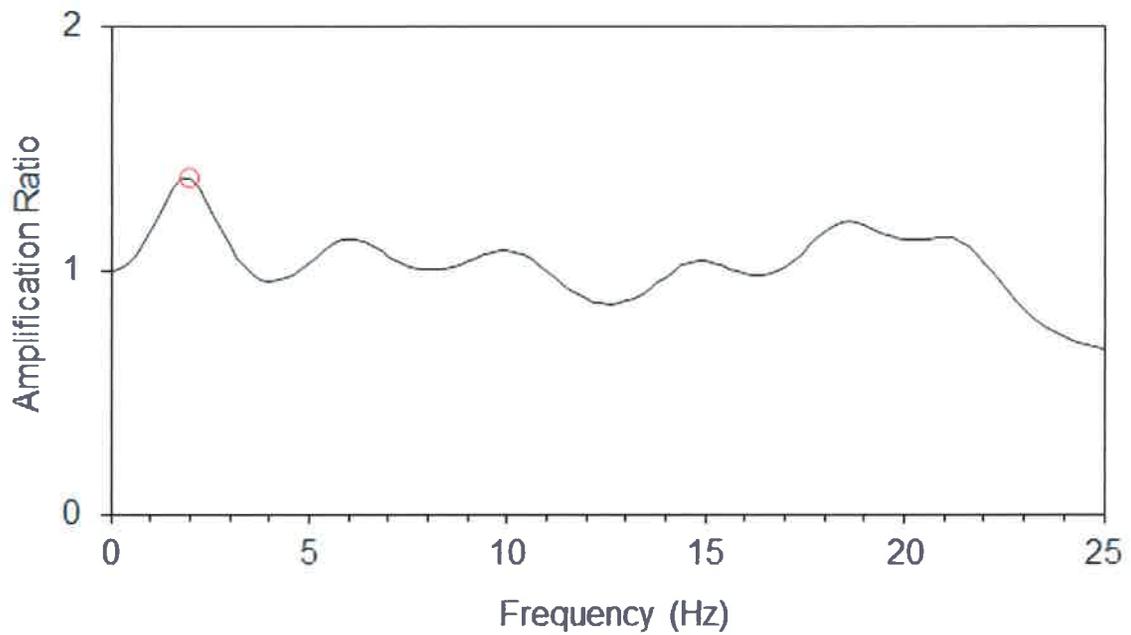
Strain (%)	G/G _{max}	Strain (%)	Damping (%)
0.0001	1	0.0001	0.24
0.0003	1	0.0003	0.42
0.001	1	0.001	0.8
0.003	0.981	0.003	1.4
0.01	0.941	0.01	2.8
0.03	0.847	0.03	5.1
0.1	0.656	0.1	9.8
0.3	0.438	0.3	15.5
1	0.238	1	21
3	0.144	3.16	25
10	0.11	10	28



Modulus for ghiaie (Seed et al. 1986) upper range and damping for ghiaie (Seed et al. 1986)

Strain (%)	G/G _{max}	Strain (%)	Damping (%)
0.0001	1	0.0001	1
0.0003	0.96	0.0003	1
0.001	0.86	0.001	1.8
0.003	0.72	0.003	3
0.01	0.54	0.01	6
0.03	0.36	0.03	10
0.1	0.2	0.1	16
0.3	0.1	0.3	20
1	0.045	1	25
3	0.02	3.16	29
10	0.01	10	32





Desired maximum acceleration (g) 0.177

