



Comune di Perugia

Area Risorse Ambientali - Smart City e Innovazione

VARIANTE AL PRG - PARTE OPERATIVA



RELAZIONE GEOLOGICA, MICROZONAZIONE SISMICA ED ASPETTI IDRAULICI

Riconnessione viaria tra Via Mentana e Strada di Prepo

Perugia, giugno 2018

Dott. Geol. Guendalina Antonini



Indice

PREMESSA	3
Dati geologici pregressi	5
Indagini geognostiche e sismiche	5
Ubicazione Indagini	6
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	7
CARATTERI GEOLOGICO-STRATIGRAFICI	10
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	14
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	15
SISMICITÀ STORICA	16
PERICOLOSITÀ SISMICA	18
ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI O INSTABILITÀ DINAMICHE LOCALI	19
MICROZONAZIONE SISMICA E CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO	20
CONCLUSIONI	24

PREMESSA

La presente relazione è stata redatta al fine di valutare la fattibilità geologica della variante urbanistica-parte operativa per il miglioramento della viabilità tra lo svincolo di Prepo al raccordo Perugia A1, Strada Fosso Infernaccio, Via Palermo e Via Mentana.

La prevista viabilità interessa la zona antistante la sede della FIGC dove già è stato realizzato un tratto di strada per il ricongiungimento alla strada di cui trattasi.

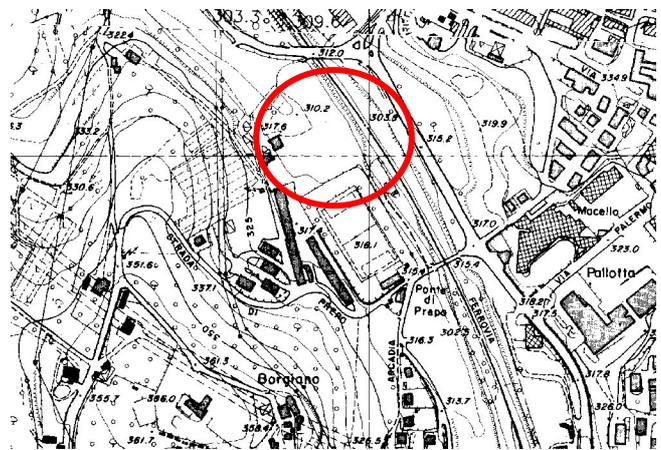
L'opera viaria, il cui progetto definitivo è stato redatto dagli uffici della dall'U.O. Mobilità, consiste nella realizzazione di un nuovo tracciato stradale di collegamento tra la via Mentana e la strada di Prepo; si tratta del completamento del tratto già esistente (di lunghezza pari a circa mt. 180) collegante l'insediamento sportivo di proprietà della FIGC.

Per tale ampliamento, si propone una variante al PRG per la sola parte operativa poiché ciò comporta l'esigenza di apporre un vincolo di esproprio e la modifica di una piccola parte oggi classificata come Ppu da riclassificare come strada.

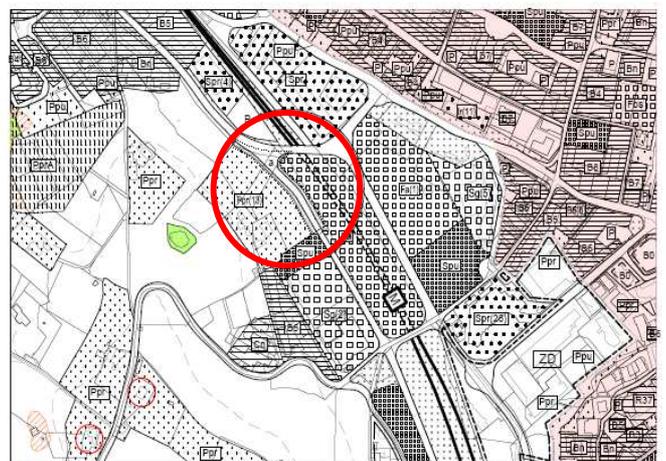
Le trasformazioni previste non sono contrastanti con gli obiettivi di tutela d'uso e valorizzazione del paesaggio e delle risorse ambientali del PRG parte strutturale.

Il tratto di nuova viabilità, di lunghezza massima di circa 150 metri, consentirebbe uno snellimento del traffico sia ai semafori dell'incrocio tra SS75 bis-fosso dell'Infernaccio, sia sul ponte sulla ferrovia verso la Strada di Prepo.

Stralcio Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000



VIGENTE



MODIFICATO

Con il completamento del suddetto tratto, viene incrementata la sicurezza della circolazione stradale e dei pedoni soprattutto in corrispondenza degli attraversamenti e migliorata la circolazione dei mezzi pubblici.

Lo sviluppo planimetrico del tracciato stradale, rispetto all'ingombro individuato dal PRG Parte Operativa sarà variato in modo tale da minimizzare l'attraversamento di proprietà private.

La presente relazione riguarda gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici della zona ed è finalizzata alla verifica geologica della variante e delle opere connesse alla realizzazione della nuova viabilità.

Facendo riferimento agli studi di PRG e più in particolare alle indagini geognostiche e sismiche eseguite nel tempo nel medesimo ambito geologico, si è valutata la compatibilità della proposta di variante e indicata la suscettibilità sismica locale.

Per quanto riguarda il progetto dell'opera e degli interventi connessi, la nuova strada sarà realizzata previa asportazione del terreno pedologico, di alcune piante presenti nel lotto in cui in passato sono stati piantati alberi da taglio (arboricoltura da legno). In seguito, il terreno sarà compattato per il piano di posa di un rilevato in terra armata.

Tale operazione consente di ridurre l'ingombro planimetrico e di garantire maggiore portanza al rilevato stradale. La nuova strada sarà costituita da una carreggiata a due corsie, di larghezza 3,50 m ciascuna con banchina esterna da 0,50 m di larghezza e un marciapiede da 1,50 m sul lato a monte.

Per la realizzazione degli impianti tecnologici e le condotte di smaltimento delle acque, si procederà allo scavo con i mezzi meccanici, per la realizzazione di una sezione obbligata.

Le dimensioni degli scavi varieranno sia in profondità sia in larghezza secondo la necessità. Per tale lavorazione dovranno essere attuati i necessari presidi tecnici finalizzati a garantire la sicurezza degli scavi e lo svolgimento delle lavorazioni all'interno degli stessi. Il progetto prevede inoltre opere accessorie quali marciapiedi, aiuole spartitraffico, cordolature ecc. Per la realizzazione delle aiuole messa in opera del terreno agrario di riporto proveniente dagli scavi di cantiere.

Riguardo alle terre e rocce da scavo, in fase di realizzazione dei suddetti lavori, dovranno preventivamente porsi in essere gli adempimenti previsti dal D.P.R 120/2017 ; diversamente, i materiali scavato dovranno essere assoggettati alla disciplina dei rifiuti di cui alla parte IV del D.Lgs 152/2006 e s.m.i .

Dati geologici pregressi

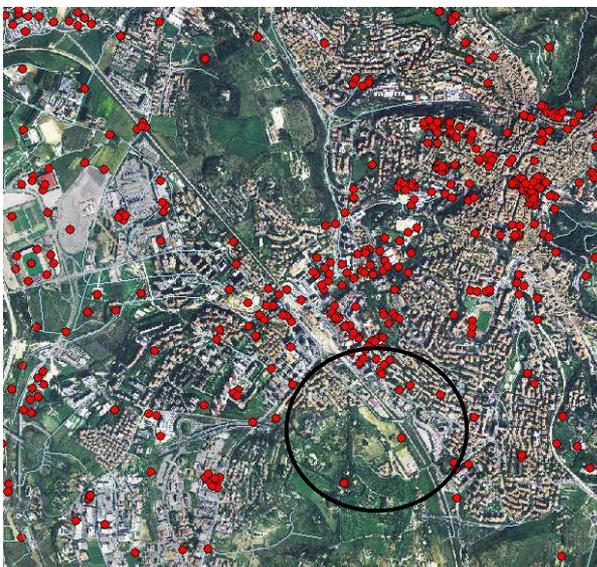
Lo studio geologico si è sviluppato innanzitutto attraverso il reperimento di dati desumibili da precedenti campagne geognostiche e, attraverso una ricerca bibliografica su pubblicazioni e documenti storici reperibili in letteratura e negli archivi comunali, sono state raccolte numerose informazioni in merito alle caratteristiche geologico-stratigrafiche e idrogeologiche.

Per la zona dove è prevista la realizzazione della riconnesione Via Mentana-Strada di Prepo, sono stati recuperati i dati riguardanti le indagini geognostiche eseguite in occasione della redazione del PRG, della variante per l'adeguamento al PTCP e dei lavori pubblici realizzati nella stessa area; di fondamentale importanza sono stati gli esiti delle indagini eseguite per il progetto della nuova sede della FIGC.

Oltre a tali indagini, sono anche disponibili gli esiti degli studi di Microzonazione Sismica (M.S) della città di Perugia, effettuati dalla Regione dell'Umbria con la collaborazione del Comune di Perugia; i suddetti studi hanno consentito di classificare il territorio in varie zone a diversa suscettibilità sismica, anche sulla base della caratterizzazione geomeccanica dei terreni e delle rocce affioranti.

Indagini geognostiche e sismiche

Presso l'Area Risorse Ambientali, Smart City e Innovazione è stato creato un archivio informatizzato di tutte le indagini geognostiche e sismiche che negli anni sono state realizzate dall'amministrazione comunale per lavori pubblici; da questo data base sono stati estrapolate le localizzazioni delle indagini geognostiche con le relative prove in sito ed in laboratorio e delle indagini geofisiche.



● Indagini geognostiche e sismiche

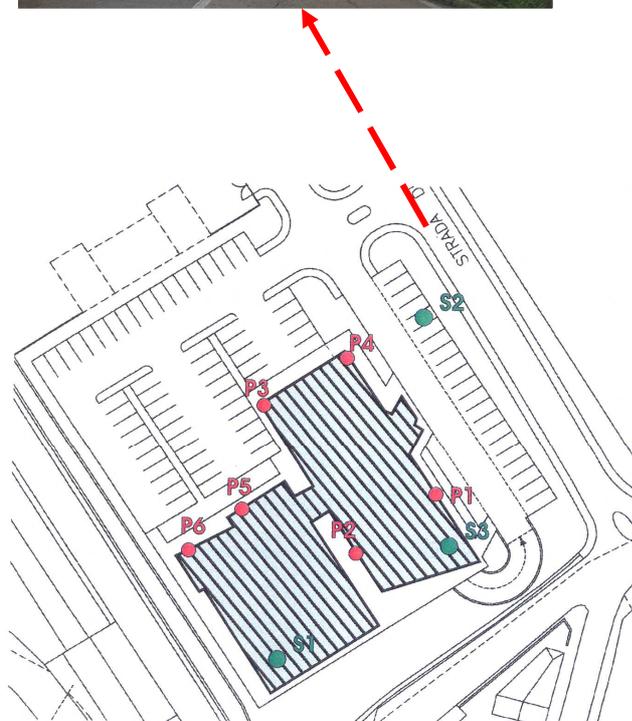
Oltre alle indagini svolte per lavori pubblici, sono state anche recuperate delle indagini effettuate da privati; per la zona in oggetto, sono disponibili i dati geologici del progetto della nuova sede FIGC. In particolare per quest'ultima, sono stati eseguiti n.3 saggi con l'escavatore (prof.3,5 m), 6 prove penetrometriche (prof. max 14 mt) e n. 3 sondaggi superficiali.

Si riporta di seguito la planimetria con l'ubicazione delle indagini svolte per la sede della FIGC.



Proseguimento della viabilità verso Via Mentana

Ubicazione Indagini



- Prove penetrometriche
- Sondaggi

Comune: : Comitato Regionale Umbria FIGC Città: : Prepo Oggetto: : Realizzazione della nuova sede FIGC				Sondaggio : : S1 Circo. : : P.C. Data : : Marzo 2004 Responsabile : : DOTT. GEOL. GIORGIO CERQUIGLIHI Organismo : :								
litologia	Descrizione	Sensore	Sp. di Cottaggio	L.P.T.	P.T.	V.T.	Campioni	Diagn. Puro	Metodo di Percuss.	Metodo di Stabiliz.	Lin. di Fede	Prospetto
	limi sabbiosi (terreno di riporto)	0.20										
	limi sabbiosi argillosi media consistenza	1.40										
	argillini e marne	0.50										

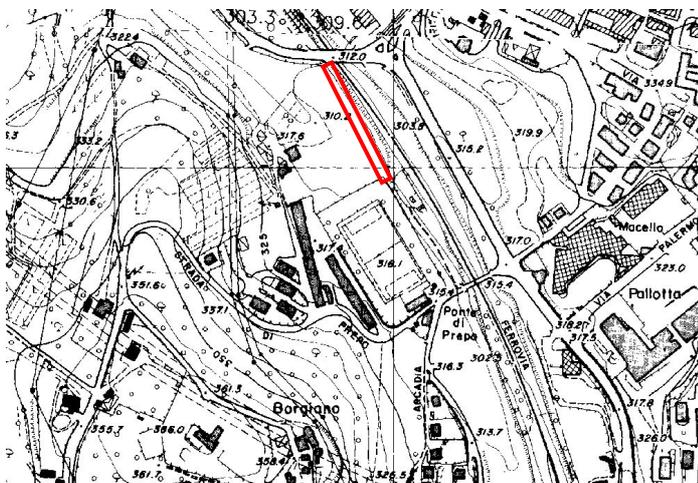
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La zona oggetto di variante al PRG – parte operativa, si localizza alla quota di 310 metri s.l.m, ai piedi della collina di Borgiano in località Prepo. La variante prevede l'esecuzione di una strada da realizzarsi parallelamente alla sottostante linea ferroviaria, come indicato nella Carta Tecnica Regionale CTR.



Stralcio ortofoto digitale

Tratto di nuova strada



La zona non è molto urbanizzata; oltre al complesso edilizio della sede della FIGC e il campo sportivo, sono presenti alcuni edifici di edilizia popolare verso la collina di Prepo. La restante parte dell'area è adibita prevalentemente a oliveti e l'edificato è caratterizzato da case sparse.

Dall'analisi effettuata, si evince il contesto territoriale è caratterizzato da un uso del suolo ancora con elementi di naturalità ad eccezione del versante opposto, a sud del centro storico di Perugia, dove si è sviluppata la città negli anni '50-'60 (zona Pallotta – Via Fonti Coperte ecc...)

Dove sarà realizzata la strada, viene a essere interessato, solo parzialmente, un impianto di arboricoltura da legno ormai alberato da parecchi anni, sul cui terreno è previsto un esproprio.

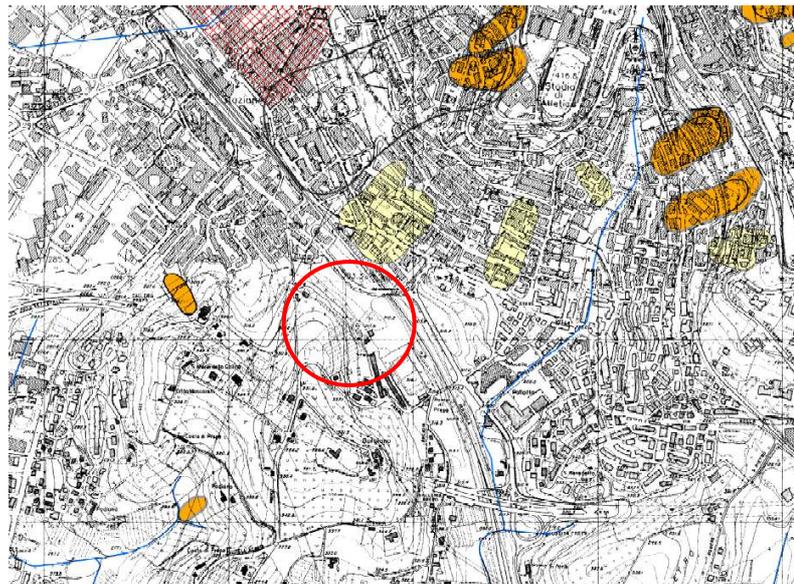
La realizzazione del tratto di strada di riconnesione non andrà a turbare la naturalità dei luoghi poiché si svilupperà, come riferito in precedenza parallelamente alla linea ferroviaria sul basso versante della collina di Prepo.

Morfologicamente la zona è pianeggiante, come visibile da Via Mentana; verso Prepo vi è leggera pendenza in direzione della linea ferroviaria. Particolare attenzione dovrà essere posta alla regimazione delle acque superficiali che da monte possono riversarsi sulla nuova strada e da questa, verso valle, in corrispondenza della trincea ferroviaria.



Via Mentana

Dall'esame dei luoghi e dalla naturale conformazione topografica, non si evidenziano, al momento, fenomeni erosivi o processi legati a dissesti idrogeologici naturali attivi; sono da escludersi rischi d'instabilità connessi a movimenti franosi in atto.



Stralcio carta inventario dei movimenti franosi PAI-IFFI

La carta inventario dei movimenti franosi del PAI e dell'IFFI e lo zoning geologico tecnico allegato al PRG non indicano sul sito in oggetto elementi di pericolosità idrogeologica e di rischio di frana.

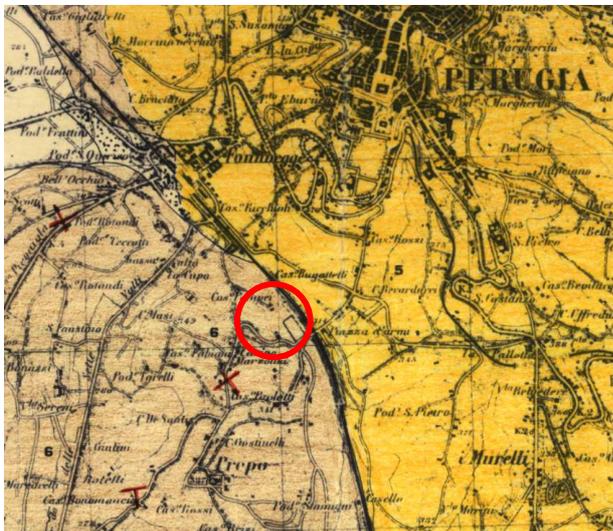
Al momento, il drenaggio delle acque meteoriche è affidato esclusivamente alle canalizzazioni superficiali e alle fognature pubbliche; in fase di progettazione esecutiva, particolare attenzione dovrà essere posta alla corretta raccolta e al regolare allontanamento delle stesse in direzione della trincea ferroviaria.

Pertanto, al fine di non creare squilibri idrogeologici e/o ruscellamenti incontrollati, le acque superficiali dovranno essere intercettate, raccolte e opportunamente convogliate nel sistema di smaltimento superficiale o, in alternativa, immesse in fognatura.

CARATTERI GEOLOGICO-STRATIGRAFICI

Nel sito oggetto di variante urbanistica affiora, sotto una modesta coltre clastica superficiale, il substrato roccioso della Marnoso Arenacea Umbra, identificato in cartografia con la sigla "MUM"; le indagini geognostiche e sismiche compiute nella zona hanno permesso di definire con sufficiente dettaglio le caratteristiche geologiche locali e i rapporti stratigrafici tra le diverse unità litostratigrafiche. Sopra la formazione rocciosa della Marnoso Arenacea Umbra è presente, come riferito in precedenza, una copertura clastica superficiale fluviale e lacustre del Pleistocene; segue in profondità il substrato roccioso MUM.

Per la rappresentazione geologica dell'area, si è fatto riferimento in prima battuta alla cartografia litotecnica in scala 1:25.000, realizzata in occasione della redazione del PRG, approvato con D.C.C. n.83 del 24/06/2002.

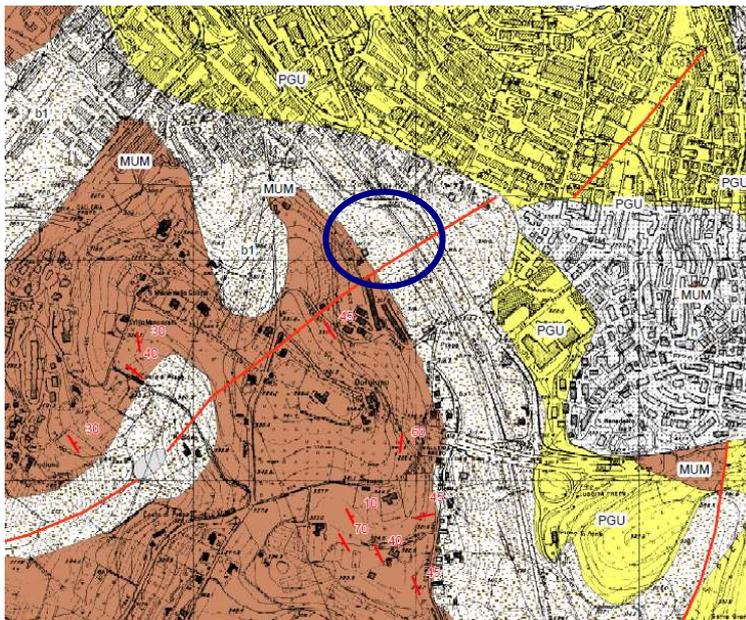


La Regione dell'Umbria, nel 2009 ha completato, per il territorio del perugino, la cartografia geologica di dettaglio, in scala 1:10.000. Tale cartografia, ha consentito inoltre, unitamente ad altre carte tematiche (carta litotecnica e degli spessori della coltre superficiale, carta geomorfologica, carta delle indagini, ecc), di elaborare una carta di sintesi, definita di suscettibilità sismica o carta di Microzonazione Sismica di livello 1.

Marnoso Arenacea Umbra miocenica

La cartografia geologica redatta dalla Regione dell'Umbria in scala 1:10.000 e riportata nel PRG vigente, rappresenta le unità litostratigrafiche a grande scala.

Stralcio carta geologica in scala 1:10.000
Foglio 311 sezione 050 Perugia



Legenda

 Depositi alluvionali terrazzati	 Unità di Rentella
 Coltre eluvio-colluviale	 Macigno
 Depositi alluvionali	 Marnoso Arenacea Umbra
 Depositi di frana	 Schlier
 Deposito di versante	 Bisciario
 Terre rosse in depressioni carsiche	 Scaglia Cinerea
 Tuffisite	 Scaglia Variegata
 Dolina	 Scaglia Rossa
 Conoide alluvionale	 Scaglia Bianca
 Deformazione gravitativa superficiale	 Marna a Fucoidi
 Depositi piroclastici	 Maiolica
 Sintema di Solfagnano	 Calcari e marna a Posidonia
 Sintema di Perugia	 Calcari Diasprigni
 Sintema di Collestrada	 Rosso Ammonitico
 Sintema Pian di Nese	 Corniola
 Sintema di Citerna	 Calcare Massiccio
 Formazione di Monte Rentella	 Calcare Cavernoso
 Marnoso arenacea Romagnola	 Calcari e marna a Rhaeticula contorta
	 Giacitura
	 Faglia
	 Sovrascorrimto
	 lago
	 Discarica
	 Depositi antropici

Coltre eluvio – colluviale: Depositi di terre essenzialmente fini, con clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati in posto (*eluvium*) o sedimentati sui versanti per trasporto in massa e/o ruscellamento diffuso (*colluvium*).

Pleistocene – Olocene

Sotto i terreni eluviali e colluviali, si rinvencono sedimenti del *Pleistocene superiore* rappresentati nell'area dal **Sintema di Perugia**, Subsintema di Santa Sabina e **Litofacies di Castel del Piano**. Di seguito si riportano le caratteristiche di tale litofacies, estrapolata dalla cartografia geologica della Regione Umbria.

Sintema di Perugia

PGU_{5b} – Subsintema di Santa Sabina – Litofacies di Castel del Piano

Affiora tra Ellera, Castel del Piano e S. Sisto.

Travertini prevalenti. Si possono distinguere due litofacies eteropiche. E' data da alternanze di livelli al massimo decimetrici di argille, sabbie, limi e sabbie calcaree. Nei limi e sabbie calcaree sono abbondanti molluschi, ostracodi e *Characeae*.

Ambiente deposizionale di tipo lacustre e palustre con prevalenza di quest'ultimo. Il contatto con il sottostante subsintema di Magione (litofacies di San Biagio). Le mammalofaune rinvenute comprendono specie riferibili all'Aureliano. Una datazione radiometrica con il metodo dei disequilibri dell'U e del Th ha fornito un'età di 115.000 +/- 8.000 anni.

Pleistocene superiore

Formazione Marnoso-Arenacea Umbra: Questa formazione occupa una vasta area del territorio comunale allungandosi su ambedue i versanti della valle Tiberina; l'unità in questione è costituita da strati marnoso-siltosi e arenacei, di solito alternati tra di loro con notevole regolarità, anche se talvolta il rapporto arenarie/marne varia notevolmente. Localmente, all'interno della formazione, è possibile trovare strati e banchi calcarenitici. Le marne siltose possono essere in parte argillose, mentre arenarie, talora ben gradate, mantengono una composizione granulometrica relativamente costante in tutti gli affioramenti.

La Litofacies in oggetto mostra rilevanti variazioni di spessore nell'ambito dello stesso bacino. Essa va da 300-400 mt. a circa 500-700 mt..

L'età di questo complesso, che comprende il **Membro di Bettona** caratterizzato da un rapporto arenarie/peliti 1/6 *Serravalliano- Tortoniano*, il **Membro di Vesina** con rapporto A/P compreso fra 1/4 e 1/10 *Miocene medio (Langhiano p.p)*, il **Membro del Monte Casale** rappresentato da arenarie torbiditiche arcosiche e arcosico-litiche grigie con rapporto A/P >> 1 *Miocene medio (Langhiano p.p.)* ed infine il **Membro di Casa Spertaglia** del *Miocene inf. - medio (Burdigaliano p.p. – Langhiano p.p.)*.

In particolare, nell'area in oggetto il membro di riferimento e quello di Casa Spertaglia, le cui specifiche caratteristiche, come da cartografia geologica Regionale, sono riportate di seguito:

MUM₁ - Membro di Casa Spertaglia

Torbiditi sottili (10-40 cm), a grana fine, micacee, ed alimentazione alpina, in molti casi riferibili alla facies F_{9a} di Mutti (1992). Nella parte medio-alta del membro sono inoltre presenti torbiditi a grana medio-grossolana e composizione ibrida e torbiditi arenacee con base a grana medio grossolana che tendono ad aumentare in frequenza e spessore verso l'alto. Spessore massimo di 450-500 m.

La base del membro presenza è attribuibile alla biozona MNN3a mentre il tetto alla biozona MNN4b.
Burdigaliano p.p. – Langhiano p.p.

La formazione Marnoso Arenacea (indicata in marrone nella carta geologica con la sigla MUM) è caratterizzata da un'alternanza di strati marnoso- siltosi e arenacei di colorazione giallastra, con rapporto: arenaria/marna spostato nettamente a favore di questa ultima.

Come da cartografia geologica di cui sopra, la zona è attraversata trasversalmente da una faglia diretta (distensiva) sepolta, non ritenuta capace per l'assenza di indizi al suolo e/o per stato di attività.

La giacitura della formazione rocciosa è a reggipoggio (237/45°) con una pendenza verso sud-ovest nella parte sud della faglia, mentre nella porzione nord, l'assetto giaciturale presenta un'immersione a N60 e inclinazione attorno ai 30 °, come visibile in cartografia.

Dal punto di vista strutturale, nella zona è stata indicata una faglia, riconosciuta come non attiva e/o non capace, segnalata come faglia diretta e sepolta (non visibile in superficie). In tal senso, per la realizzazione della strada, non vi sono problemi ostativi per la realizzazione dell'intervento

Dalle prove penetrometriche, allegare nella parte degli aspetti geotecnici, si evidenzia una scarsa resistenza attribuita da bassi valori del numero di colpi.

Questa formazione presenta in loco una coltre di alterazione eluvio colluviale di modesto spessore che difficilmente supera i 3 metri e, localmente, in corrispondenza del campo sportivo, da terreno di riporto antropico di spessore variabile non superiore ai 70-80 cm.

Come riferito precedentemente, la Marnoso Arenacea Umbra è ricoperta da depositi fluviali e lacustri Villafranchiani, affioranti nella zona a monte del Piazzale del Bove e, a nord, verso il centro storico. Il contatto tra le due unità appare di tipo trasgressivo anche se, in altri contesti, il ricoprimento è dovuto anche ad una serie di faglie a modesto rigetto che interessano direttamente il substrato roccioso.

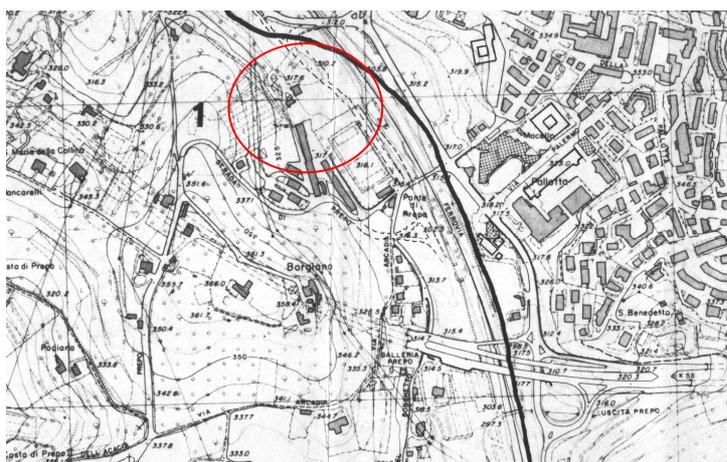
I depositi Villafranchiani del Pleistocene superiore, non affioranti nell'area oggetto di variante, ma individuati dalle indagini (indicati in giallo nella carta geologica), sono composti da argille limose e limi argillosi con limitate lenti sabbioso - limose, a volte con livelli calcarei concrezionati e polverulenti o con clasti e blocchi provenienti dalla formazione sottostante. Dalle indagini svolte nella zona della nuova sede della FIGC è stata estrapolata la successione stratigrafica locale che risulta coerente con le altre indagini limitrofe. In generale la stratigrafia è la seguente:

- i primi 70 centimetri di terreno dal p.c sono rappresentati da suolo pedogenetico, alterazione del substrato inalterato
 - 6 mt circa, si trovano dei limi sabbiosi con scarso addensamento.
 - da -6 a -12 m sono stati rinvenuti dei limi argillosi ad elevata plasticità
- Oltre i 12 metri è stata individuata la formazione rocciosa della Marnoso Arenacea Umbra MUM a prevalente composizione marnosa.

La carta dello zoning geologico tecnico, allegato al PRG parte strutturale, evidenzia ambiti omogenei per caratteristiche e problemi di carattere geologico – tecnico; sulla base di tale zonazione il territorio viene classificato in 9 classi principali e fa riferimento infatti alla presenza di terreni liquefacibili, a morfologie particolari, a coltri di terreni rimaneggiati (colluvioni e riporti) a terreni direttamente interessati dalla falda ecc.... Una prima suddivisione è stata fondata sulla natura e costituzione dei litotipi affioranti; sono state distinte le rocce litiche dai terreni clastici. Le rocce litiche sono state a loro volta suddivise in gruppi, in funzione dell'acclività, della giacitura degli strati, del grado di fratturazione e dell'eventuale presenza di faglie.

Nello specifico, dove affiora la Marnoso Arenacea Umbra MUN, la carta dello zoning indica: **zona 1:** *“Zone stabili, senza particolari problemi connessi ad incrementi della fase sismica. Aree interessate dalla presenza di un substrato roccioso affiorante o sub-affiorante o con modeste coltri di materiale incoerente. Problemi per l'edificazione possono risultare dalla giacitura degli strati, dal grado di fratturazione e dalla presenza di faglie. Pendenza inferiore a 20°”.*

Stralcio carta dello zoning geologico tecnico scala 1:10.000



CARATTERISTICHE IDRAULICHE

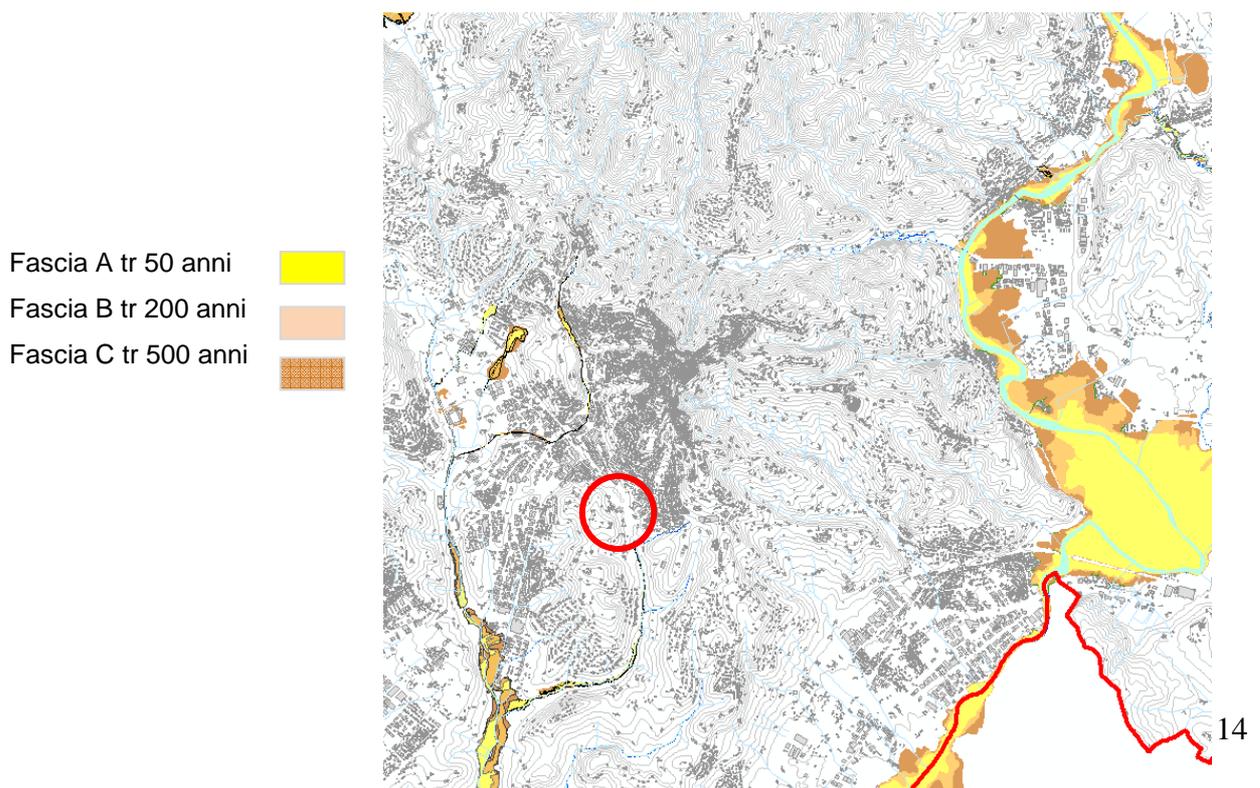
L'idrografia superficiale dell'area è rappresentata da alcuni corsi d'acqua marginali, orientati nord-est/sud-ovest, che afferiscono al bacino idrografico del fosso dell'Acquacaduta e dell'Infernaccio, affluenti in sinistra idrografica del torrente Genna, principale collettore drenante della parte occidentale di Perugia.

Lungo i versanti dei rilievi circostanti si denota una bassa densità di drenaggio è caratterizzato da un reticolo idrografico superficiale rado e non ben delineato.

Le acque meteoriche, non sempre raccolte da impluvi naturali e/o da condotte fognarie, non danno origine a forme erosive vere e proprie. Il deflusso è rappresentato quasi esclusivamente dalle acque piovane e da quelle bianche provenienti dalle aree antropiche considerate impermeabili.

Il torrente Genna che, allo stato attuale, si presenta arginato, non manifesta evidenti azioni erosive sulle sponde o in alveo e le portate dei tributari contribuiscono in maniera determinante alla portata finale del torrente stesso. Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti, l'assetto stratigrafico descritto consente di ritenere che la formazione rocciosa sia prevalentemente impermeabile e che la permeabilità media di tale complesso è valutabile, in prima approssimazione, attorno a 10^{-6} cm/sec.

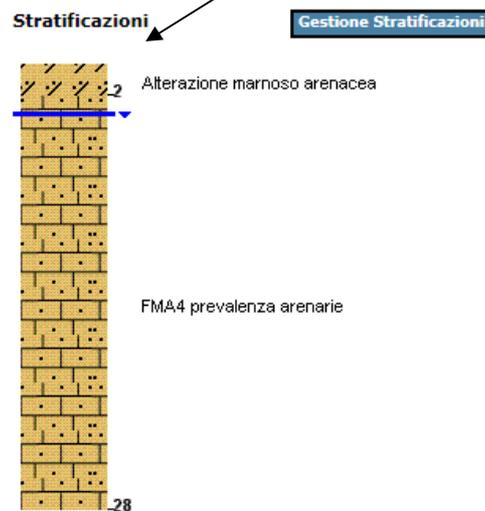
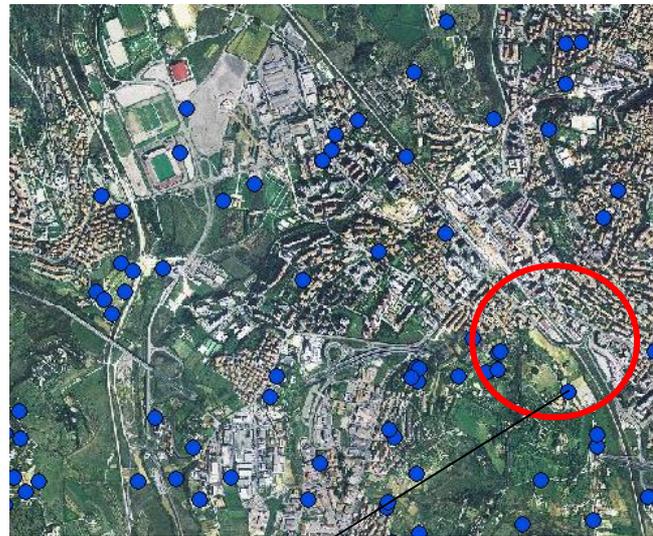
Dalla cartografia dei Vincoli del PRG, aggiornato con le perimetrazioni di pericolosità idraulica del PAI, si evince che la zona oggetto di variante non è sottoposta ad alcun vincolo idraulico data l'ubicazione del sito e l'assenza di corsi d'acqua limitrofi. La cartografia sottostante illustra a est le fasce di pericolosità idrauliche del fiume Tevere e a sinistra quelle pertinenti al torrente Genna in località Pian di Massiano.



Le indagini geognostiche e il censimento pozzi dell'area hanno evidenziato la presenza di falda idrica superficiale compresa nei terreni di copertura e/o riporto il cui letto impermeabile è rappresentato dalla formazione rocciosa della Marnoso Arenacea. Infatti, all'interno della coltre di alterazione è possibile un accumulo temporaneo di acqua, legata alla diretta infiltrazione soprattutto durante le stagioni più piovose.

Come riferito in precedenza, al fine di evitare problemi di carattere idrologico, come ristagni e/o ruscellamenti superficiali, si consiglia di realizzare opportuni presidi tecnici atti a regimare correttamente le acque della strada per poi allontanarle e smaltirle nel reticolo idrografico superficiale.

Censimento pozzi a uso domestico



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Una classificazione dei diversi tipi litologici presenti nell'area investigata è stata eseguita sulla base del relativo comportamento geomeccanico.

Le informazioni geotecniche riguardanti i terreni fondali, possono essere cautelativamente estrapolate dalle indagini geognostiche eseguite nella stessa area. Si riportano di seguito i dati riguardanti i parametri fisico-meccanici medi estrapolati dalle prove penetrometriche.

Coltre di alterazione

$\gamma = 1,8$	t/mc	peso di volume
$C' = 0,0$	Kg/cmq	coesione efficace
$\phi = 20^\circ$		angolo di attrito interno

Limi sabbiosi

$\gamma = 1,85$	t/mc	peso di volume
$C' = 0,0$	Kg/cmq	coesione efficace
$\phi = 27^\circ$		angolo di attrito interno

La roccia presenta un elevato grado di fratturazione con piani di taglio variamente orientati. Sulla base delle indicazioni bibliografiche (teoria di Bieniawski), si possono assumere i seguenti parametri fisico-meccanici, riguardo alla prevalenza litologica.

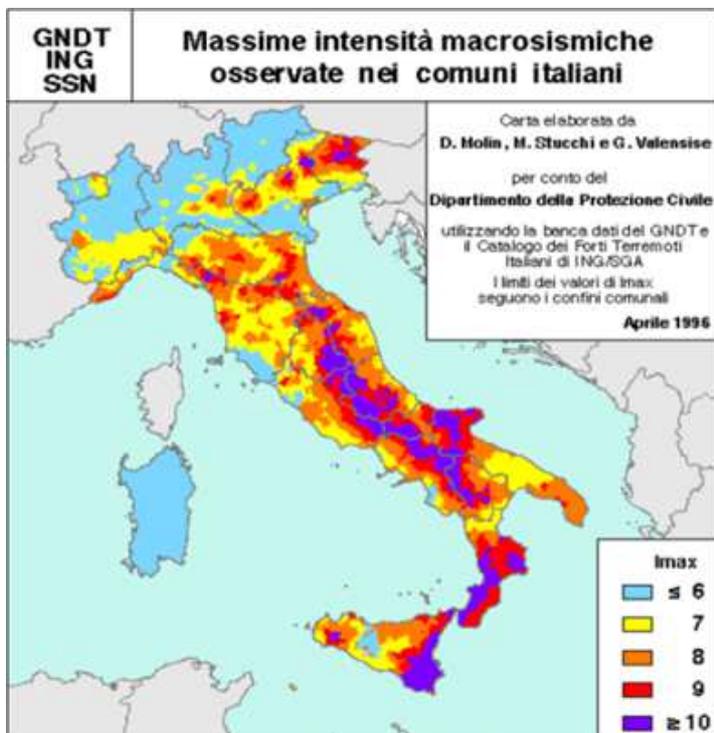
Per la componente marnosa:

$\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$	peso di volume dell'ammasso roccioso
$\phi = 26^\circ$	angolo di attrito interno dell'ammasso roccioso
$C = 5 \text{ t/m}^2$	coesione dell'ammasso roccioso

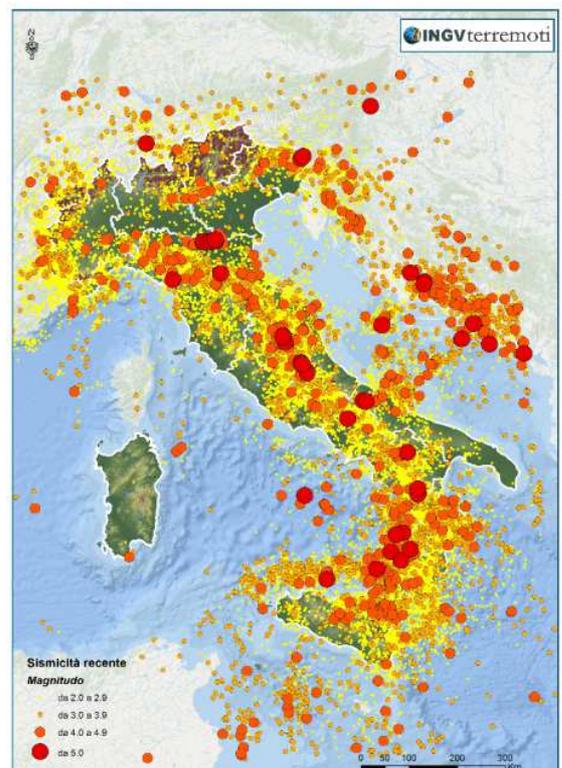
Per la componente arenacea

$\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$	peso di volume dell'ammasso roccioso
$\phi = 35^\circ$	angolo di attrito interno dell'ammasso roccioso
$C > 5 \text{ t/m}^2$	coesione dell'ammasso roccioso

SISMICITÀ STORICA



Catalogo dei terremoti italiani



Epicentri negli ultimi 25 anni

Come visibile dalle cartografie estrapolate dal catalogo dei terremoti italiani, dell'ING/SGA, tutto il territorio italiano è da considerarsi sismico; per quanto riguarda la Regione Umbria, le mappe di localizzazione dei principali terremoti indicano che, dal 1279 al 2016-17, gli eventi sismici che hanno interessato l'Italia centrale, sono prevalentemente localizzati nell'area appenninica.

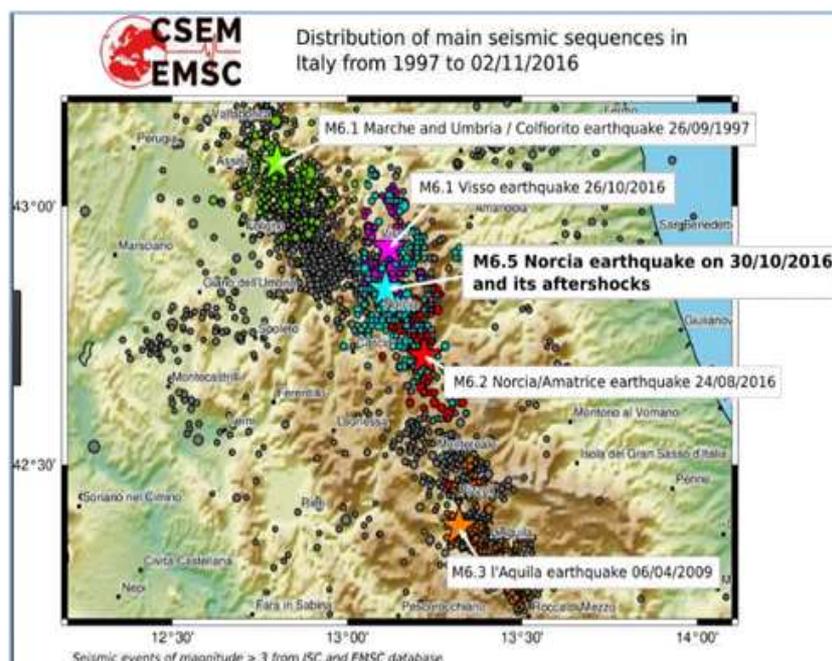
La sismicità in Umbria si è principalmente manifestata nei settori orientali e nord-orientali del territorio raggiungendo intensità MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) anche pari a 10 (Norcia 1703, Gualdo Tadino 1751) e Magnitudo (Ms [Magnitudo onde di superficie]) oltre 6,5, con una frequenza di terremoti sopra il 7° grado MCS maggiore o uguale a 20 eventi per secolo negli ultimi tre secoli e complessivamente per tale periodo con 15 terremoti di intensità maggiore od uguale all'8° grado MCS.

La zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale assegna all'Umbria più zone sismogenetiche della Catena Appenninica settentrionale e centrale.

In particolare, nella zona identificata con il numero 919 per Appennino Umbro, sono previste Magnitudo massime attese (cautelative) pari a 6,37.

La distribuzione delle principali sequenze sismiche è conseguente alla disposizione delle zone sismogenetiche e alle loro caratteristiche geologico-strutturali.

In linea generale, si può affermare che la zona a Est dell'allineamento F. Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta e alta mentre quella a Ovest è interessata da un più modesto grado di sismicità, da medio-basso a medio.



L'immagine sopra riportata indica la distribuzione delle principali sequenze sismiche degli ultimi 20 anni circa: 1997 - 2009 - 2016. Nella mappa manca il dato relativo al sisma del 1984 che ha colpito, in particolare, i comuni di Gubbio, Valfabbrica e Perugia.

L'evento principale è stato quello che avvenne il 29 aprile 1984 di magnitudo 5.6 con epicentro tra Gubbio e Valfabbrica.

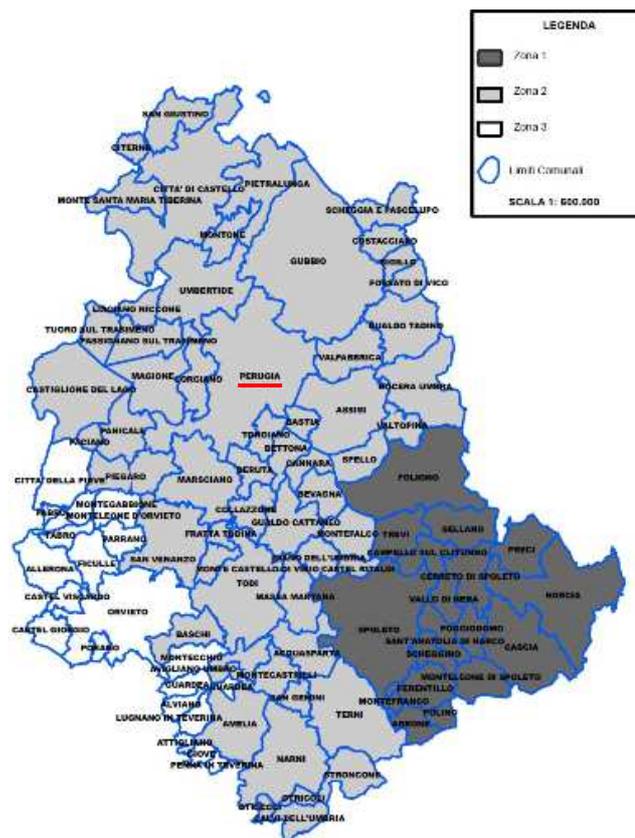
Da una ricerca storica, svolta appositamente per conoscere il danneggiamento da terremoti nell'area del perugino, si è rilevato che gli eventi sismici, che a vario titolo hanno interessato la città di Perugia dal 1349 fino al 1997, sono stati 52 e fra questi, sono solo 11 (21%) quelli per i quali si è risaliti a notizie di danni materiali ad edifici dell'acropoli.

Dalla documentazione consultata, non sono emerse informazioni relative a vittime, mentre, in occasione dei 2 eventi del 1832 e del 1854, si sono avuti alcuni feriti nel Monastero di San Pietro e nella caserma unita al Convento di San Domenico.

PERICOLOSITÀ SISMICA

Le considerazioni sulle condizioni di pericolosità sismica relative al territorio comunale hanno portato alla valutazione della risposta sismica in funzione della stratigrafia tipo e del relativo spettro di risposta; tale analisi fa riferimento a quanto stabilito dalla normativa vigente (L.64/74 e s.m.i., la D.G.R 852/03 e 'aggiornamento della classificazione Sismica Regionale approvata con D.G.R. n. 1111 del 18 settembre 2012 (Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria).

La nuova classificazione sismica del territorio della Regione Umbria è illustrata nella figura seguente.



In base alla suddetta classificazione, il comune di Perugia rientra nella zona 2.

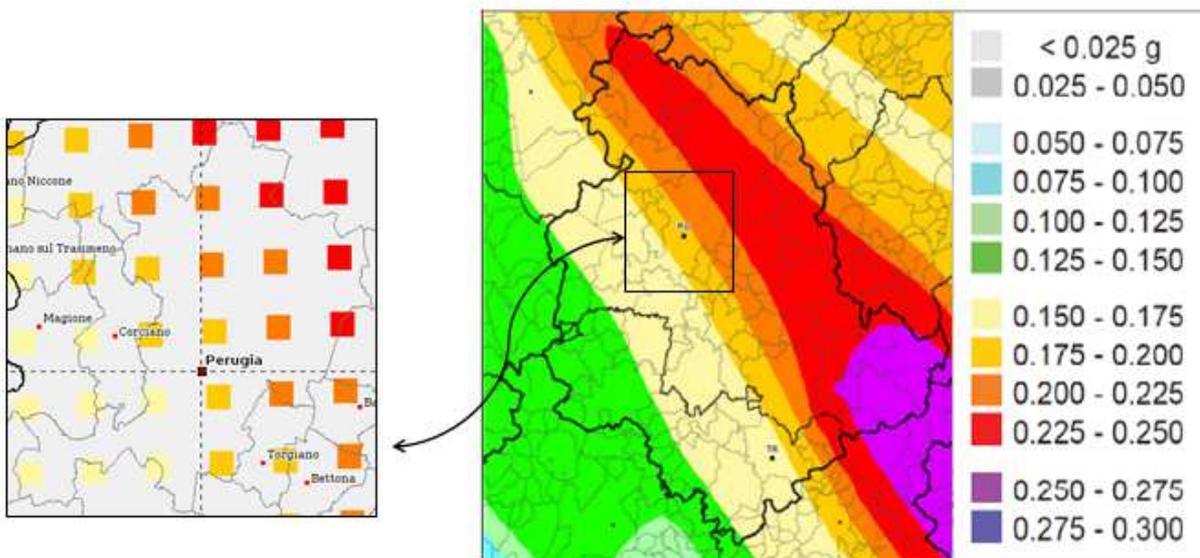
Il sisma del settembre del 1997 e in seguito, la lunga fase sismica dall'agosto 2016 che ha interessato anche il territorio dell'Umbria, ha riproposto l'esigenza di sviluppare una corretta

attività di studio tesa alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed il riconoscimento delle aree soggette agli stessi rischi.

Nel territorio comunale, sono state identificate numerose situazioni che, per le specifiche condizioni geologiche possono dar luogo a significativi incrementi della fase sismica e/o dare origine a possibili fenomeni di instabilità locale.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono, ai sensi del D.M 14/01/08 e del recente D.M 17/01/2018, a partire dalla pericolosità di base del sito oggetto di intervento.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione massima attesa (a_g), in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (tipo A), con superficie topografica orizzontale, nonché in funzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad esso corrispondente $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (P_{vr}) nel periodo di riferimento (V_r). Il quadro della pericolosità sismica di base assegna alla zona oggetto di variante un valore di accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni), compreso tra **0,175 g e 0,200 g** come da cartografia allegata.



Gli studi e le indagini eseguite per la redazione degli elaborati tecnici e della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (microzonazione sismica di livello 1 - D.G.R. 377/10) hanno consentito, sulla base della profondità del substrato sismico, di classificare le varie zone di amplificazione. Per la città di Perugia gli studi e le analisi sismiche si sono spinte a livelli superiori; di seguito si riportano le cartografie elaborate dalla Regione dell'Umbria.

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI O INSTABILITÀ DINAMICHE LOCALI

La carta delle microzone omogenee è una carta derivata da altri tematismi come la carta geologico-strutturale e del comportamento geomeccanico dei terreni, la geomorfologica, la litotecnica, la carta dello spessore delle coperture, idrogeologica ecc.. La carta di pericolosità sismica di sintesi così elaborata consente di suddividere il territorio in microzone omogenee

evidenziando le situazioni suscettibili di fenomeni di instabilità o di amplificazioni dinamiche rispetto ad un moto sismico di riferimento.

Per l'esecuzione della carta è stata di fondamentale importanza la redazione delle tabelle geotecniche riassuntive delle caratteristiche geomeccaniche e geofisiche, derivanti dalla raccolta delle indagini geognostiche, in sito e in laboratorio.

La carta fornisce una perimetrazione areale delle diverse situazioni morfostratigrafiche non ordinate secondo un criterio di pericolosità crescente, in quanto ciascuna di esse possiede una particolare identità sia in relazione alle caratteristiche geologiche e morfologiche che a quelle dell'evento sismico. Per la zona in oggetto si riporta la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica di **livello1**

MICROZONAZIONE SISMICA E CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO

Le azioni sismiche di progetto si definiscono, sulla base del D.M 14/01/08, a partire dalla pericolosità di base del sito oggetto di intervento. La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione massima attesa (a_g) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (tipo A), con superficie topografica orizzontale e in funzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad esso corrispondente $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (P_{vr}), nel periodo di riferimento (V_r).

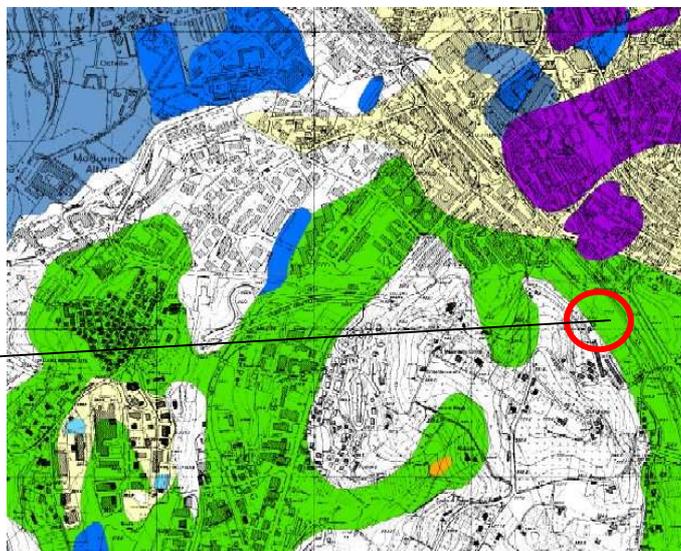
Al fine di poter estrapolare i coefficienti sismici, derivanti dalla caratterizzazione della tipologia di sottosuolo e dalla conformazione topografica locale, non si è ritenuto opportuno dover eseguire una specifica indagine geognostica e sismica, poiché trattasi d'interventi di modesta rilevanza dal punto di vista geologico. Inoltre, sulla base della carta di MS, si rileva che il sito in oggetto ricade in un ambito stabile, dove non sono previste deformazioni permanenti e amplificazioni del moto sismico (affioramento del substrato roccioso).

Carta di Microzonazione Sismica di livello1

Stralcio della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

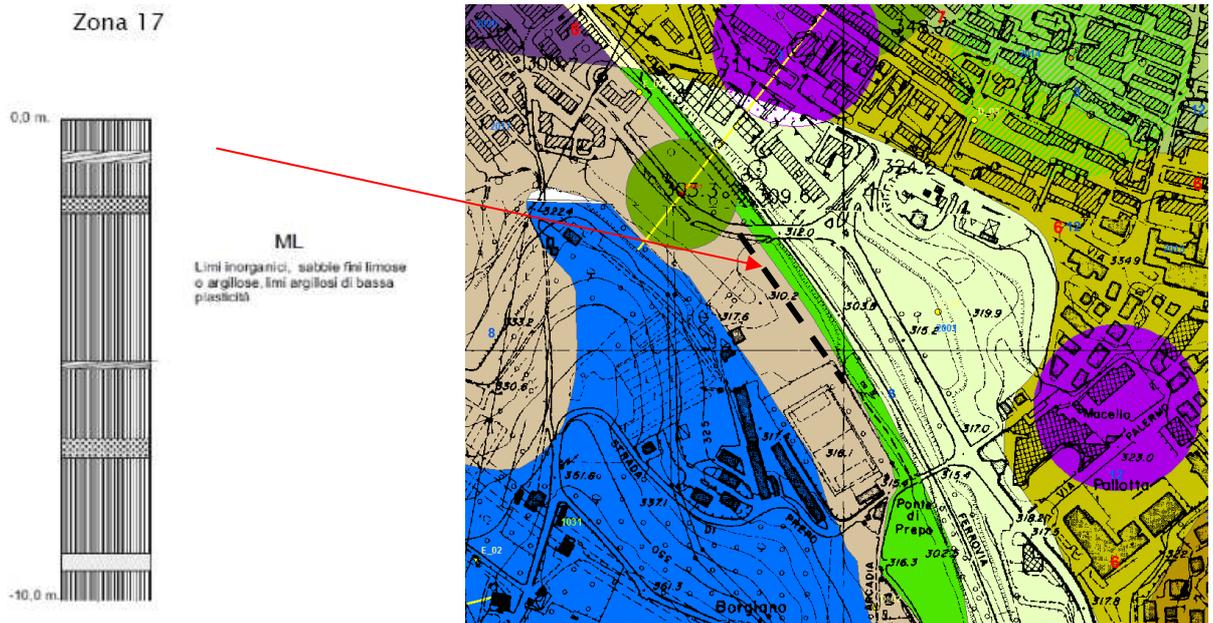
Legenda

-  1Z - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
-  2Z - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
-  3Z - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana
-  4Z - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)
-  7Z - Zona di fondovalle con depositi alluvionali
-  8Z - Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione
-  10Z - Zona con travertini
-  12Z - Zona dei depositi delle unità sintemiche non diversamente classificate
-  14Z - Zone stabili non suscettibili di amplificazioni locali



Come riferito in precedenza, per la città di Perugia, gli studi di microzonazione sismica, sono stati approfonditi a un livello superiore; la cartografia redatta è stata realizzata secondo gli indirizzi ed i criteri di microzonazione sismica del Dipartimento di Protezione Civile e del Presidente del Consiglio dei Ministri.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), sempre di livello 1 è contraddistinta dalla stratigrafia tipo 2017, appartenente alle zone stabili suscettibili di amplificazioni sismiche locali.



Zone stabili suscettibili di amplificazione

--- Nuovo tracciato stradale

Gli studi di M.S. eseguiti dalla Regione dell'Umbria, in collaborazione con il Comune di Perugia, sono stati svolti secondo le direttive ed i criteri dettati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e dal Dipartimento di protezione Civile. Per la città di Perugia il grado di approfondimento è stato spinto a un livello superiore al primo (livello 2 e 3).

Dalle indagini geognostiche e geofisiche (sismiche) e dalla cartografia di livello 1, è stata realizzata la carta delle zone a comportamento sismico omogeneo.

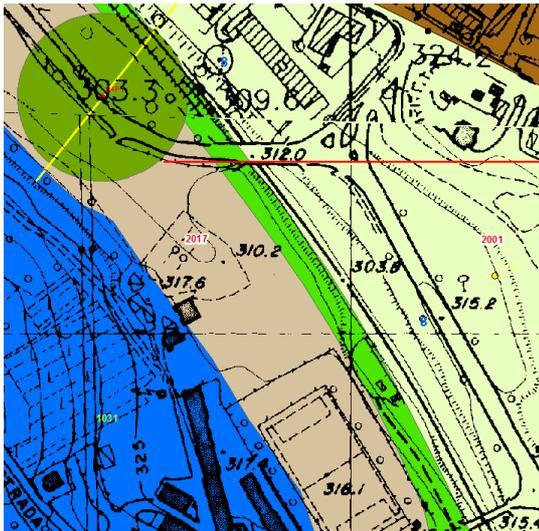
La nuova strada si sviluppa per una piccola parte all'interno di un'area indicata con il cerchio in verde nella cartografia "zone a comportamento sismico omogeneo"; in tale ambito è obbligatorio utilizzare, per opere strutturali, lo spettro di risposta sismica elastica in accelerazione determinato dalla modellazione numerica eseguita in occasione degli studi di M.S della Città di Perugia.

Nella figura sottostante è visibile, con maggiore dettaglio, l'area in cui è estendibile il risultato dell'indagine (profilo 1 della sezione sismica n.4) estendibile per l'area indicata. In tale ambito è stato modellato lo spettro di risposta sismica in accelerazione. Si tratta di uno spettro in

accelerazione lisciato che deriva dalla media degli spetti di risposta ottenuti su ogni singolo profilo P analizzato applicando i 5 accelerogrammi di input, caratterizzati da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità del 10% in 50 anni).

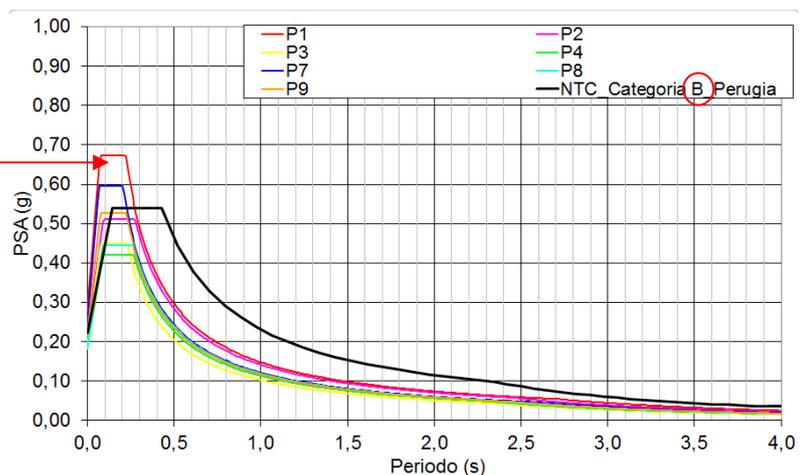
Gli spettri di risposta, così lisciati, sono stati accorpati in base alla categoria di sottosuolo e nei grafici è riportato anche il relativo spettro di riferimento secondo le norme tecniche per le Costruzioni in zona Sismica (in nero).

In questo caso si dovrà tenere conto di eventuali presenze di depositi di copertura non segnalati in cui potrebbe poggiare il sottofondo della strada.



Carta delle zone a comportamento sismico omogeneo

Sez.4 Profilo.1 spettro rosso



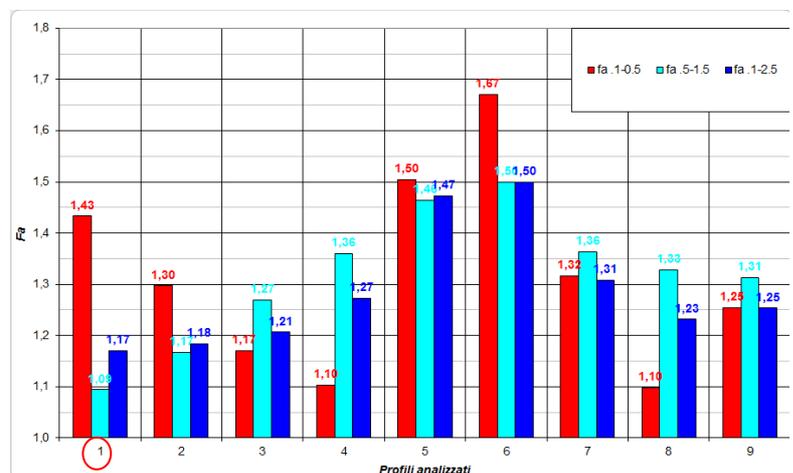
Estendibilità dei risultati delle risposte sismiche locali per periodi di 01s-0.7s (10hz-1.3hz) con ordine di priorità decrescente

- Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da misure sismometriche
- Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da modellazione numerica
- Area di utilizzo, all'intorno di down-hole, riferibile a spettro specifico di sito derivante dalle misure sismometriche
- Area di utilizzo, all'intorno di down-hole, riferibile a spettro specifico di sito derivante dalla modellazione numerica
- Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da modellazione numerica applicabile al di sotto delle coperture
- Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da misurazione strumentale applicabile al di sotto delle coperture

Spettri di risposta nella sezione 4

Per quanto riguarda il **livello 2** di Microzonazione Sismica, per la sezione 4 profilo 1 è stato anche definito il fattore di amplificazione sismica. Le modellazioni sono state eseguite applicando i 5 accelerogrammi di input e i valori del Fattore di Amplificazione (Fa) sono calcolati nei diversi intervalli di periodo indicati (1-0,5 / 0.5-1,5 / 0,1-2,5). Fa risulta rispettivamente 1,43 - 1,09 e 1,17.

Fattore di amplificazione Fa dei profili della sez.4



Sulla base della successione stratigrafica locale e del comportamento litotecnico della formazione rocciosa Marnoso Arenacea Umbra (MUM), si può attribuire una **categoria di sottosuolo B** secondo la classificazione del D.M. 14/01/08.

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/18) suddividono i terreni in n. 5 categorie di suolo di fondazione (A,B,C,D,E) ai fini dell'azione sismica di progetto:

- **A:** ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s; eventualmente comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale con spessore massimo pari a 3 m;
- **B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, 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 $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- **C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < NSPT_{30} < 50$, nei terreni a grana grossa $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- **D:** Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessore superiore a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa, $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina);
- **E:** terreni del sottosuolo C e D per spessori non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento con $V_{s30} > 800$ m/s.

Per quanto riguarda la categoria di sottosuolo è necessario in fase di progettazione esecutiva, per le eventuali opere strutturali e ai sensi delle NTC08, prevedere delle indagini sismiche per conoscere la velocità delle onde di taglio V_{s30} .

CONCLUSIONI

La variante al Piano Regolatore Generale - parte operativa e il progetto della nuova viabilità di riconnesione tra Via Mentana e Prepo, hanno come obiettivo lo snellimento e la fluidificazione dei flussi di traffico sul ponte di Prepo.

L'intervento rientra in quelli programmati dall'amministrazione comunale di Perugia per il miglioramento della viabilità tra lo svincolo "Prepo" del raccordo Perugia-A1, Via Palermo e Via Mentana.

Dall'analisi geologica svolta non emergono condizioni particolari di pericolosità idrogeologica, idraulica e sismica. La realizzazione della nuova strada e delle opere a essa connesse non altera gli equilibri idrogeologici esistenti.

I dati geognostici e sismici raccolti da progetti contermini hanno permesso di definire con sufficiente dettaglio le caratteristiche del sottosuolo ed hanno consentito di accertare la fattibilità geologica della variante.

In applicazione della vigente normativa per le costruzioni e in riferimento agli studi di Microzonazione Sismica della città di Perugia, svolta a vari livelli di approfondimento, si ritiene opportuno, in caso di opere strutturali, effettuare delle prospezioni geofisiche aggiuntive (indagini sismiche) al fine di approfondire, al di fuori dell'area di modellazione, la caratterizzazione del sottosuolo attraverso la definizione delle V_{s30} . Tali ulteriori indagini consentirebbero e definire la categoria di sottosuolo ai sensi delle MTC18.

In fase di progettazione esecutiva si ritiene opportuno prevedere anche un sistema di smaltimento delle acque superficiali al fine di attuare una corretta regimazione delle stesse.

Perugia, giugno 2018


Dott. Geol. Guendalina Antonini
