

OGGETTO: Piano Urbanistico Attuativo denominato "Polinari Zenari - Moruri" - Scheda Norma n°115

DESTINAZIONE: Residenziale

PROPRIETARI: Polinari Adriana e Zenari Agostino

COMUNE: Verona

LOCALITA' : Moruri

IL COSTRUTTORE

I PROPRIETARI

INQUADRAMENTO



IL PROGETTISTA

IL DIRETTORE DEI LAVORI

Tav. 6.a

ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA DELL'INTERVENTO

DATA: 01.09.2015

SCALA: 1:2.000 - 1:1.000

Elaborati grafici redatti secondo le direttive dell'Art.12 "Istanze PUA" del vigente Regolamento Edilizio del comune di Verona, approvato con D.C.C. n.20 del 16 Marzo 2012

Elaborati grafici adeguati alle precisazioni della Conferenza di Servizi del 09.06.2015 come da comunicazione Prot. N.179881 del 22.06.2015 - Ist.Prot.Generale n.127350 del 30.05.2015

TIMBRI RISERVATI AL COMUNE

Menghini Gilberto - ARCHITETTO
Rodella Marco - ARCHITETTO
Benvenuti Antonio - GEOMETRA

contatti di riferimento:
marco.rodella@archiworldpec.it

NOME FILE: PUA Moruri_09.06.15_CS_045

Comune di VERONA

Provincia di VERONA

ZENARI AGOSTINO - POLINARI ADRIANA

***PIANO URBANISTICO ATTUATIVO POLINARI-ZENARI A
MORURI***

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E

IDROGEOLOGICA

D.M. 14.1.2008

Verona, gennaio 2014

dott. Paolo De Rossi

geologo

via Bombardi, 23

37131 V E R O N A

tel. 045-525148 340-4501373 fax 045-8401610

e-mail: pdr@geologoderossi.com - geologoderossi@gmail.com PEC: pdr@epap.sicurezzapostale.it

Polizza assicurativa R.C.: LLOYD'S di Londra - POLIZZA N. B112413N300002 massimale di euro 1.000.000



INDICE

1 - PREMESSA	3
2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
2.1 – situazione geomorfologica e geologica	5
2.2 - idrografia superficiale e idrogeologia	11
3 – SITUAZIONE GEOTECNICA E SISMICA	12
3.1 – indagini geognostiche	12
3.2 – caratterizzazione geotecnica	17
3.3 – caratterizzazione sismica	18
4 – OPERE DI URBANIZZAZIONE	22
5 – PREVISIONI DEL P.A.T. E DEL P.I.	23
6 - VINCOLO IDROGEOLOGICO FORESTALE	26
7 – CONCLUSIONI	27
 <i>ALLEGATI 1: STRALCI DEL PROGETTO</i>	 29

1 – PREMESSA

L'architetto Marco Rodella di Verona, progettista dell'intervento, a nome e per conto dei proprietari mi ha incaricato di preparare la relazione geologica e geotecnica, relativa a un'area da lottizzare nella frazione di Moruri. Questo documento denominato dal Comune di Verona nella richiesta documenti "Analisi geologica, geomorfologica e idrogeologica" esamina gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici nonché quelli geotecnici. Le risultanze dello studio eseguito sono esposte a seguire.

L'intervento da realizzare consiste in questa prima fase nella realizzazione di strade e parcheggi e delle opere di urbanizzazione e a questi aspetti è stato orientato lo studio mentre per la costruzione degli edifici si dovranno eseguire appropriate indagini.



Fig. 1: il sito di progetto

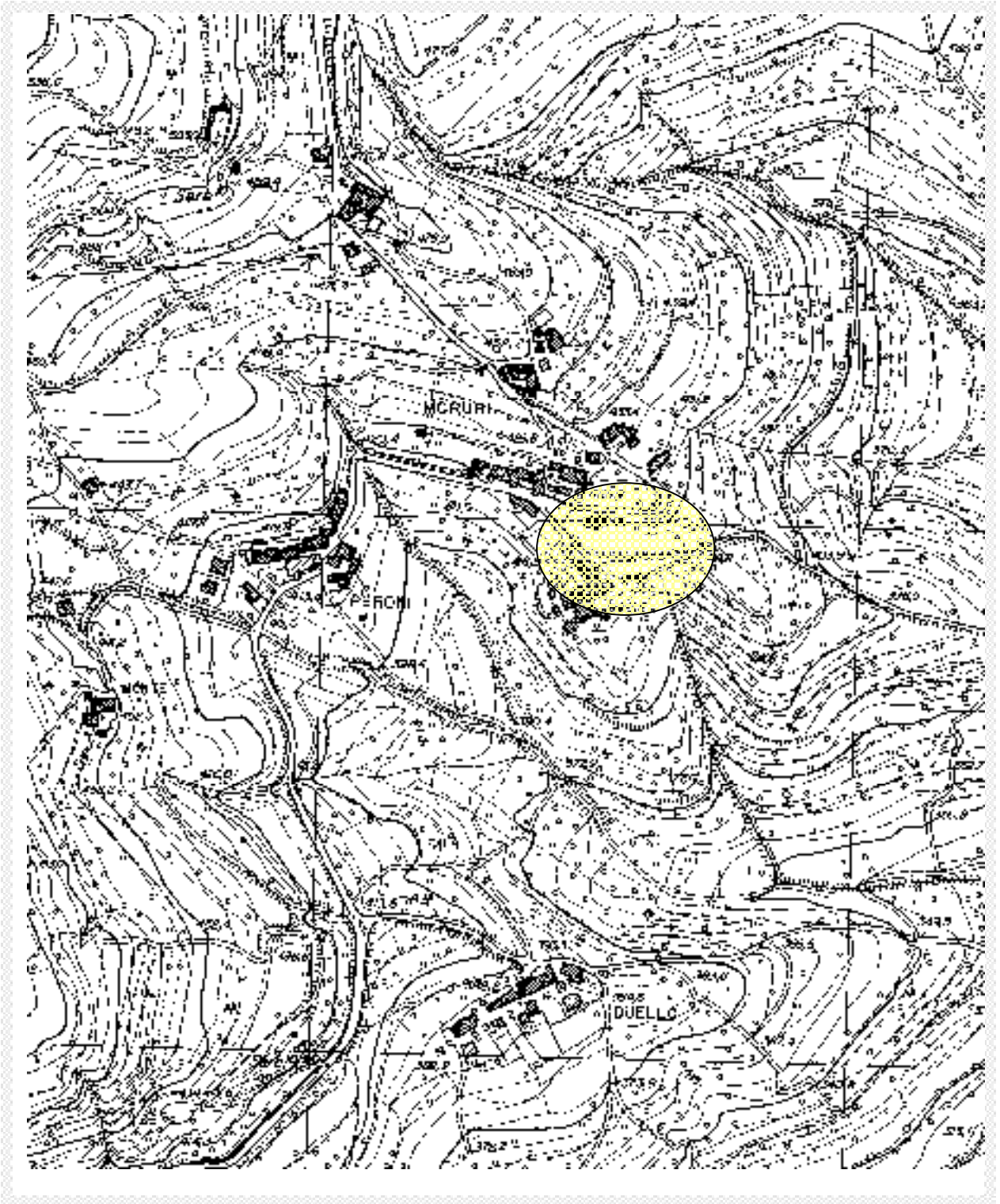


Fig. 2: ubicazione del sito di intervento (stralcio C.T.R. scala 1:5.000, el. 124091 Mizzole)

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 - situazione geomorfologica e geologica

La zona di intervento si trova in zona collinare alla quota di circa 420 m s.l.m. nell'abitato di Moruri. L'area è posta fra due strade: la principale a monte congiunge Moruri con Magrano e la provinciale per San Rocco di Piegara; la strada secondaria che si trova a valle è di interesse più locale. L'area è tributaria della valle di Mezzane. La pendenza è orientata verso sud ma nell'area da lottizzare assume valori molto contenuti.

L'area appare assolutamente stabile dal punto di vista morfologico e non vi si osservano né fenomeni di instabilità morfologica in atto né cicatrici di eventi pregressi. Tali fenomeni non sono osservabili nemmeno nelle aree circostanti che storicamente non risultano essere state soggette dissesti. La situazione del sito non presenta inoltre fenomeni preparatori a frane e dissesti. L'area è quindi stabile e da questo punto di vista risulta adatta ad essere edificata. Il sottosuolo del sito è generalmente roccioso e a profondità di qualche decimetro si rinvencono le rocce della formazione geologica del Biancone (cretaceo inferiore p.p.). Si tratta di calcari marnosi bianchi o grigiastri, intensamente fratturati e stratificati fittamente, sovente con interstrati argilloso-marnosi molli. Entro questa formazione rocciosa si rinvencono sovente tasche o sacche colme di argille residuali ricche di ossidi metallici. Tali argille derivano dalla dissoluzione carsica delle rocce locali di cui costituiscono il residuo insolubile. Le sacche di argilla talora hanno estensione rilevante e profondità elevata, che può essere definita solo con indagini dirette fino alla profondità necessaria.

Nel sito di interesse sono stati eseguiti 4 scavi di saggio ma il mezzo d'opera messo a disposizione non consentiva di superare la profondità di 2,5 metri. La roccia è stata rilevata nel lotto posto ad est a partire da 50 centimetri di profondità, nel lotto ad ovest a partire da circa 2 metri di profondità mentre nel lotto centrale i due scavi effettuati hanno rilevato argilla residuale bruno-rossiccia per tutta la profondità esplorata.



Fig. 3: carta geologica (Sorbini ed altri, 1977)

in verde chiaro (n. 5) depositi colluviali delle valli laterali, in blu i Calcari grigi di Noriglio (giurese medio e inferiore - n. 15) in celeste (n.14) il Rosso Ammonitico (giurese superiore), in verde scuro (n.13) i calcari marnosi del Biancone – (Cretaceo inferiore), in verde chiaro (n. 12) la formazione calcarea della Scaglia Rossa Veneta – (cretaceo superiore), in marrone i calcari eocenici (n.10). Punteggiato rosso = depositi detritici di versante (n. 1), arancio (n.17) rocce vulcaniche. Le linee rosse sono faglie.

Le aree squamate sono depositi di antiche frane e il colore indica la formazione rocciosa interessata.

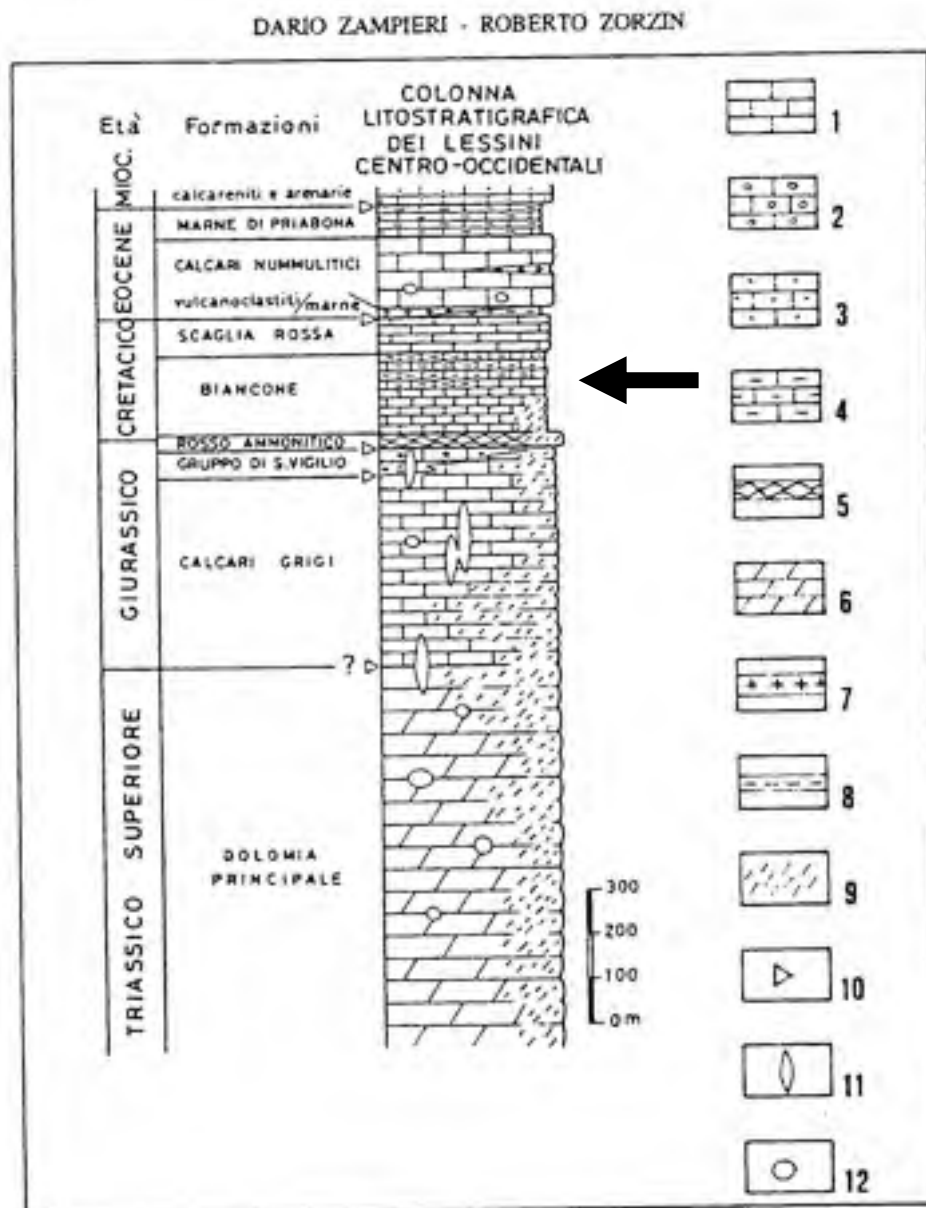


Fig. 9 - Colonna litostratigrafica dei Monti Lessini centro-occidentali: 1) Calcari, 2) Calcareniti oolitiche, 3) Arenarie, 4) Calcari marnosi, 5) Calcari nodulari, 6) Dolomie, 7) Epiclastiti basaltiche, 8) Marne, 9) Dolomie cristalline, 10) Discordanza angolare, 11) Cavità carsica a sviluppo verticale (pozzi), 12) Cavità carsica a sviluppo suborizzontale (gallerie).

Fig. 4 : serie stratigrafica della Lessinia (da Zampieri e Zorzin)

Si riporta a seguire una descrizione della serie stratigrafica affiorante nella zona, precisando che l'unica formazione rilevante per la realizzazione delle opere è quella del Biancone e che le altre si trovano a notevole distanza verticale da questa tanto da non rivestire alcun interesse ai fini di questo studio.

SERIE STRATIGRAFICA

La Dolomia Principale non affiora nella zona di interesse.

Solo il versante lessineo della val Lagarina e l'alta val di Illasi mostrano estesi affioramenti di questo litotipo. Al di sopra della Dolomia si incontrano, nella normale serie stratigrafica lessinea i calcari di piattaforma denominati **Calcari Grigi di Noriglio**: si tratta di una potente formazione rocciosa formata prevalentemente da calcari. Sotto lo strato superficiale di alterazione che si presenta uniformemente grigio, il colore della roccia, sulla frattura fresca, varia dal bianco al nocciola al grigio. La parte superiore della formazione si è formata in un ambiente lagunare, secondo gli studi di Bosellini & Broglio Loriga (1971) e di Clari (1975). In questa laguna e in special modo nelle sue aree di raccordo con le zone pelagiche del solco bellunese e lombardo si formavano barre oolitiche che proteggevano isole basse e occupate da vegetazione, che, in alcune aree della Lessinia (Grezzana, Roverè, Crespadoro ecc.) ha poi dato origine a depositi di lignite. Questa formazione rocciosa risale al lias superiore del quale conserva testimonianze fossili della fauna a alghe e lamellibranchi marini. In questa zona tali rocce affiorano solo nella parte più profonda della valle di Mezzane. Al di sopra dei Calcari Grigi si incontra la formazione dei **Calcari Oolitici di San Vigilio** (lias). Si tratta di calcari formati da sferulette da submillimetriche a millimetriche dette ooliti. La roccia presenta una colorazione giallastra chiara. Queste due formazioni calcaree affiorano sui versanti scoscesi delle vallate. In questa zona dei Lessini tali calcari sono essenzialmente costituiti da biocalcareni e ooliti di margine della piattaforma. La formazione, al pari dei sottostanti

calcarei grigi, ha una evidente stratificazione in grossi banchi. Si tratta di una formazione che si trova in Lessinia in modo discontinuo e che non esiste nella zona di studio.

Al di sopra dei calcari di piattaforma (Calcarei Grigi di Noriglio e Calcarei Oolitici di San Vigilio) si presenta la successione pelagica (dogger-malm) che inizia con il **Rosso Ammonitico Veronese**. Si tratta di una serie di calcari a grana finissima con peculiare caratteristica in una marcata nodularità, avente uno spessore di 20-25 metri circa.

Il tetto della formazione è formato da calcari rosati o biancastri che fanno da base alla sovrastante formazione del Biancone (cretaceo inferiore). Il Rosso Ammonitico determina il gradino morfologico tra le aree a Biancone ad andamento dolce e gli erti versanti o le pareti rocciose della parte più bassa della valle, modellati nei Calcarei Grigi e nei Calcarei Oolitici. Il Rosso Ammonitico forma quindi il ciglio superiore delle pareti rocciose, frequenti in tutta la Lessinia.

Al di sopra del Rosso Ammonitico si trova il **Biancone** (cretaceo inferiore); si tratta di una sequenza di calcari e marne di colore bianco o grigiastro, fittamente stratificati e intensamente fratturati che in Lessinia ha lo spessore di circa 180 metri. La caratteristica tipica di questa formazione è la presenza di lenti o arnioni di selce. La serie rocciosa appare costituita da orizzonti di calcari marnosi di colore bianco o grigiastro, con interstrati costituiti da livelli di marne e argilliti cineree o verdastre. La roccia presenta una fitta stratificazione, con spessori da 10 a 30 cm e una intensa fratturazione con cadenza dei giunti da 10 a 30 cm e si presenta suddivisa in prismi rocciosi di dimensioni conseguenti.

Il Biancone è di mare profondo anche se con profondità non abissali. L'unità litologica è molto povera di fossili macroscopici e relativamente ricca di microfossili.

Al di sopra del Biancone si trova la **Scaqlia Rossa Veneta** (cretaceo superiore) che presenta un colore rosato per la presenza di minerali ossidati trasportati nel bacino di sedimentazione dalle terre emerse. Si tratta di un calcare debolmente marnoso stratificato fittamente e

debolmente fratturato. Il suo spessore, nell'area di studio non è completamente rilevabile perché la sua parte superiore è stata asportata dall'erosione. La Scaglia Rossa si è formata in condizioni simili a quelle del Biancone come testimonia la scarsità di fossili riferibili a organismi bentonici e la abbondanza di microfossili planctonici. I versanti modellati in questa formazione rocciosa presentano maggiore pendenza e asprezza rispetto a quelli in cui affiora il Biancone, per la minore erodibilità di questa roccia rispetto appunto al Biancone.

La formazione sovrastante è costituita da calcari giallastri generalmente costituiti da calcareniti o biocalcareni di età terziaria (eocene).

TETTONICA

I monti Lessini costituiscono un blocco dalla forma grossolanamente triangolare con il vertice a nord, lungo la val d'Adige, e la base in corrispondenza del limite con la pianura. Dal punto di vista strutturale quest'area si situa nelle Alpi Meridionali centrali, ed è limitata ad ovest dalla fascia di deformazione delle Giudicarie (NNE-SSW), mentre a nord e ad est è limitata dal sistema della faglia Schio-Vicenza (NW-SE). Verso sud il tavolato lessineo immerge sotto la coltre alluvionale padana verso l'avanfossa della catena appenninica.

Le analisi strutturali mostrano che questo settore delle Alpi Meridionali è stato deformato in vari momenti. Le rocce affioranti mostrano evidenze di deformazione del Lias-Cretacico, quando era attivo il vicino margine occidentale della piattaforma carbonatica veneta, controllato da tettonica sinsedimentaria distensiva (Castellarin, 1972). Le strutture di tale fase hanno generalmente una direzione tra N e NNE.

La successiva deformazione, del Paleogene, è ancora del tipo distensivo ed è connessa col magmatismo basico e ultrabasico del Veneto occidentale (Piccoli, 1966). Le strutture hanno prevalentemente una direzione NNW-SSE (Zampieri, 1995), ma in alcuni settori sono state riattivate anche le precedenti strutture (Zampieri, 2000).

La prima evidente deformazione di tipo compressivo è di età Serravalliano-Tortoniana (Fase Valsuganese). Le strutture di raccorciamento, faglie e pieghe, hanno una direzione tra E-W e ENE-WSW (Castellarin e Cantelli, 2000).

Nel Messiniano la deformazione transpressiva della fascia delle Giudicarie ha interessato marginalmente anche il versante sinistro della val d'Adige (Faglia del Pastelletto) con sviluppo di strutture orientate NNE-SSW, che derivano dall'inversione di strutture distensive Liassico-Cretaciche ereditate (Castellarin e Cantelli, 2000).

Dal Pliocene i Lessini appaiono coinvolti in un basculamento verso sud che interessa tutta l'area tra il lago di Iseo e i Colli Euganei, interpretato come una progressiva incorporazione nell'avanfossa appenninica, in avanzamento verso NE (Doglioni, 1993). Secondo Picotti et al. (1977) quest'area mostra attualmente strutture distensive orientate NW-SE legate al ruolo di rialzo periferico della catena appenninica.

Nelle zone di interesse non si osservano lineazioni tettoniche e in particolare non si rilevano aree fratturate o milonitiche correlate a disturbi tettonici.

2.2 – idrografia superficiale e idrogeologia

Nella zona di interesse non esistono corsi d'acqua. Si osservano solo incisioni erosive poste però a distanza dal sito di intervento sul quale non esercitano alcuna influenza. La falda acquifera è molto profonda (almeno 300 metri). Si tratta dell'acquifero carsico di fondo che non esercita alcuna influenza sulle opere di urbanizzazione. Nella formazione del Biancone sono relativamente frequenti piccole circolazioni idriche a debole profondità, sostenute dagli acquitarde che si rilevano nelle aree maggiormente marnose. Si tratta di livelli di permeabilità ridotta che intercettano una parte delle acque pluviali di infiltrazione e che talora danno luogo a scaturigini sorgentizie, come si osserva all'inizio del paese ad ovest del sito. Nell'area di progetto e nelle sue immediate vicinanze non si rilevano fenomeni di questo genere.

3 – SITUAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

3.1 – indagini geognostiche

Con le risorse messe a disposizione è stato possibile eseguire 4 scavi di assaggio spinti fino alla profondità massima di circa 2,5 metri. L'indagine svolta è sufficiente per quanto attiene le opere di urbanizzazione ma va considerata carente per definire le problematiche relative alla costruzione in futuro degli edifici, soprattutto per la zona del lotto centrale dove non è stato possibile rilevare la profondità della roccia e delle caratteristiche geotecniche del terreno a profondità adeguata sotto il piano di posa delle fondazioni. E' probabile che lo spessore della coltre argillosa non sia molto elevato e che sia facile appoggiare le fondazioni dell'edificio sulla roccia ma in altre aree sono state rilevate analoghe sacche di argilla profonde decine di metri. Tale condizione non pregiudica la edificabilità ma richiede fondazioni più consistenti che per l'appoggio sulla roccia oltre a una indagine geologico-geotecnica più approfondita. Si ricorda infatti che la Circolare Ministeriale n. 617 del 02/02/2009 pubblicata sul S.O. n. 27 della G.U. n. 47 del 26/02/2009 fornisce prescrizioni sulle modalità di indagine. Infatti al punto C6.4.1 indica che la profondità da raggiungere con le indagini deve essere pari a $b-2b$ dove “b” è la dimensione minore del rettangolo che meglio approssima la forma in pianta del manufatto.

Le ubicazioni dei punti di scavo sono riportate nell'allegato n. 1.

scavo 1: (zona centrale della lottizzazione circa al centro del lotto)

profondità m	litologia
0 - 0,6	Terreno agrario argilloso marrone con ciottoli
0,6 – 2,5	Argilla molto plastica con detriti spigolosi centimetrici



Fig. 5: lo scavo n. 1 e il terreno di risulta

scavo 2: (zona centrale della lottizzazione verso la strada di lottizzazione)

profondità m	litologia
0 - 1	Terreno agrario argilloso marrone con ciottoli
1 – 2,5	Argilla molto plastica con detriti spigolosi centimetrici



Fig. 6: lo scavo n. 2 e il terreno di risulta

scavo 3: (zona orientale della lottizzazione)

profondità m	litologia
0 – 0,5	Argilla limosa con abbondanti detriti spigolosi calcarei centimetrici
0,5 - 0,7	Roccia calcarea biancastra (Biancone)



Fig. 7: lo scavo n. 3 (si intravede al fondo la roccia calcarea biancastra)

scavo 4: (zona occidentale della lottizzazione)

profondità m	litologia
0 - 0,3	Terreno agrario argilloso con detriti spigolosi calcarei
0,3 – 2,0	Argilla con abbondanti detriti spigolosi calcarei centimetrici
2 - 2,5	Roccia calcarea biancastra (Biancone)



Fig. 7: lo scavo n. 4 e il terreno di risulta

3.2 – caratterizzazione geotecnica

I lavori di urbanizzazione sono abbastanza semplici limitandosi a strade e parcheggi. Essi interessano principalmente la porzione superficiale del sottosuolo che, dai risultati delle indagini, è di natura parte argillosa e parte rocciosa, a seconda della posizione considerata. Si tratta però di argilla abbastanza consistente in quanto la assenza di falda (o meglio la profondità della falda acquifera) non induce nei sedimenti un elevato contenuto d'acqua. Tale terreno non consente la rapida dissipazione delle sovrappressioni interstiziali indotte dal peso delle opere. Poiché in tali condizioni la resistenza al taglio aumenta nel tempo è possibile affermare che le condizioni critiche per la stabilità siano quelle iniziali. Poiché inoltre la velocità di applicazione dei carichi è significativamente maggiore della velocità di dissipazione delle sovrappressioni interstiziali la fase di carico ha luogo in condizioni non drenate e il comportamento meccanico del terreno può essere descritto in termini di pressioni totali, con resistenza al taglio espressa dalla coesione non drenata. Questa valutazione è applicabile solo a costruzione di strade, rilevati ed edifici (ovviamente su terreno argilloso), mentre per quanto attiene la stabilità delle scarpate e la spinta sui muri di contenimento vanno considerati i parametri di resistenza drenati. La coesione non drenata può essere stimata in modo attendibile anche se non assolutamente preciso, con strumentazione portatile mentre i parametri drenati richiedono complesse prove di laboratorio (taglio diretto CD o prova triassiale CD) che non è stato possibile eseguire con le risorse a disposizione. I parametri drenati vengono quindi forniti con una stima che appare ragionevole ma che ha valore solo indicativo e va utilizzata con prudenza e attenzione.

I parametri geotecnici tipici dell'argilla della zona sono i seguenti:

angolo di attrito non drenato	0°
peso di volume	$1850 \text{ Kg/m}^3 = 18.5 \text{ KN/m}^3$
coesione non drenata	$1 \text{ Kg/cm}^2 = 0.1 \text{ MPa}$
Angolo di attrito drenato	22°
Coesione drenata	$0.15 \text{ Kg/cm}^2 = 0,015 \text{ MPa}$

3.3 – caratterizzazione sismica

La normativa sismica in Italia ha subito notevoli mutamenti ed evoluzioni soprattutto negli ultimi anni. Il territorio del comune di Verona non era classificato sismico. Successivamente la ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 20 MARZO 2003: *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica* lo ha inserito in classe 3, con valore di ancoraggio dell'accelerazione sismica orizzontale di 0.15g. La successiva OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 ha modificato il valore di ancoraggio alla accelerazione sismica orizzontale, precedentemente indicato.

Nel gennaio 2008 è stato introdotto il D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” che ha nuovamente ridefinito la situazione sismica del territorio italiano su basi statistico probabilistiche collegando la accelerazione sismica di progetto alle caratteristiche della costruzione oltre che alla situazione morfologica e geologica locale e ovviamente alle condizioni sismologiche del territorio.

Per la definizione della categoria di sottosuolo occorre ricorrere alla valutazione di V_{s30} . Per V_{s30} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

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

Analogamente per N_{spt30} e cu_{30} :

$$N_{spt,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{N_{spt,i}}}$$

$$cu_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{cu_i}}$$

Nel caso non siano disponibili le misure di V_s per i primi 30 metri e i terreni siano costituiti da alternanze di terreni a grana grossa e fina, si procede calcolando le classi corrispondenti per $N_{spt,30}$ e cu_{30} , assumendo quindi la classe peggiore fra le due calcolate.

E' molto probabile che entro i tre metri di profondità dalle quote di imposta degli edifici si incontri la roccia e quindi che la categoria sismica di appartenenza sia la "A". La situazione è però incerta nel lotto centrale dell'area dove la definizione delle caratteristiche sismiche consiglia la esecuzione di indagini a profondità più elevata. Se lo spessore della coltre argillosa dovesse risultare superiore a quanto ritenuto d'anzi probabile, si consiglia di eseguire una misura di retta della velocità delle onde sismiche, per la progettazione strutturale dell'edificio che sarà da erigere in tale zona. A seguire si riporta

solo la categoria "A", cui presumibilmente dovrebbe il sottosuolo appartenere del l'area della lottizzazione, ad esclusione forse della zona centrale, da investigare meglio.

Categoria del terreno di fondazione	A: ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, e eventualmente comprendenti uno strato di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m
-------------------------------------	---

V_{s30} = velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità

In riferimento alla seguente tabella (D.M. 14.1.2008, tab 3.2.VI) il sito ricade nella categoria T1.

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

Effetti cinematici sul terreno di fondazione.

Nel caso di sollecitazioni indotte da un evento sismico è opportuno tenere in considerazione, nel calcolo della portanza, anche degli effetti cinematici sul terreno di fondazione, effetti che conducono ad una diminuzione della capacità portante.

Vesic e Sano & Okamoto hanno proposto di quantificare il problema introducendo nel calcolo della portanza un angolo d'attrito ridotto (φ dinamico).

Altri Autori suggeriscono un approccio diverso, caratterizzato dall'applicazione di coefficienti riduttivi ai fattori di portanza N_q , N_c e N_γ . Paolucci e Pecker, per esempio, introducono i seguenti fattori:

$$z_q = z_\gamma = \left(1 - \frac{k_{hk}}{tg\varphi} \right)^{0.35}$$

$$z_c = 1 - 0.32k_{hk}$$

dove k_{hk} è il coefficiente sismico orizzontale riferito al piano di posa delle fondazioni (vedi sotto). I nuovi fattori di portanza saranno quindi dati dalle seguenti espressioni:

$$N_q' = z_q N_q$$

$$N_\gamma' = z_\gamma N_\gamma$$

$$N_c' = z_c N_c.$$

Le istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche (D.M. 14.01.2008) suggeriscono di applicare la correzione, con le formule viste sopra, solo al fattore N_γ , ponendo quindi $z_q = z_c = 1$.

Questa correzione comporta generalmente variazioni molto contenute della capacità portante rispetto alle condizioni statiche.

Per quanto riguarda la coesione (drenata e non), le osservazioni confermano che le sollecitazioni sismiche vi inducono effetti del tutto trascurabili.

Le seguenti tabelle riportano i parametri sismici di base della zona di intervento relativi a una posizione centrale della lottizzazione..

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 10/01/2014

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 45,5162000 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,1093400 [°]
 Latitudine (ED50): 45,5171200 [°]
 Longitudine (ED50): 11,1103600 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	12287	45,510560	11,067240	3438,35
2	12288	45,511960	11,138440	2261,69
3	12066	45,561950	11,136390	5381,21
4	12065	45,560540	11,065140	5976,24

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,486	0,235
SLD	50	0,058	2,541	0,244
SLV	475	0,163	2,433	0,277
SLC	975	0,210	2,463	0,281

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,479	0,236
SLD	50	0,058	2,531	0,245

SLV	475	0,162	2,432	0,277
SLC	975	0,209	2,464	0,281

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,480	0,235
SLD	50	0,059	2,540	0,244
SLV	475	0,164	2,435	0,277
SLC	975	0,212	2,462	0,282

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,486	0,235
SLD	50	0,059	2,548	0,243
SLV	475	0,165	2,436	0,277
SLC	975	0,213	2,458	0,282

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,482	0,235
SLD	50	0,058	2,538	0,244
SLV	475	0,163	2,433	0,277
SLC	975	0,211	2,463	0,282

4 – OPERE DI URBANIZZAZIONE

Le opere di urbanizzazione semplici e consistono nella realizzazione di strade e parcheggi privi di particolari manufatti e di alcuni muri di contenimento. Per la realizzazione di quelle ricadenti sulle aree a sottosuolo argilloso (praticamente tutte in base alla indagine svolta) è sufficiente adottare le normali regole dell'arte tenendo presente che si opera su terreni deformabili seppure in modo complessivamente contenuto e praticamente impermeabili nella parte superficiale argillosa. Ne consegue che è molto difficile disperdere acque nel sottosuolo argilloso e tale operazione risulta però generalmente possibile nella sottostante roccia fratturata. Non è stato possibile eseguire osservazioni appropriate perchè la roccia è stata

appena intaccata, sia per la scarsa profondità operativa del mezzo a disposizione e sia anche per la scarsa potenza del suddetto mezzo che non riusciva comunque a scavare in roccia.

Va anche tenuto presente che le acque meteoriche potrebbero pervenire nel cassonetto alla base dei rilevati stradali e ristagnarvi, dando luogo a potenziali inconvenienti se non adeguatamente drenate.

E' certamente opportuna la previsione di erigere muri di contenimento in quanto l'argilla del primo sottosuolo non è stabile nel lungo periodo se non con pendenze molto contenute (30° al massimo) e con una accurata gestione delle acque. Anche nel caso, non emerso nella indagine svolta, che le scarpate fossero in roccia sarebbe comunque utile prevedere tali opere in quanto si tratta di litotipi fratturati che darebbero luogo a periodico distacco e rotolamento di pietre a meno di non adottare anche in questo caso pendenze molto ridotte.

Per quanto riguarda la gestione delle acque, di cui si tratta in elaborato separato (valutazione di compatibilità idraulica) l'unico terreno individuato nel sottosuolo potenzialmente in grado di assorbire acqua è la roccia. E' possibile che acque immesse in roccia abbiano difficoltà a percolare in profondità e possano raggiungere la parte interrata degli edifici eventualmente presenti a valle.

5 – PREVISIONI DEL P.A.T. E DEL P.I.

Il P.A.T. del Comune di Verona, approvato con D.C.C. n. 15 del 24 marzo 2006 classifica il sito nel seguente modo:

art. 37 – Penalità ai fini edificatori, aree a bassa trasformabilità geologica

terreno mediocre, l'edificabilità è possibile ma richiede indagini geognostiche specifiche, verifiche di stabilità ed interventi di stabilizzazione preventivi

Nel sito di interesse si è accertata la presenza di un sottosuolo argilloso e talora roccioso di buone caratteristiche che consente la edificazione senza particolari penalità, ma con la esecuzione di appropriate indagini e accertamenti.

Il P.A.T. segnala anche la presenza di aree di paleofrana al di fuori della zona di intervento. Si tratta di frane avvenute nel recente passato geologico, comunque alcune migliaia di anni or sono e ormai stabilizzate completamente.

art. 38 – Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, invarianti o aree a bassa trasformabilità geoambientale

Parte su pendio zona meridionale: “C” (tratteggio blu) : presenza di rocce carbonatiche affioranti o subaffioranti con permeabilità secondaria per fratturazione e carsismo elevata, con strati di alterazione superficiale poco potenti e discontinui con coltri detritiche grossolane, morfologia collinare con versanti dolci interrotti da scarpate rocciose subverticali, presenza di corpi di frana e detriti di falda, forma carsiche ipo ed epigee – ***Vulnerabilità intrinseca da alta ad elevata.***

Il tipo di intervento non comporta ripercussioni a carico della falda né aumento del rischio di diffusione di inquinanti provenienti dal suolo in quanto si producono solo acque pluviali dilavanti strade o piccoli parcheggi con limitate possibilità di contaminarsi. Si attesta quindi che si rispettano i dettami degli artt. 38.19 e 38.20 del P.A.T. senza necessità di ulteriori opere di mitigazione.

Art. 39 – Aree soggette a dissesto idrogeologico, invarianti o aree a bassa trasformabilità: Aree di frana, esondabili o periodico ristagno idrico.

Nessuna penalità viene attribuita all'area di interesse.

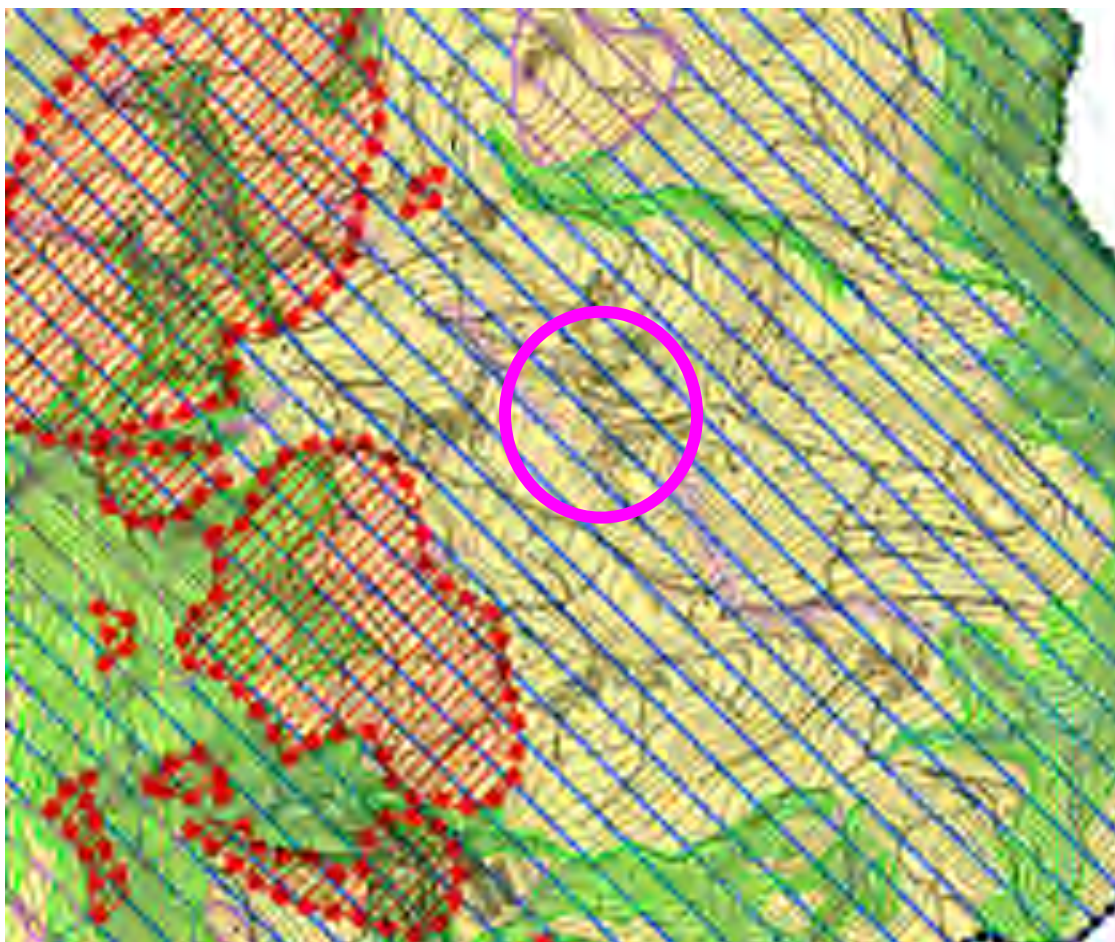


Fig. 8: stralcio del PAT: il colore giallo indica terreno mediocre (art. 37) e il tratteggio blu la attribuzione alla unità C a vulnerabilità idrogeologica da alta ad elevata (art. 38).

Il Piano degli Interventi, adottato con D.C.C. n. 59 del 08 settembre 2011 e 91 del 23 novembre 2011 ripropone le medesime classificazioni del P.A.T ai fini della vulnerabilità degli acquiferi. Il Piano degli Interventi indica che la zona è gravata dal vincolo idrogeologico forestale.

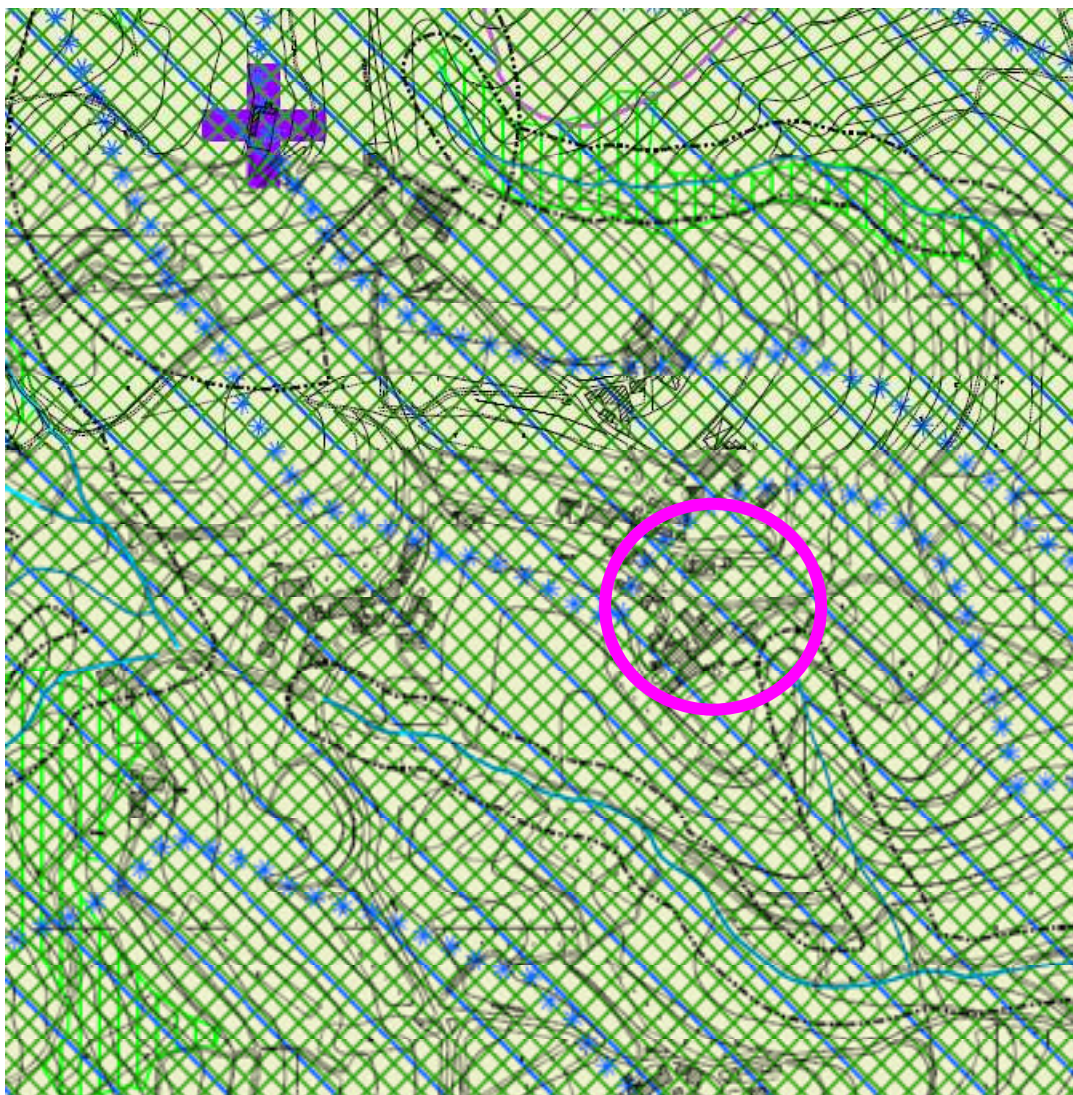


Fig. 9: stralcio del Piano degli Interventi - Carta dei Vincoli

6 - VINCOLO IDROGEOLOGICO FORESTALE

Sulla zona nel suo insieme grava il vincolo idrogeologico forestale. La indagine svolta e le risultanze esposte nei paragrafi precedenti permettono di escludere che la zona sia soggetta a dissesti di tipo idrogeologico, sia in atto che potenziali. Non si rilevano infatti le condizioni preparatorie di dissesti. L'intervento previsto non determina aumenti del rischio o la possibilità di futuri eventi, a condizione che le acque siano correttamente governate e che le opere siano realizzate secondo la buona regola dell'arte. L'aspetto inerente il governo delle

acque è stato qui solo accennato e viene sviluppato nella relazione di Compatibilità Idraulica, in elaborato a parte.

7 – CONCLUSIONI

L'indagine effettuata ha accertato la presenza di un sottosuolo argilloso in superficie con presenza di roccia a profondità variabili e che non è stato possibile accertare in tutte le posizioni. La zona si presenta stabile dal punto di vista geomorfologico e non soggetta a particolari rischi idrogeologici. Il sottosuolo, anche dove esso è di natura argillosa, presenta caratteristiche meccaniche buone con falda idrica profonda centinaia di metri. Le condizioni geotecniche sono favorevoli e l'area appare adatta alla edificazione senza particolari prescrizioni derivanti dalla situazione geologica. Va tenuto presente che la zona centrale della lottizzazione è ricoperta da una coltre di argilla di cui non è stato possibile, con i mezzi a disposizione, accertare lo spessore. Tale spessore probabilmente non è molto elevato ma altrove sono state reperite sacche di argilla, nelle medesime condizioni geologiche, profonde parecchi metri. La indagine svolta in questa posizione è quindi sufficiente per la realizzazione delle opere di urbanizzazione di cui a questa relazione, ma carente per la futura costruzione di un edificio.

La dispersione di acque nel sottosuolo argilloso poco permeabile è praticamente impossibile e comunque fortemente sconsigliata. Essa è invece probabilmente possibile nella roccia fratturata del sito. In caso di dispersione nel substrato roccioso è possibile interessare gli interrati degli edifici eventualmente presenti a valle e tale possibilità va meglio verificata. Con la indagine svolta non è stato possibile definire con certezza la categoria sismica di appartenenza del sottosuolo nella parte centrale della lottizzazione, dove probabilmente comunque è la "A", presumendo che lo spessore argilloso non sia elevato. In caso questa condizione sia poi smentita dall'approfondimento di indagine prima della costruzione

dell'edificio è consigliabile eseguire una misura diretta della velocità delle onde sismiche per la corretta attribuzione. In nessuna zona ricorrono condizioni di liquefacibilità sismica del sottosuolo per profondità della falda e natura granulometrica del terreno.

Per quanto attiene gli aspetti di competenza geologica, il permesso di realizzare il Piano Urbanistico Attuativo può essere concesso.

ALLEGATO 1: STRALCI DEL PROGETTO

(con sovrapposizione dei punti di indagine con scavi)

