



Provincia di Novara



COMUNE DI PARUZZARO



Regione Piemonte

Committente

SBS s.r.l.

Via Circonvallazione sn – 28010 Miasino (NO)

Progettista

Arch. Giancarlo PRIMATESTA

Urbanista

Arch. Mauro VERGERIO

**Piano Regolatore Generale Comunale
Variante Semplificata ex art. 17bis comma 4 - L.R. 56/1977 e s.m.i.**

AMPLIAMENTO SEDE LOGISTICA



RELAZIONE GEOLOGICA

(Circolare P.G.R. 16/URE/1989 – Circolare P.G.R. 7/LAP/1996 – D.M. 17.01.2018 - L.R. 45/1989)

FEBBRAIO 2022

Dott. Geol. Corrado Caselli



CORRADO CASELLI
GEOLOGYCONSULTING
28887 Omegna VB Italia



SOMMARIO

<u>1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE</u>	4
<u>2. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO</u>	5
2.1. LOCALIZZAZIONE	5
2.2. DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'INTERVENTO	6
<u>3. VINCOLISTICA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA</u>	8
3.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO	8
3.1.1. VOLUMI DI SCAVO E SUPERFICI INTERESSATE	8
3.1.2. COMPETENZE AUTORIZZATIVE	9
3.2. PIANO REGOLATORE COMUNALE	10
3.3. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE	11
<u>4. ANALISI GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA</u>	12
4.1. INDAGINI IN SITU	16
4.2. DATI PREGRESSI DISPONIBILI	20
<u>5. ANALISI IDROGEOLOGICA</u>	22
<u>6. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA</u>	23
<u>7. ANALISI DELL'AZIONE SISMICA</u>	24
7.1. STATI LIMITE E PROBABILITA' DI SUPERAMENTO	24
7.2. AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	25
7.3. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	26
7.4. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	26
7.5. CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI	27
7.6. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	33
<u>8. STRATIGRAFIA E MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO</u>	34
8.1. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	35

9. TERRE E ROCCE DA SCAVO	35
10. GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE	37
10.1. ANALISI PLUVIOMETRICA	37
10.2. CARATTERISTICHE E DIMENSIONI DEL BACINO SCOLANTE	39
10.3. CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO	40
10.3.1. CALCOLO DEI DEFLUSSI	42
10.4. RECAPITI DELLE ACQUE METEORICHE	43
11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	47

1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

La presente Relazione Geologica e Geotecnica è stata redatta a supporto del progetto di ampliamento della sede logistica della società SBS nel comune di Paruzzaro (NO) e della contestuale Variante Semplificata allo strumento urbanistico vigente, ai sensi dell'art. 17bis, comma 4, della legge regionale n.56/1977 e s.m.i..

Secondo quanto previsto al comma 14 dell'art. 17 bis della L.R. 56/1977, gli elaborati delle varianti semplificate possono avere contenuto limitato alla considerazione delle aree o degli aspetti oggetto della variante e devono prevedere:

- a) la relazione illustrativa;
- b) le indagini geomorfologiche e idrogeologiche con la relativa carta di sintesi, nonché le indagini sismiche qualora necessarie ai sensi della normativa di settore;**
- c) la relazione geologico tecnica;**
- d) le tavole di piano in scala non inferiore a 1:10.000 e 1:2.000;
- e) la sovrapposizione della proposta di variante al PRG vigente, con la stessa simbologia di piano in scala non inferiore a 1:10.000 e 1:2.000;
- f) le tavole di variante in scala non inferiore a 1:10.000 e 1:2.000;
- g) le norme di attuazione.

L'indagine geologica è stata quindi finalizzata ad ottemperare sia alle disposizioni della normativa tecnica sulle costruzioni (D.M. 17.01.2018) sia a quanto previsto dalla normativa urbanistica avanti citata, quindi alla definizione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito ed alla individuazione del modello geologico e geotecnico di riferimento.

L'area di progetto è inoltre per la sua totale estensione soggetta a **vincolo per scopi idrogeologici** ai sensi del **R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267**, normato dalla **L.R. 45/89** "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici - Abrogazione L.R. 27/81", per cui la procedura prevede anche l'ottenimento dell'autorizzazione alla modificazione e trasformazione d'uso del suolo ai sensi della norma avanti citata.

La presente Relazione Geologica e Geotecnica assume quindi anche la valenza degli elaborati previsti dalla Circolare P.G.R. del 18 luglio 1989 n.16/URE, dalla Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n.7/LAP e dalla Nota Tecnica Esplicativa del dicembre 1999.

Al fine di ottemperare a quanto richiesto lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- sopralluogo e verifica delle caratteristiche del sito;
- verifica della normativa geologica di PRGC;
- analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area;
- analisi dei dati geologici ed idrogeologici;
- esecuzione di indagini geognostiche (scavi esplorativi)
- acquisizione dei dati di indagini geofisiche (MASW)
- stima della pericolosità sismica sito-dipendente;
- determinazione dei principali parametri geotecnici;
- definizione delle modalità di gestione delle acque meteoriche;
- dimensionamento delle opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

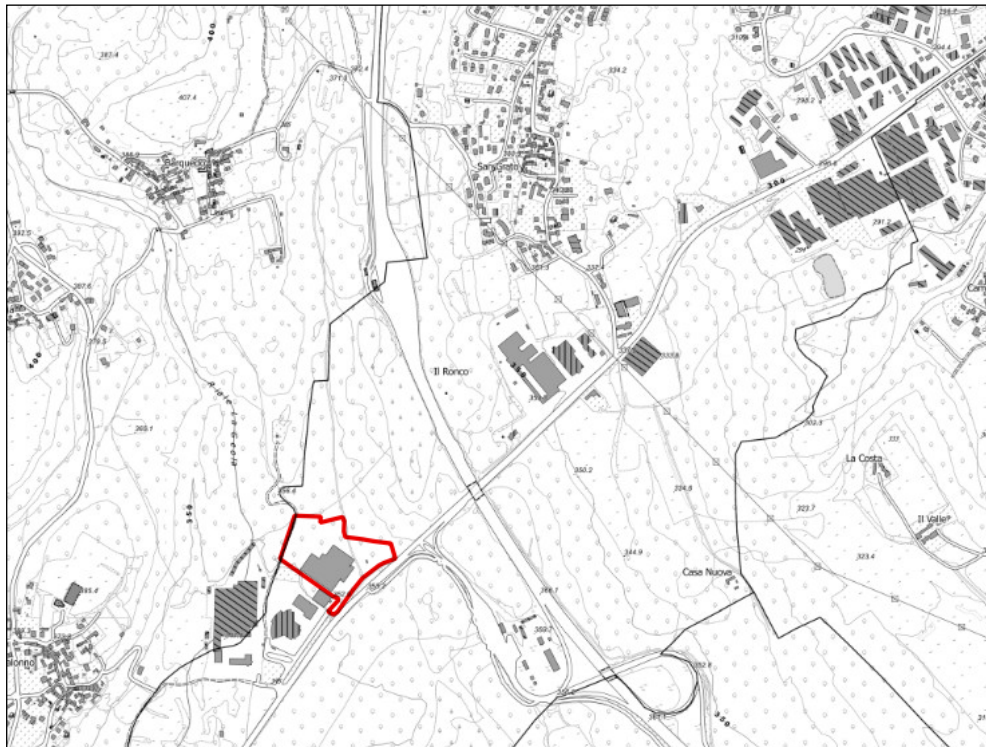
La presente Relazione Geologica costituisce parte integrante del progetto e nonché della documentazione prodotta a corredo della Variante Semplificata ai sensi dell'art. 17 bis, comma 14, della Legge Regionale 56/1977 e s.m.i..

2. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

2.1. LOCALIZZAZIONE

L'area di progetto individuata si trova sul territorio comunale di Paruzzaro (NO), si affaccia sul tracciato della S.R. 142, qui denominata Via Borgomanero ed è collocata ad una quota di circa 352 m s.l.m..

La cartografia ufficiale di riferimento è rappresentata dalla Base Dati Territoriale di Riferimento per gli Enti (BD TRE) a scala 1:10.000, sezione n. 094070; negli stralci che seguono è evidenziata l'intera area di proprietà.



Estratto BD TRE – Scala 1: 10.000 - Sezione n. 094070



Estratto Ortofotocarta 2018 (Fase di costruzione del capannone esistente)

2.2. DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'INTERVENTO

L'intervento proposto prevede l'ampliamento di un fabbricato destinato a logistica edificato in un'area a destinazione industriale di riordino, posta in fregio alla Strada Regionale 142 del Biellese nel Comune di Paruzzaro.

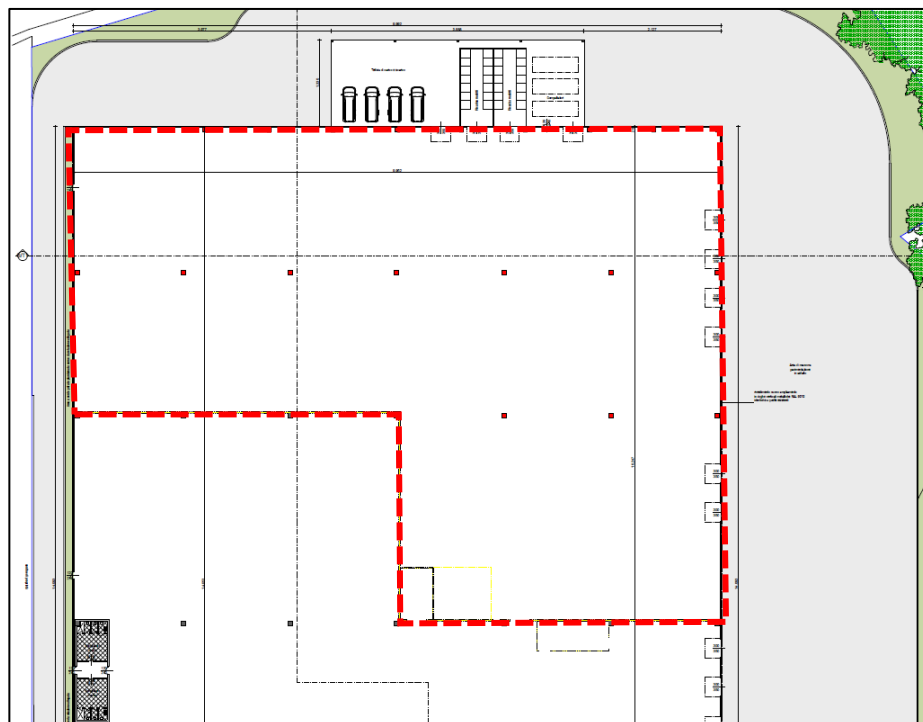
La nuova parte in ampliamento verrà realizzata su dei terreni liberi posti sul fronte posteriore rispetto alla Strada Regionale, il nuovo volume anche se di notevoli dimensioni non sarà visibile dalla strada regionale.

Come per la parte già esistente il nuovo corpo verrà realizzato con una struttura prefabbricata in cls ed esternamente rivestito con un dogato metallico verticale di colorazione Ral 9010 identico a quello già esistente.

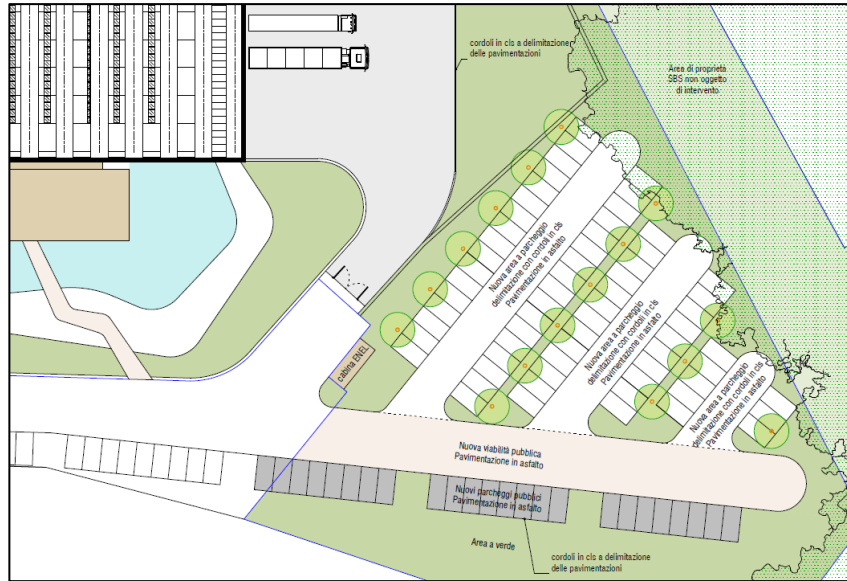
Sempre sul fronte posteriore, saranno collocati i servizi (tettoia di carico e scarico, ricovero e ricarica elevatori, deposito materiali ingombranti, ecc.), mentre i due prospetti laterali saranno schermati da alberature verdi: nel lato verso sud sarà impiantato a ridosso dell'edificio un filare di carpini (*carpinus betulus*), mentre sul lato nord è già esistente una fitta area boschiva a separazione dell'arteria autostradale, e tale vegetazione d'alto fusto verrà incrementata.

Visto l'incremento di personale lavorativo che comporterà l'ampliamento in progetto si è pensato di realizzare nei terreni di proprietà posti in fregio alla Strada Regionale 142 una nuova area a parcheggio, la tipologia di realizzazione sarà identica a quella già realizzata:

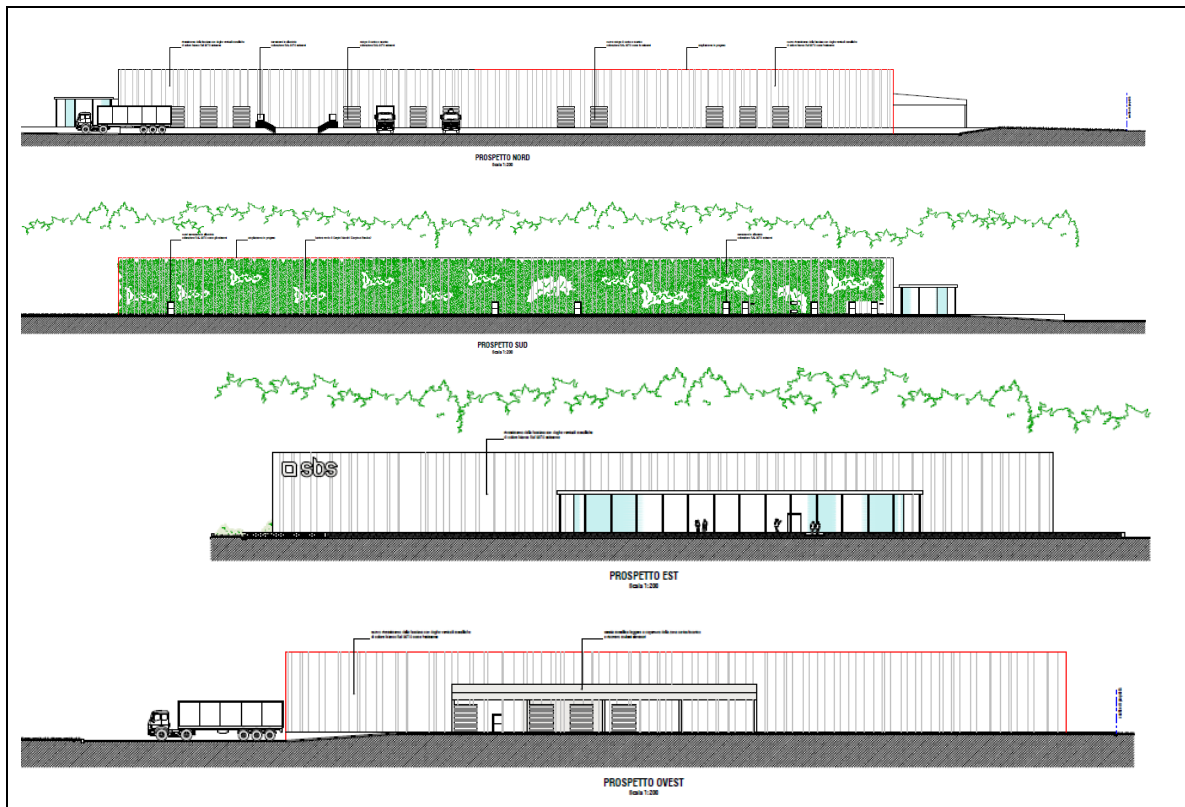
pavimentazione in asfalto delimitata da cordoli in cls intervallate da aree a verde nelle quali saranno messa a dimora grandi masse di arbusti fioriferi (*Abelia Grandiflora* e *Spirea Van Houttei*); in questa zona saranno ricavati anche le nuove aree a parcheggio pubblico e a verde pubblico che saranno poi cedute al comune.



Stralcio planimetria capannone con evidenziata la porzione in ampliamento



Stralcio planimetria di progetto con nuova area parcheggio

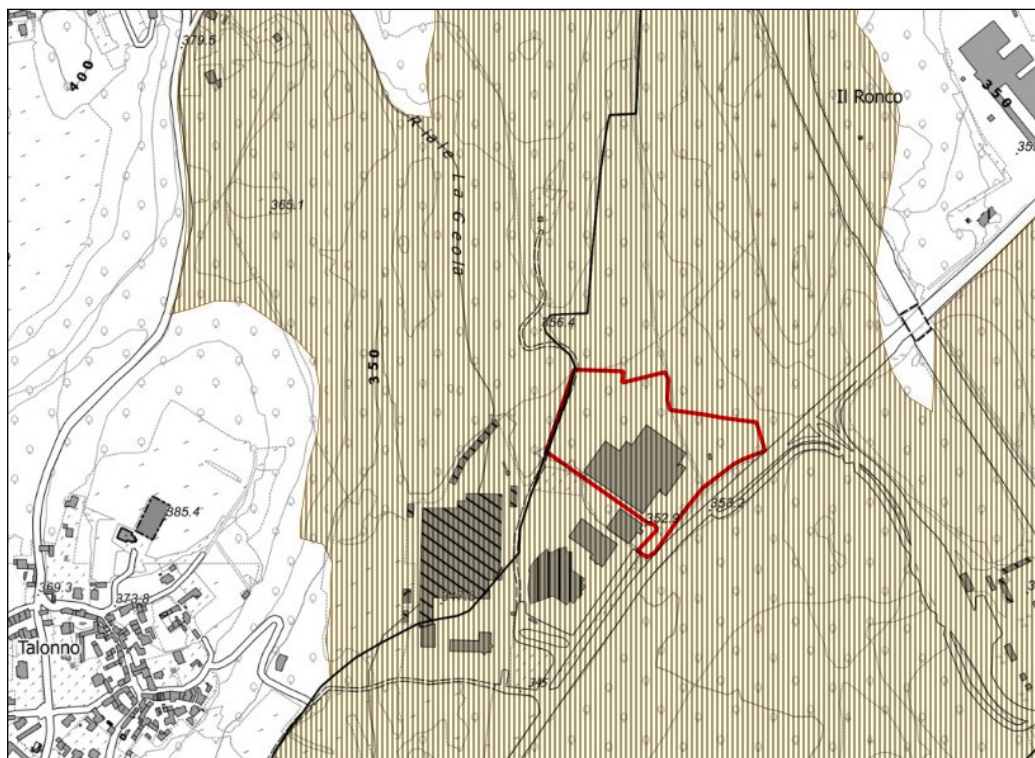


Prospetti

3. VINCOLISTICA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

3.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO

Come è possibile evincere dall'estratto di seguito riportato, l'area di progetto è per la sua totale estensione soggetta a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267, normato dalla L.R. 45/89 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici - Abrogazione L.R. 27/81".



LEGENDA



Area in vincolo idrogeologico

3.1.1. VOLUMI DI SCAVO E SUPERFICI INTERESSATE

La rappresentazione delle attività di sterro e riporto è contenuta negli elaborati di progetto (Tavole T06-T07-T08) ai quali si rinvia per i dettagli; nella tabella che segue si riassumono i dati significativi ai fini autorizzativi:

Superficie non boscata	Superficie boscata	Superficie totale	Sterro	Riporto	Volumi di scavo totali
m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³
8.205	10.950	19.155	13.118,44	16.871,15	29.989,59

Per quanto attiene alla determinazione dei volumi di scavo, la Circolare del Presidente della Giunta Regionale del 10.09.2018 N. 3/AMB Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45 (**Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici**). **Note interpretative e indicazioni procedurali. Revoca della circolare 4/AMD/2012**, chiarisce (art.3.1) che

"Ai fini della corretta definizione dei limiti dimensionali degli interventi, si chiarisce che per "volume di scavo" si intende il volume complessivo espresso in metri cubi del materiale oggetto sia di scavo sia di eventuale riporto in rilevato nell'ambito dell'area di intervento. Scavi e riporti in rilevato vanno quindi sommati nel caso

di riutilizzo del materiale di scavo a riporto, senza computare l'eventuale ritombamento. Nel caso di solo materiale utilizzato come riporto (a prescindere dall'area di provenienza) esso costituisce a tutti gli effetti "volume di scavo" e quindi va computato. Nel computo complessivo devono conseguentemente essere considerate anche le eventuali superfici interessate da riporti in rilevato che vanno sommate in termini di area a quelle di scavo."

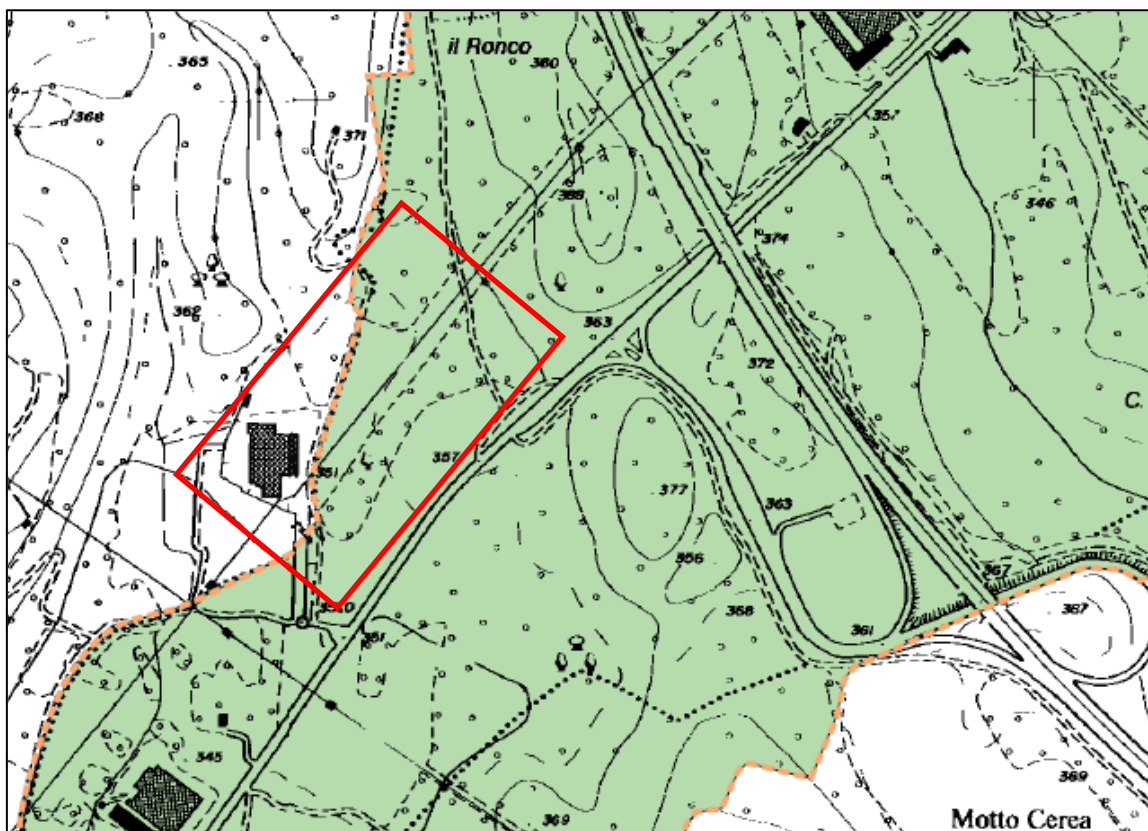
Nel caso specifico, considerando cautelativamente tutti i riporti come in rilevato, il volume convenzionale di scavo risulta pari a **29.989,59 m³**.

3.1.2. COMPETENZE AUTORIZZATIVE

Ai sensi della Circolare del Presidente della Giunta regionale 3 aprile 2012, n. 4/AMD "**Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45 (Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici). Note interpretative e indicazioni procedurali**", la competenza autorizzativa per "*interventi che interessano superfici superiori a 5.000 metri quadri o volumi di scavo superiori a 2.500 metri cubi*", come nel caso in oggetto, è attribuita alla **Regione Piemonte** alla quale viene quindi rivolta l'istanza di autorizzazione.

3.2. PIANO REGOLATORE COMUNALE

L'area di previsto intervento si trova in Classe di Pericolosità Geomorfologica e di Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica di **tipo I**.



Stralcio P.R.G.C. del Comune di Paruzzaro

LEGENDA

CLASSE	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	
	Agente morfogenetico prevalente	Grado di pericolosità
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center; width: 20px; height: 20px; line-height: 20px;">I</div> Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alla scelte urbanistiche.	Non sono evidenziati particolari processi morfogenetici e condizioni geotecniche penalizzanti	Irrilevante

Il Piano Regolatore del Comune di Paruzzaro, approvato con D.G.R. n. 31-13002 del 12.07.2004 e redatto ai sensi della Circolare P.G.R. n.7LAP/96, identifica le porzioni di territorio classificate con la **classe d'idoneità urbanistica di tipo I**, come: "Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. Ogni nuova opera da realizzare sarà soggetta alle prescrizioni contenute nel D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", atte a definire le caratteristiche geotecniche dei terreni. Le nuove edificazioni nei territori inclusi in questa classe sono comunque da ritenersi soggetti a eventuali vincoli presenti, quali ad esempio quello relativo alla salvaguardia dei pozzi idropotabili.

Tenuto conto delle caratteristiche degli interventi in progetto e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica delle aree interessate, si può ritenere che gli stessi debbano essere considerati del tutto **AMMISSIBILI** rispetto alle Norme Geologiche di PRGC, fatto salvo il rispetto delle prescrizioni esplicitate nella norma stessa.

3.3. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Al fine di assicurare il rispetto delle prescrizioni dettate per le costruzioni in zone sismiche, su tutto il territorio regionale ogni costruzione, riparazione e sopraelevazione di consistenza strutturale è sottoposta all'obbligo di denuncia prima dell'inizio dei lavori ai sensi dell'art. 93 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia) e s.m.i.

La denuncia rappresenta, di per sé, un adempimento obbligatorio su tutto il territorio piemontese, indipendentemente dalla zona sismica. La realizzazione di opere sottoposte agli obblighi di cui all'art. 93 del D.P.R. n. 380/2001 in mancanza della denuncia costituisce, infatti, violazione di legge passibile delle sanzioni previste dall'articolo 95 del D.P.R. n. 380/2001.

In alcuni casi, di seguito esplicitati, oltre alla denuncia è prevista un'autorizzazione preventiva all'inizio dei lavori ai sensi dell'art. 94 D.P.R. n. 380/2001, anch'essa obbligatoria. In mancanza di denuncia e in mancanza di autorizzazione, ove prevista, i soggetti intervenuti nella progettazione e nella realizzazione dell'opera, oltre ad incorrere nelle sanzioni di cui sopra, sono interamente responsabili verso la pubblica incolumità.

La denuncia rappresenta un obbligo preliminare all'inizio dei lavori strutturali. Sono sottoposte all'obbligo di denuncia anche le varianti sostanziali al progetto di opere o interventi già oggetto di denuncia.

Nell'ambito dei comuni compresi nelle zone sismiche 3 e 4, sono sottoposte rispettivamente a:

- a) denuncia e autorizzazione prima dell'inizio dei lavori, ai sensi degli articoli 93 e 94 del D.P.R. n. 380/2001: o tutte le opere e gli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali strategiche e rilevanti di cui al numero 1.1, al numero 1.2 lettere a), b) e c) ed al numero 2.1 lettera a) dell'Allegato 1;
- b) denuncia prima dell'inizio dei lavori, ai sensi dell' articolo 93 del D.P.R. n. 380/2001: o tutte le opere e gli interventi di rilevanza strutturale, indipendentemente dal sistema costruttivo adottato e dal materiale impiegato, la cui sicurezza possa interessare la pubblica incolumità.

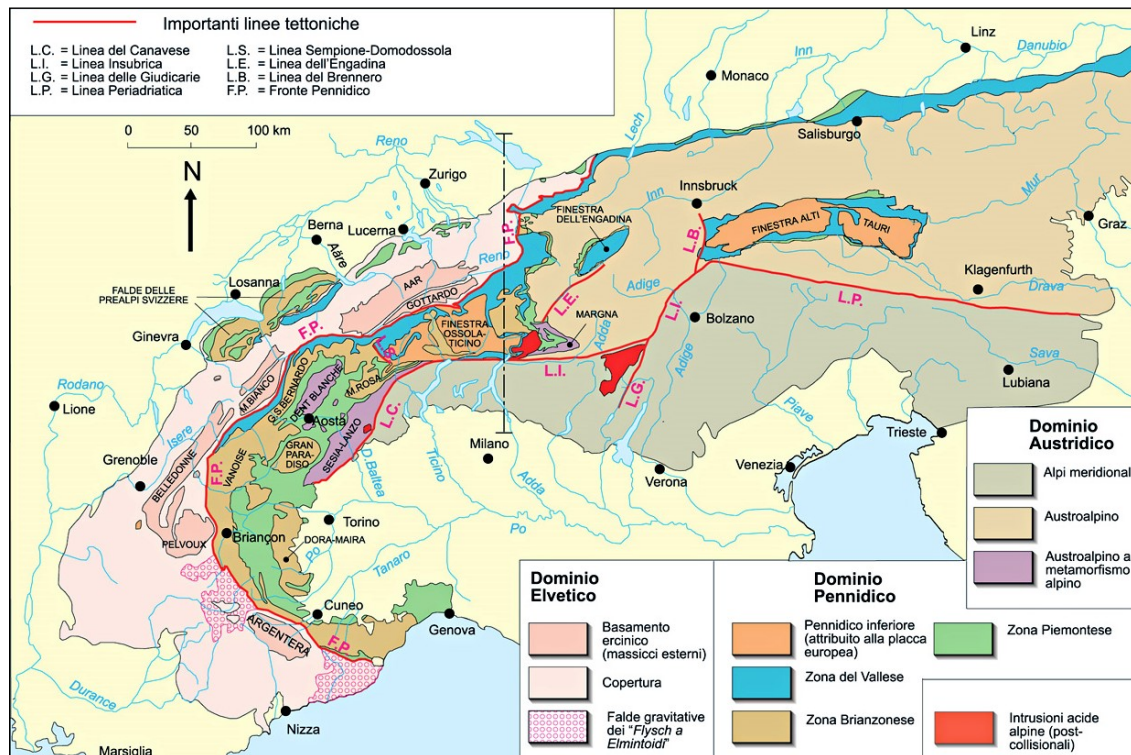
Con Deliberazione della Giunta Regionale 21 maggio 2014, n. 65-7656 (Individuazione dell'ufficio tecnico regionale ai sensi del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e ulteriori modifiche e integrazioni alle procedure attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084" la Regione Piemonte ha ritenuto di abolire nelle zone 3 e 4 i controlli a campione, come disciplinati dalla D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 e s.m.i., conseguendo così anche un significativo snellimento degli adempimenti posti a carico dei committenti privati, sottolineando che il rispetto delle disposizioni per le costruzioni in zone sismiche resta comunque soggetto all'ordinaria attività di vigilanza di cui all'articolo 103 del D.P.R. n. 380/2001.

Il comune di Paruzzaro risulta in ogni caso inserito in Zona sismica 4.

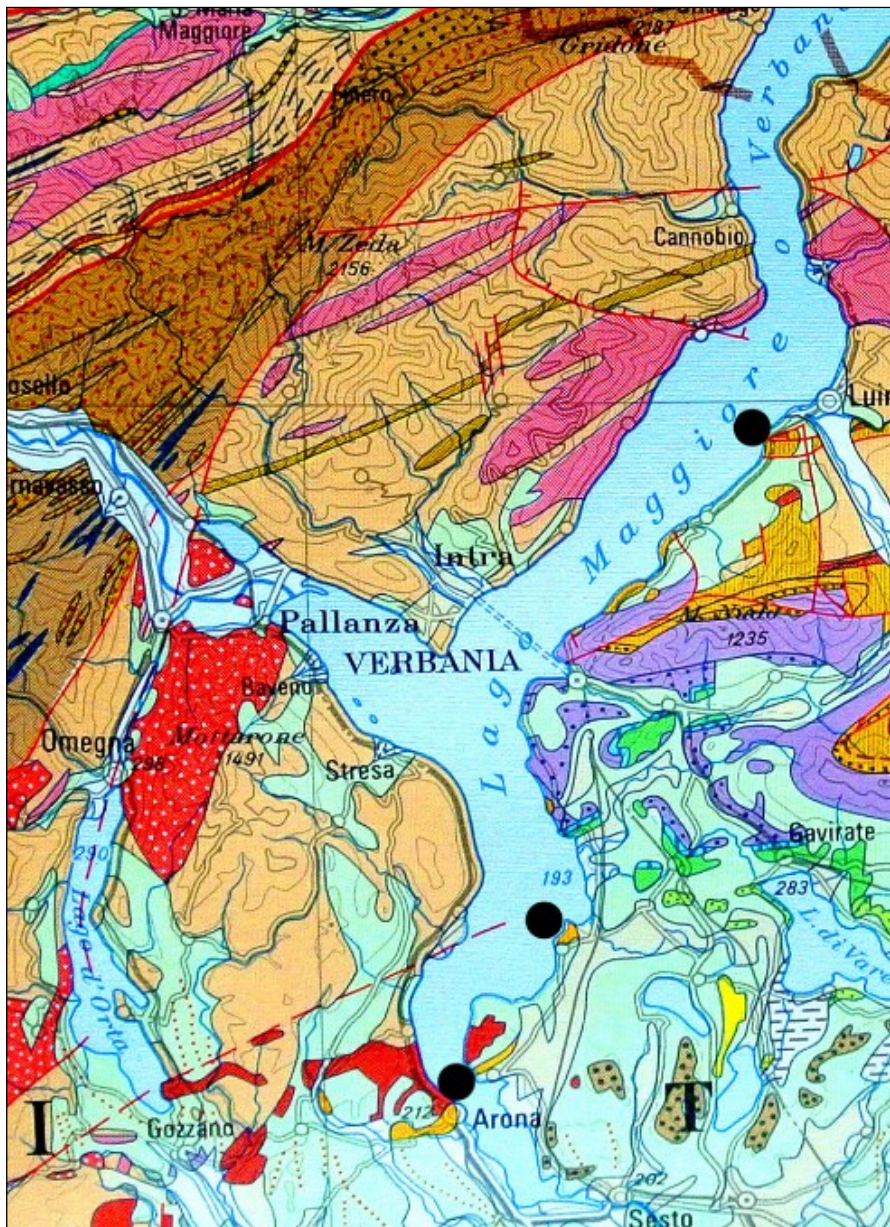
4. ANALISI GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

L'area d'interesse appartiene nella porzione geologicamente più interna della catena orogenica Alpina, ed in particolare in quel dominio definito Sudalpino o Alpi meridionali. Il Sudalpino è delimitato a livello regionale dal lineamento tettonico Periadriatico verso Nord, che lo colloca in contatto diretto con le falde alpine in senso stretto, mentre verso Sud dall'avampaese padano, ovvero le sue strutture geologiche si approfondiscono al di sotto delle coperture recenti che contraddistinguono il bacino della Pianura Padana.

Le Alpi meridionali sono costituite da un impilamento tettonico di falde sud vergenti, che possono essere distinte in due grandi porzioni: una più orientale dominata dalla sequenza sedimentaria mesozoica a dominanza carbonatica (Alpi Calcaree Meridionali), mentre nelle sue propagini più occidentali affiora il basamento cristallino di età Ercinica, ovvero lembi di crosta continentale accretata a seguito di processi orogenici Paleozoici.



In modo particolare il settore di Sudalpino che circonda i grandi bacini lacustri del Lago Maggiore e del Lago d'Orta, rappresenta il graduale contatto fra il basamento cristallino vero e proprio che affiora con continuità nell'adiacente Zona d'Ivrea, con la copertura sedimentaria mesozoica. Nello specifico, le porzioni più meridionali del Lago d'Orta, così come buona parte della sponda occidentale del Lago Maggiore, sono terreni che appartengono alla formazione denominata Serie dei Laghi, ovvero una potente formazione di micascisti a metamorfismo di età ercinica, all'interno dei quali si intrudono le grandi masse granitiche dei "Graniti dei Laghi". Questa parte di basamento, delimitata a Nord dalla faglia di età permiana Cossato – Mergozzo – Brissago rappresenta un esempio di crosta continentale intermedio – superiore.



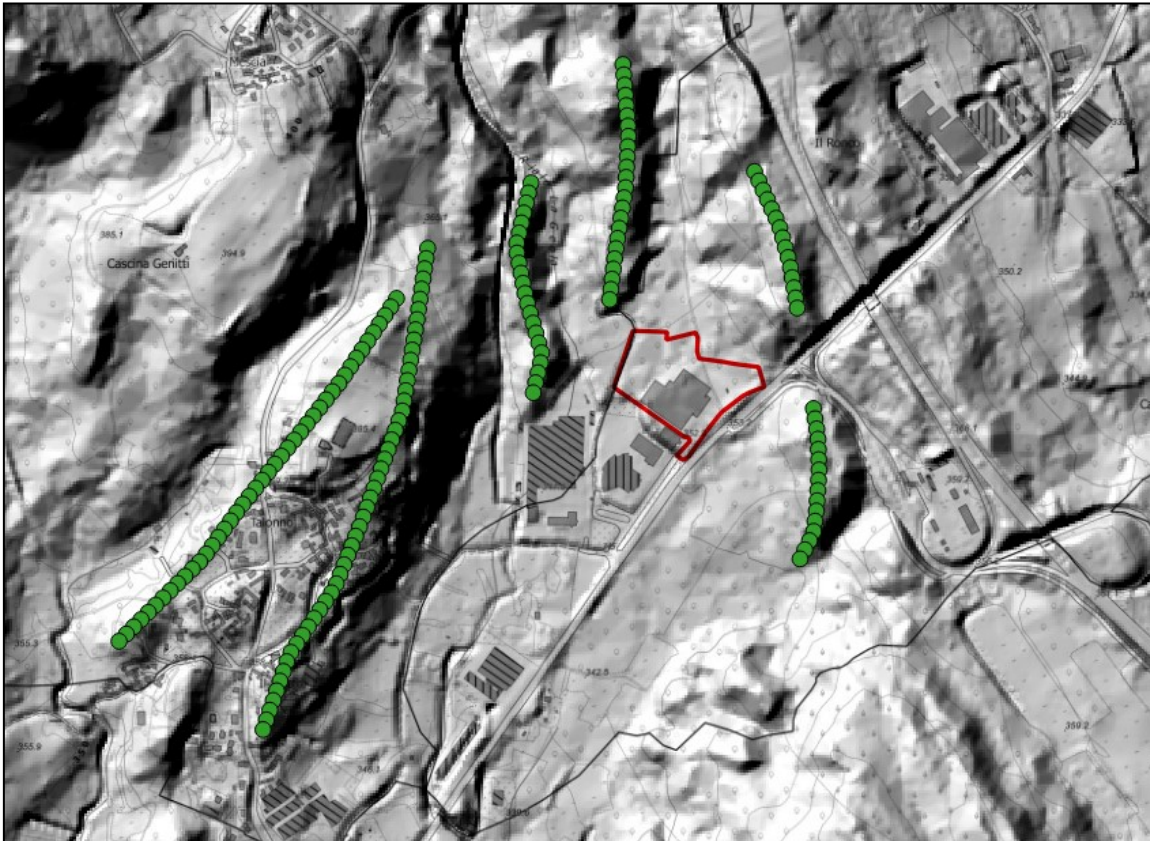
Carta geologica della zona compresa fra il Lago d'Orta ed il Lago Maggiore

Localmente i micascisti sono coperti da litologie riconducibili ad eventi magmatici effusivi, datati verosimilmente alla fine del periodo Permiano; si tratta perlopiù di piattaforme porfiriche e piroclastiche generate dalle manifestazioni magmatiche effusive tardive, che segnano la fine degli eventi geodinamici paleozoici che hanno connotato il basamento cristallino del Sudalpino. Tuttavia occorre segnalare la presenza di un lineamento tettonico a carattere regionale, denominato Linea della Cremosina, che spesso si imposta sul contatto fra le due litologie (trascorrente destra nealpina).

Stratigraficamente al di sopra del basamento cristallino si depositano i sedimenti mesozoici appartenenti alla sequenza sedimentaria sudalpina, rappresentati nell'area da formazioni calcaree giurassiche (Dolomia di Arona, Breccia di Invorio e calcare di Gozzano) e formazioni marine argillose sabbiose di età pliocenica, poste quest'ultime in diretto contatto con il basamento stesso. A differenza di quanto accade nel bacino lombardo, dove, a partire dal Triassico si verifica un'estesa sedimentazione in ambiente marino, questo settore delle Alpi meridionali rappresenta, con ragionevole certezza, un alto morfologico strutturale limitato ad occidente dalla soglia di Gozzano, che determina una scarsa e/o assente sedimentazione. Nel Pliocene la trasgressione marina che porta alla deposizione di sedimenti che contraddistinguono l'approfondimento del fondale marino stesso.

Nell'area di interesse progettuale, tuttavia, la costante geologica è la copertura morenica di origine glaciale,

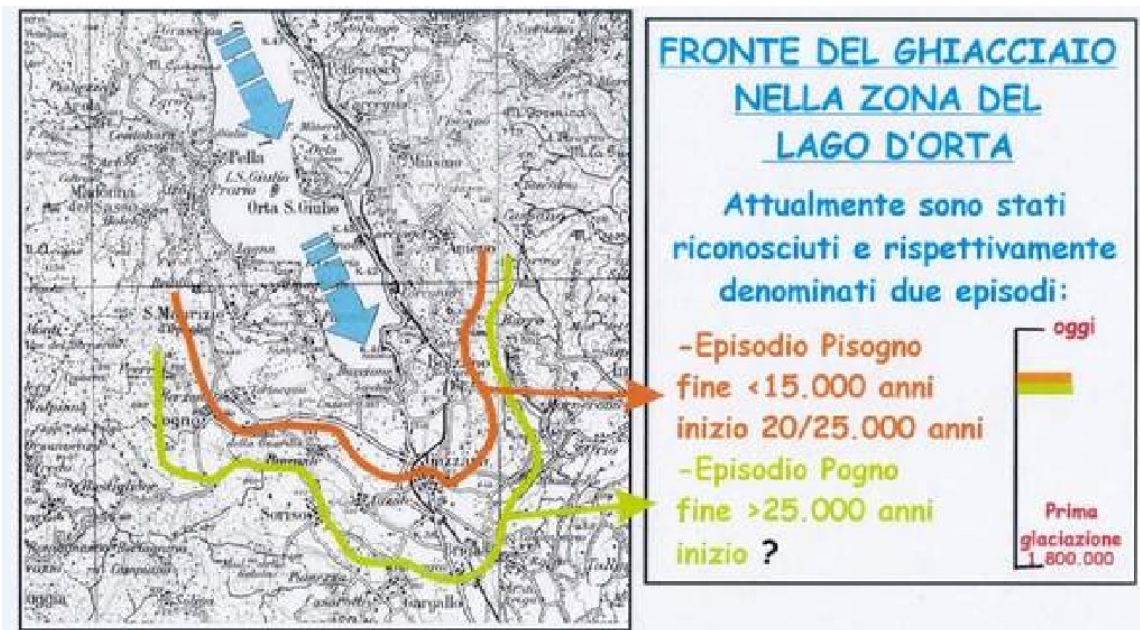
connessa alle ripetute e cicliche fasi di avanzamento delle grandi masse glaciali durante il Pleistocene. In modo particolare la morfologia del territorio dell'altopiano situato fra le conche dei bacini lacustri, mette in luce i modi di sviluppo e la cronologia degli eventi morfogenetici, frutto delle espansioni laterali del ghiacciaio che hanno modellato una serie di cordoni morenici con direzione prevalentemente N-S e NNO-SSE, intervallati da più o meno ampi avvallamenti di origine fluvio-glaciale, legati invece alle dinamiche interglaciali.



Shaded relief su base DTM5 della Regione Piemonte con evidenziati i principali cordoni morenici nell'intorno dell'area di intervento

Secondo l'accademica ipotesi di Penck e Bruckner è possibile distinguere, in questa porzione dell'arco alpino, tre fasi di avanzata glaciale, denominate, dalla più antica alla più recente: Mindel Riss e Wurm. Tuttavia, recenti studi dimostrano come questa suddivisione dia una visione limitata della dinamica glaciale, in quanto, all'interno di ciascuna di queste fasi, vengono riconosciute ulteriori e più complesse sottofasi di avanzamento ed arretramento della fronte glaciale. Con la conclusione dell'ultima avanzata glaciale Wurmiana, i meccanismi erosivi – deposizionali olocenici vengono ad essere principalmente rappresentati dalle dinamiche fluviali.

Nelle cartografie geologiche recenti, per i depositi continentali un tempo suddivisi secondo la classificazione di Penck e Bruckner, si usano il termine di alloformazione, ovvero un corpo di depositi sedimentari cartografabile, definito ed identificato sulla base di discontinuità che lo delimitano, appartenenti ad un evento deposizionale singolo.



L'area di interesse si colloca a valle della zona di affioramento delle unità stratigrafiche più recenti, riferibili alla cosiddetta Unità di Pisogno, ed è caratterizzata dalla presenza di depositi in facies fluvioglaciale attribuibili all'Unità di Pugno che, come si evince dall'estratto grafico che precede, definisce la cerchia morenica esterna del lago d'Orta fino allo spartiacque, anche glaciale, con il bacino del lago Maggiore che si colloca poco a oriente dell'area di interesse.

Dal punto di vista geomorfologico la zona che sarà interessata dal progetto si colloca sulla culminazione di un altopiano modellato dalle dinamiche fluvioglaciali quaternarie. Si tratta di una superficie completamente pianeggiante, priva di elementi geomorfologici attivi. Mentre il terreno sul quale si intende procedere alla realizzazione dell'opera ha una morfologia omogenea, al contorno l'alto strutturale degrada verso il bacino del Lago Maggiore, creando scarpate e pendii a media pendenza che si raccordano alla riva lacustre. Anche nel settore occidentale l'assetto geomorfologico si presenta contraddistinto da serie di deboli scarpate raccordate da superfici terrazzate che denotano un susseguirsi di dinamiche fluvioglaciali.



Panoramica immersiva dell'area, verso NE

4.1. INDAGINI IN SITU

L'area è stata interessata nel recente passato dalle attività di costruzione dell'attuale sede della logistica di SBS, oggetto del progetto di ampliamento, autorizzata anche ai sensi della LR 45/1989.

In quell'occasione erano stati effettuati una serie di scavi esplorativi che avevano permesso di indagare il primo sottosuolo i cui esiti sono stati utilizzati per la progettazione dell'insediamento e sono stati poi confermati nella fase di esecuzione degli scavi.

In tutti gli scavi esplorativi effettuati è stata riscontrata la presenza di uno strato di terreno vegetale al di sotto del quale si ritrova un orizzonte a dominante fine (sabbiosa e argillosa) che corrisponde al profilo di alterazione del deposito fluvio-glaciale, con spessore raramente superiore a 1 m.

L'unità stratigrafica di base è rappresentata da depositi a dominante ghiaioso-ciottolosa con matrice sabbiosa, con ciottoli e trovanti arrotondati con dimensione lineare al massimo decimetrica e grado di alterazione talora piuttosto spinto.

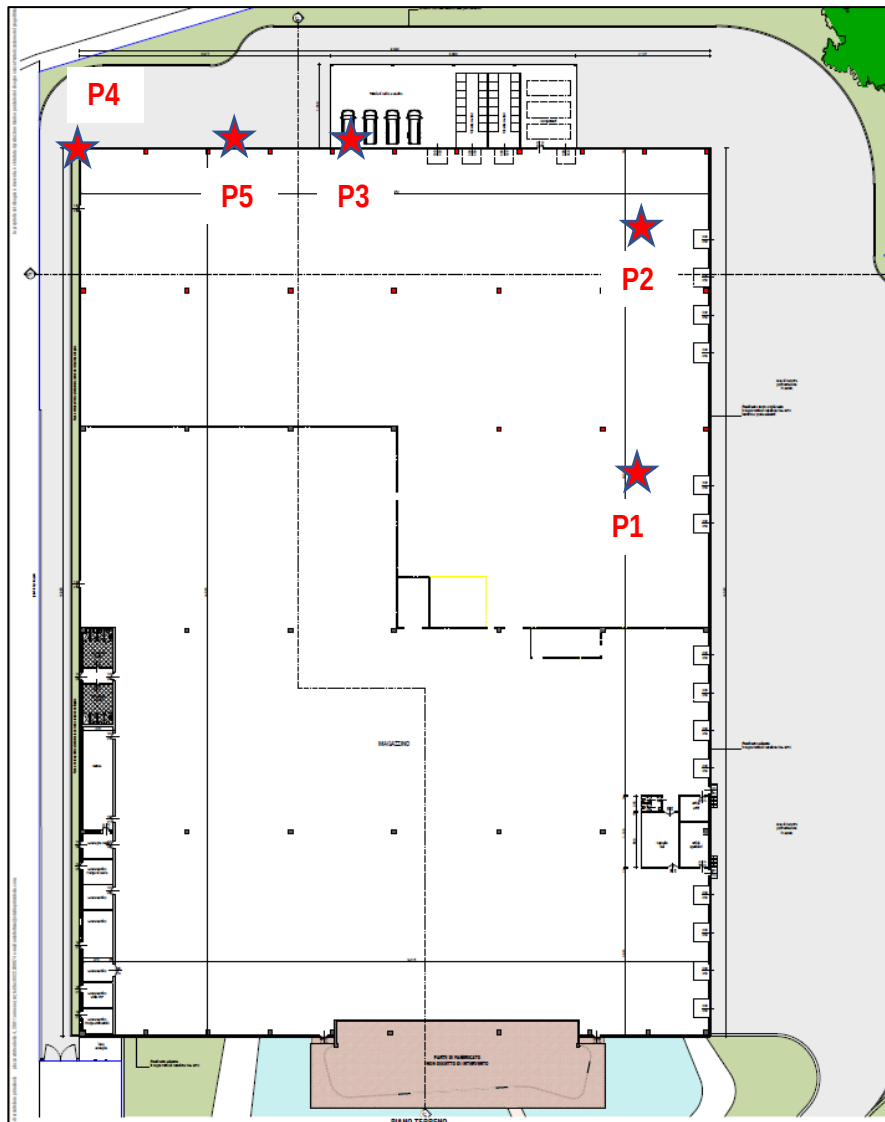


Riprese fotografiche fase esecutiva

Nelle fasi di preparazione del cantiere e durante lo scavo per la realizzazione dei plinti di fondazione è stata confermata in tutta l'area di intervento la presenza dell'unità di base a dominante ghiaioso-sabbiosa con diffusa presenza di ciottoli di dimensioni medie al massimo decimetriche.

In alcuni settori dell'area è stata riscontrata la presenza anche di trovanti di dimensioni metriche.

In occasione della predisposizione del nuovo progetto sono stati effettuati altri cinque scavi esplorativi al fine di acquisire informazioni supplementari mirate sull'area di nuovo intervento.



Planimetria piano terreno con ubicazione sondaggi esplorativi

Sondaggio P1



0.00– 0.60 m
Terreno vegetale

> 0.60 m
Ghiaia, sabbia e ciottoli

Sondaggio P2



0.00– 0.60 m
Terreno vegetale

0.60 – 1.00 m
Sabbia e ghiaia

> 1.00 m
Ghiaia, sabbia e ciottoli

Sondaggio P3



0.00 – 2.00 m
Depositi rimaneggiati con terreno vegetale, ciottoli, ghiaia e trovanti

> 2.00 m
Ghiaia, sabbia e ciottoli

Sondaggio P4



0.00 – 1.60 m

Depositi rimaneggiati con ciottoli, ghiaia e trovanti

1.60 – 3.50 m

Depositi rimaneggiati con prevalenza di terreno vegetale

Sondaggio P5



0.00 – 1.20 m

Depositi rimaneggiati a dominante sabbioso-ghiaiosa

1.20 – 1.70 m

Terreno vegetale

1.70 – 2.60 m

Ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa

> 2.60 m

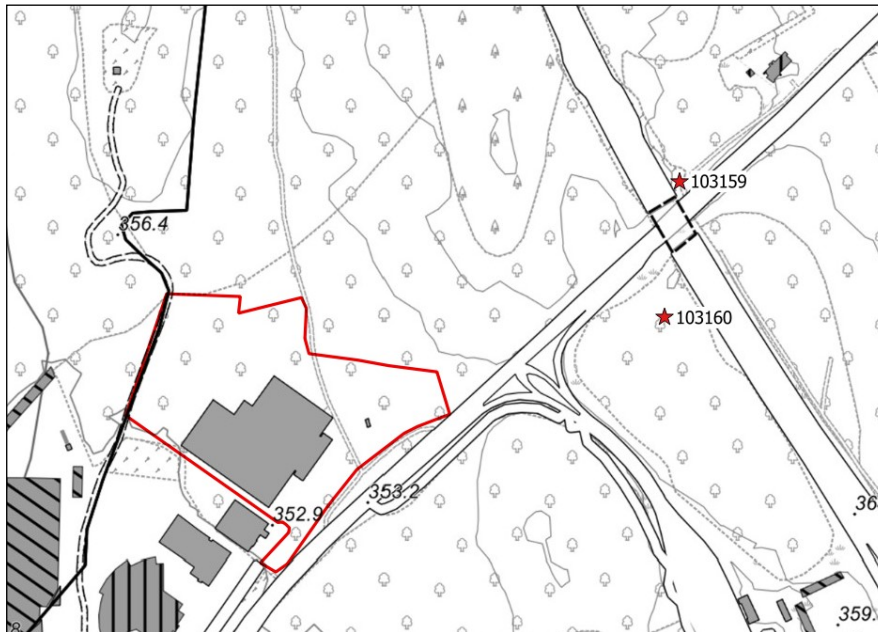
Ghiaia, sabbia e ciottoli

Anche gli scavi effettuati a corredo del nuovo progetto hanno rivelato la presenza dello strato di base costituito da ghiaie, sabbie e ciottoli prevalenti al di sotto di una sottile coltre di terreno vegetale (P1 e P2), tuttavia nelle aree trasformate dal precedente intervento la soggiacenza del deposito naturale dipende dall'entità dei riporti effettuati nel corso del precedente intervento con i materiali provenienti dagli scotichi e dagli scavi effettuati nell'area del capannone esistente, utilizzati per la riprofilatura dell'area verde posta a tergo del capannone stesso che ora si prevede di utilizzare in parte per l'ampliamento della struttura.

4.2. DATI PREGRESSI DISPONIBILI

in prossimità dell'area di previsto intervento sono disponibili alcune informazioni all'interno del database di ARPA Piemonte e in particolare della Banca Dati Geotecnica riferite a due sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nel 1984, in occasione della realizzazione della rete autostradale "A26, tratto Gattico – Carpugnino".

I sondaggi hanno raggiunto profondità di 35 m e 40 m e sono stati utilizzati anche per l'esecuzione di prove penetrometriche in foro (SPT); di seguito se ne riporta l'ubicazione su base BD TRE con il relativo codice.



Localizzazione dei sondaggi, rispetto al perimetro dell'area di progetto.

Profondità (m)	Descrizione
1.00	sabbia fine limosa inglobante resti vegetali e raro ghiaietto
2.00	sabbia fine limosa inglobante raro ghiaietto
2.20	sabbia medio fine debolmente limosa inglobante ghiaietto e rara ghiaia
6.00	sabbia medio fine limosa inglobante raro ghiaietto e ghiaia
7.00	sabbia medio fine limosa inglobante ghiaietto ghiaia e rari ciottoli
8.50	sabbia medio grossolana debolmente limosa inglobante ghiaietto e rara ghiaia
12.00	sabbia da limosa a debolmente limosa inglobante ghiaietto
14.40	sabbia medio fine limosa inglobante ghiaietto ghiaia e rari ciottoli
15.80	sabbia medio grossolana debolmente limosa inglobante ghiaietto ghiaia e ciottoli
17.30	sabbia debolmente limosa inglobante ghiaietto e rara ghiaia
18.00	sabbia medio grossolana limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
18.20	ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa debolmente limosa
21.00	sabbia limosa inglobante ghiaietto ghiaia e rari ciottoli
21.20	sabbia medio grossolana debolmente limosa inglobante ghiaietto
21.50	trovante di gneiss
22.50	sabbia medio grossolana debolmente limosa inglobante ghiaietto
22.70	trovante
26.50	sabbia medio fine limosa inglobante ghiaietto rara ghiaia e rari ciottoli
29.50	sabbia fine debolmente limosa inglobante ghiaietto e rari ciottoli
30.60	sabbia limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
35.00	sabbia medio fine limosa inglobante ghiaietto e ghiaia localmente con presenza di ciottoli

Sondaggio 103159 - Stratigrafia

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
103159	1.50	6	9	15	24
103159	3.00	13	14	17	31
103159	4.50	15	26	28	54
103159	6.00	20	31	-999	-999
103159	7.50	24	28	39	67
103159	9.00	19	24	38	62
103159	10.50	22	26	34	60
103159	12.00	18	29	32	61
103159	13.50	27	35	44	79
103159	15.00	28	35	-999	-999
103159	16.50	25	31	34	65
103159	18.00	36	-999	0	-999
103159	19.50	23	38	-999	-999
103159	21.00	32	-999	0	-999
103159	24.00	27	31	42	73
103159	25.50	30	34	41	75
103159	27.00	33	42	-999	-999
103159	30.00	37	-999	0	-999
103159	33.00	25	41	-999	-999

Sondaggio 103159 – Prove SPT in foro

Profondità (m)	Descrizione
1.00	sabbia limosa inglobante ghiaietto rara ghiaia localmente ciottoli e resti vegetali
2.50	sabbia da debolmente limosa a limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
3.90	sabbia debolmente limosa inglobante ghiaietto e rara ghiaia
4.15	trovante
5.30	sabbia da debolmente limosa a limosa inglobante ghiaietto
6.00	sabbia debolmente limosa con ghiaietto e ghiaia
6.70	sabbia medio fine limosa inglobante ghiaietto e rara ghiaia
7.00	ghiaia ghiaietto in matrice sabbiosa debolmente limosa rari ciottoli
8.60	sabbia medio fine debolmente limosa inglobante ghiaietto ghiaia e rari ciottoli
9.00	ghiaia e ciottoli in debole matrice limosa
12.50	sabbia medio grossolana debolmente limosa inglobante ghiaietto ghiaia alcuni ciottoli
13.80	sabbia debolmente limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
15.20	sabbia limosa localmente debolmente limosa inglobante ghiaietto ghiaia e rari ciottoli
18.30	sabbia medio grossolana debolmente limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
19.50	ghiaia fine debolmente limosa inglobante raro ghiaietto
21.30	sabbia da debolmente limosa a limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
22.00	sabbia fine limosa
24.20	sabbia medio grossolana debolmente limosa inglobante ghiaietto ghiaia e alcuni ciottoli
25.50	trovante di gneiss
27.90	sabbia da limosa a debolmente limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
30.00	sabbia fine limosa inglobante raro ghiaietto
32.50	sabbia debolmente limosa localmente limosa inglobante ghiaietto e ghiaia
40.00	sabbia da debolmente limosa a limosa inglobante ghiaietto ghiaia e alcuni ciottoli

Sondaggio 103160 - Stratigrafia

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
103160	1.50	16	19	26	45
103160	3.00	11	25	27	52
103160	6.00	17	25	38	63
103160	7.50	27	-999	0	-999
103160	9.00	36	-999	0	-999
103160	10.50	-999	0	0	-999
103160	12.00	18	30	46	76
103160	15.00	29	37	-999	-999
103160	16.50	23	39	-999	-999
103160	18.00	30	38	-999	-999
103160	19.50	33	-999	0	-999
103160	21.00	37	-999	0	-999
103160	24.00	-999	0	0	-999
103160	27.00	38	-999	0	-999
103160	28.50	13	19	26	45
103160	30.00	22	41	-999	-999
103160	33.00	40	-999	0	-999
103160	35.00	35	-999	0	-999

Sondaggio 103160 – Prove SPT in foro

Nell'ambito delli progetti definitivi dei diversi lotti che compongono il presente PEC sono state eseguite inoltre dal collega dott. geol. Massimo Gobbi, una serie di indagini geognostiche (pozzetti esplorativi e prove penetrometriche dinamiche), all'interno dell'area AutoArona che confina a Ovest con quella di progetto.

I dati sono stati gentilmente messi a disposizione e sono stati quindi utilizzati come utile elemento di confronto rispetto ai riscontri della presente indagine.

5. ANALISI IDROGEOLOGICA

Nell'area interessata dal progetto i depositi di origine glaciale sono caratterizzati da una permeabilità di tipo primario, dove quindi la circolazione idrica ipogea avviene per porosità, attraverso i vuoti intergranulari all'interno del deposito stesso.

Il grado di permeabilità risulta quindi molto variabile, in quanto funzione di parametri quali grado di addensamento, grado di cementazione, forma e dimensione dei granuli, percentuale di matrice fine etc..

Il Coefficiente di Permeabilità (K) è un parametro che definisce l'attitudine di un corpo a farsi attraversare da un fluido e ha la dimensione di una velocità.

Occorre sottolineare come la coltre di deposito possa presentare nella zona caratteristiche idrogeologiche e di permeabilità molto variabili anche in spazi molto ridotti, in funzione del contenuto più o meno elevato di materiali a granulometria fine.

In genere comunque la permeabilità dei depositi superficiali consente l'infiltrazione di buona parte delle acque meteoriche che scorrono all'interno dei depositi superficiali.

In modo particolare, per caratterizzare le peculiarità idrogeologiche dell'area di progetto, sono stati ricavati dati dal database reso disponibile da Arpa Piemonte, ed in particolare questi sono relativi ai sondaggi geognostici svolti nell'inverno del 1984, in occasione della realizzazione della rete autostradale "tratto Gattico – Carpugnino".

I dati geologici – geotecnici forniti da questi sondaggi, possono essere considerati, con ragionevole probabilità, del tutto rappresentativi dell'area di progetto, come si può evincere dall'ubicazione degli stessi rispetto al lotto di terreno oggetto di relazione, dal quale distano circa 250 m. Inoltre non sono evidenziabili significative variazioni geologiche – geomorfologiche fra i due siti.

Il sondaggio individuato dal codice di perforazione 103159, è collocato alla quota del piano campagna di 368.50 m.s.l.m., mentre quello con codice di perforazione di 103160 si trova a 368 m.s.l.m.. Nel primo sondaggio la quota piezometrica della falda freatica è stata individuata a 19.1 m di profondità, mentre nel secondo a 24.6 m.

Da questo si può dedurre che, nota la quota di fondazione della nuova costruzione in progetto, non si avranno, con ragionevole probabilità, interferenze con la falda freatica e si presume che neppure in fase di scavo si possa essere raggiunta la superficie piezometrica.

6. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Per poter definire le azioni sismiche di progetto risulta necessario valutare la risposta sismica locale valutabile attraverso indagini specifiche. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento come riportato nella tabella sottostante:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 metri di profondità.

Per la classificazione della categoria di sottosuolo sono stati utilizzati i dati relativi ai sondaggi del 1984, riportati nella Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte e rappresentati nel capitolo 4.2..

Tenuto conto della ridotta distanza e del dettaglio disponibile si è ritenuto il dato significativo ai fini della classificazione del sottosuolo dell'area di interesse.

In particolare entrambi i sondaggi rivelano la presenza di depositi a dominante sabbiosa con percentuali variabili di ghiaia, ciottoli e trovanti e i valori di SPT disponibili rivelano un grado di addensamento generalmente da elevato a molto elevato (benché il valore di SPT non sia più utilizzabile ai fini della classificazione ai fini sismici, il grado di addensamento costituisce comunque un dato di riferimento).

Come già nell'ambito dell'analisi geologica riferita alla costruzione del fabbricato esistente, è stata considerata come riferimento anche l'indagine eseguita dal collega dott. geol. Massimo Gobbi, sul lotto adiacente (M.A.S.W., acronimo di **Multichannel Analysis of Surface Waves** - Analisi multicanale delle onde di superficie).

Per il sito in esame è stato ricavato un valore di **V s30** pari a circa **346 m/s** che dal punto di vista sismico

corrisponde invece ad una **categoria di sottosuolo di tipo C**.

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
----------	---

A scopo cautelativo si ritiene che possa essere utilizzata per i calcoli geotecnici e strutturali la **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C**.

Per quanto riguarda la categoria topografica di appartenenza, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

L'area di previsto intervento si sviluppa in corrispondenza di un lotto pianeggiante, dove la **categoria di superficie topografica** di riferimento è quindi la **T1**.

7. ANALISI DELL'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** quale definita al § 3.2.2 delle NTC 2008), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento VR .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T^*C : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

7.1. STATI LIMITE E PROBABILITA' DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

SLO e **SLD** rappresentano due tipi di stato limite di esercizio (SLE)

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Mentre **SLV** e **SLC** rappresentano due tipi di stato limite ultimo (SLU)

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalle NTC :
nei confronti di tutti gli stati limite ultimi (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche relative al solo (SLV).

SLU → SLV

nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio (SLE) quando siano rispettate le verifiche relative al solo (SLD);

SLE → SLD

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

7.2. AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T^*C relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella tabella che segue, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 * F_0 * a_g / g \leq 1,20$	$1,10 * (T_c)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 * F_0 * a_g / g \leq 1,50$	$1,05 * (T_c)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 * F_0 * a_g / g \leq 1,80$	$1,25 * (T_c)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,040 - 1,10 * F_0 * a_g / g \leq 1,60$	$1,15 * (T_c)^{-0,40}$

Come specificato nel capitolo che precede per il sottosuolo dell'area è stata cautelativamente individuata la **Categoria di Sottosuolo C**.

7.3. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

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

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

7.4. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Il D.M. 17.01.2018 prevede, in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, una classificazione delle opere in quattro classi d'uso:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

L'opera in oggetto può essere assimilata alle categorie che rientrano nella **Classe d'uso II**.

La **Vita Nominale** di un'opera strutturale **VN** è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella sottostante e deve essere precisata nei documenti di progetto:

Tabella 2.4.I – Vita Nominale VN per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V _N (anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Per le opere in progetto la Vita Nominale viene considerata pari a quella di **un'opera ordinaria**, e cioè ≥ 50 anni.

In base alla **Vita Nominale (VN)** ed alla **Classe d'uso** dell'opera in oggetto è possibile calcolare il **Periodo di riferimento (VR)** per l'Azione Sismica secondo la relazione:

$$VR = VN \times C_U$$

in cui **C_U**, **coefficiente d'uso** è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C _U	0,7	1,0	1,5	2,0

Pertanto, il Periodo di riferimento per le opere in progetto, da adottare nei calcoli agli stati limite, risulta il seguente:

VR = 50 × 1 = 50 anni

7.5. CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI

Le **NTC 2018** calcolano i coefficienti K_o e K_v, che entrano in gioco nei calcoli degli stati limite, in dipendenza di vari fattori:

- **K_o = βs × (a_{max}/g)**
- **K_v = ±0,5 × K_o**

Con

- **βs** coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- **a_{max}** accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- **g** accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

- **S_S** (effetto di amplificazione stratigrafica)
- **S_T** (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il **tempo di ritorno dell'evento sismico (TR)** che è valutato come segue:

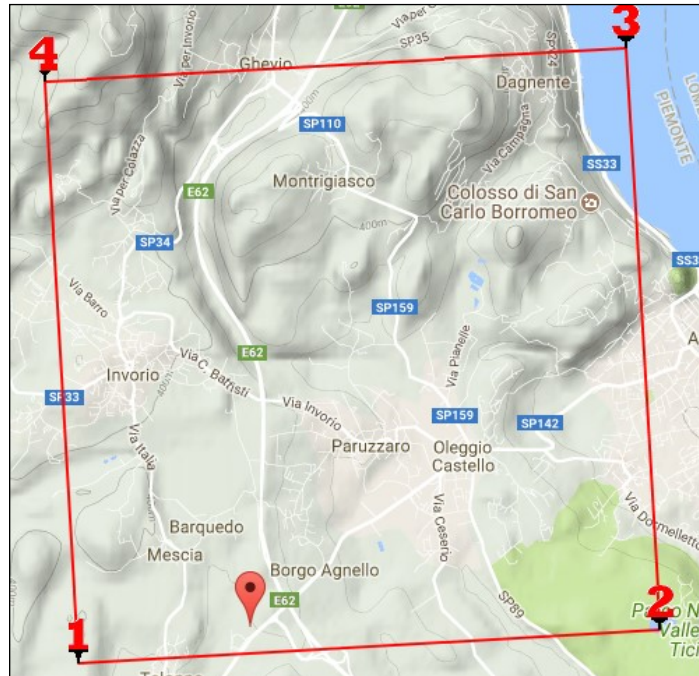
$$TR = -VR / \ln(1 - P_{VR})$$

Con **VR** vita di riferimento della costruzione e **P_{VR}** probabilità di superamento, nella vita di riferimento,

associata allo stato limite considerato.

Una delle novità dell'NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti dove viene fornita la terna di valori a_g , F_0 , T^*C .

SITO DI RIFERIMENTO



Sito 1	ID: 10919	Lat: 45,7316 Lon: 8,4816	Distanza: 1671,760
Sito 2	ID: 10920	Lat: 45,7345 Lon: 8,5530	Distanza: 3905,992
Sito 3	ID: 10698	Lat: 45,7844 Lon: 8,5488	Distanza: 6584,801
Sito 4	ID: 10697	Lat: 45,7815 Lon: 8,4774	Distanza: 5557,183

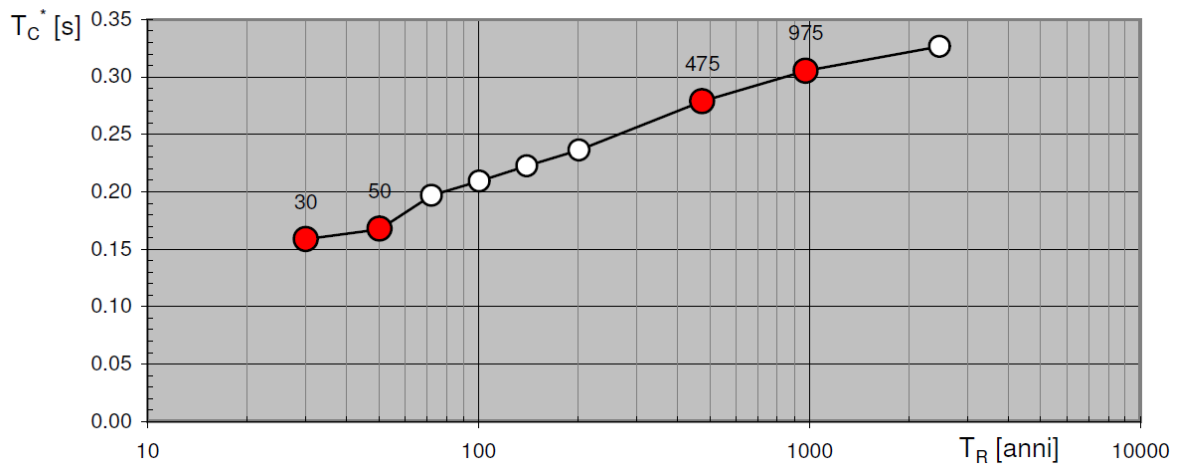
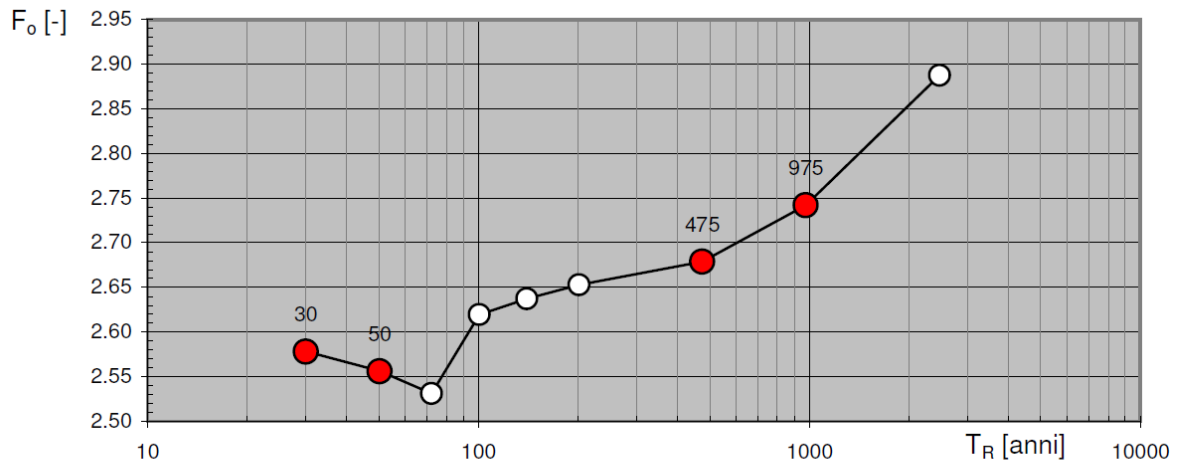
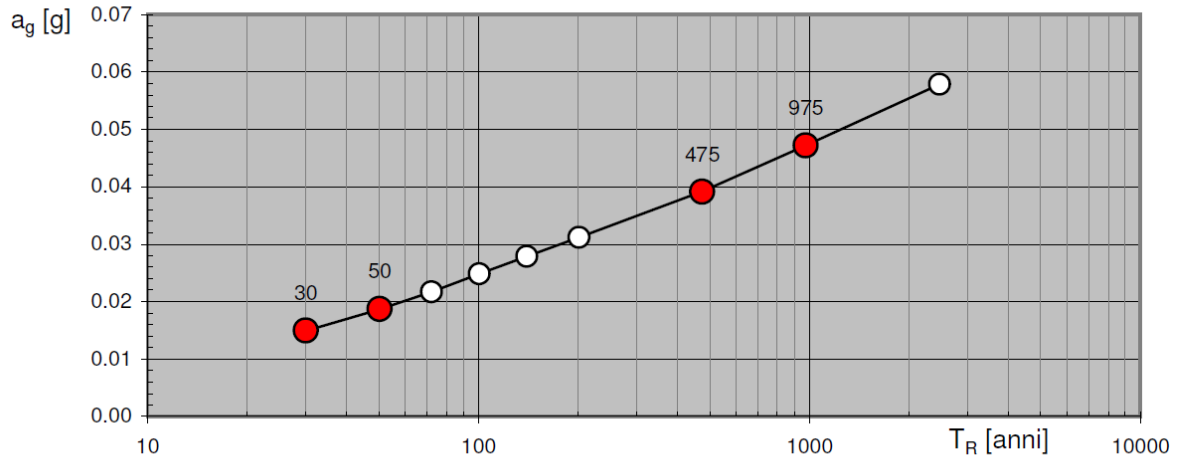
Sito in esame.

latitudine: 45,73
longitudine: 8,50
Classe: 2
Vita nominale: 50

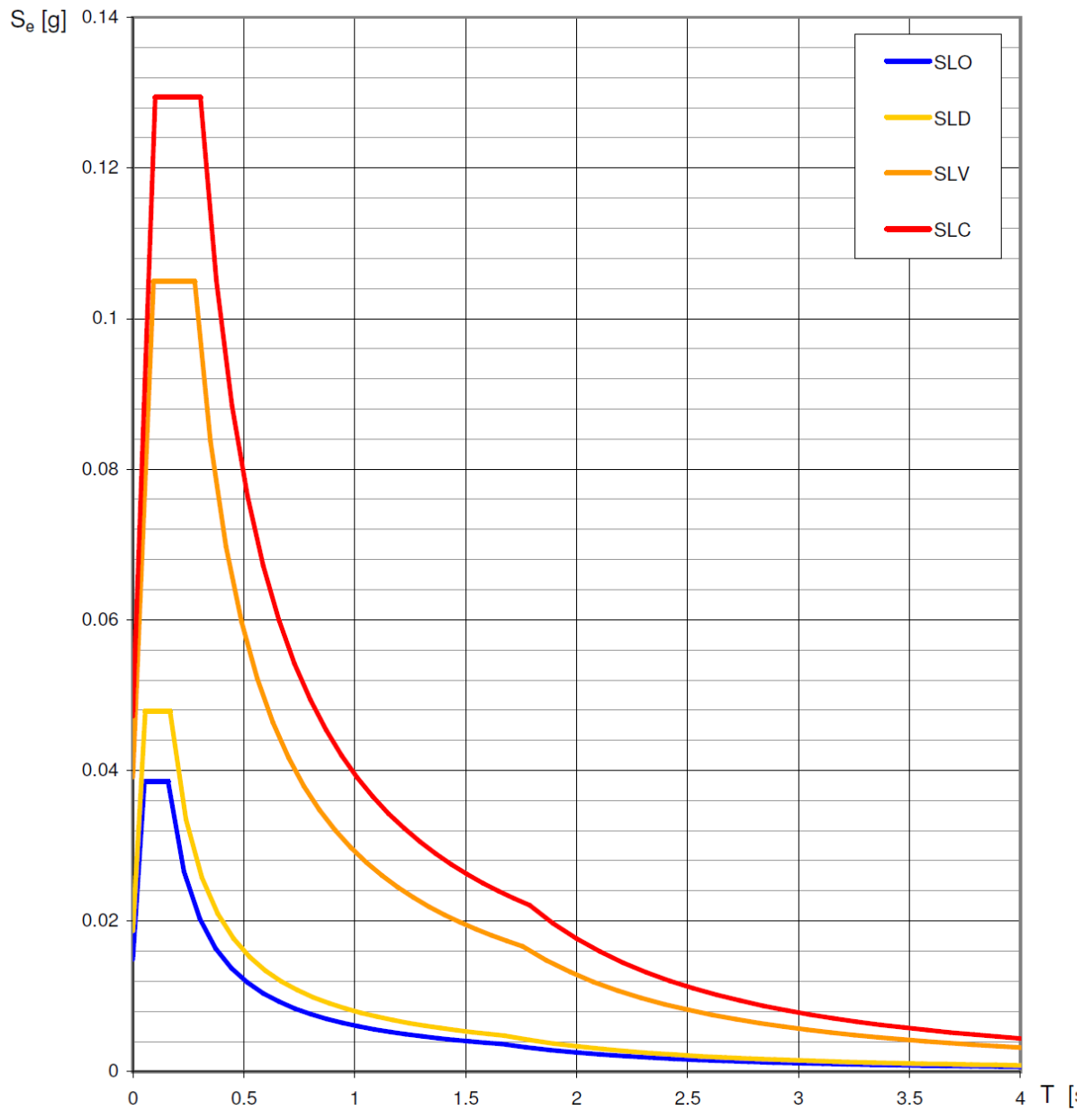
Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente c_u : 1

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



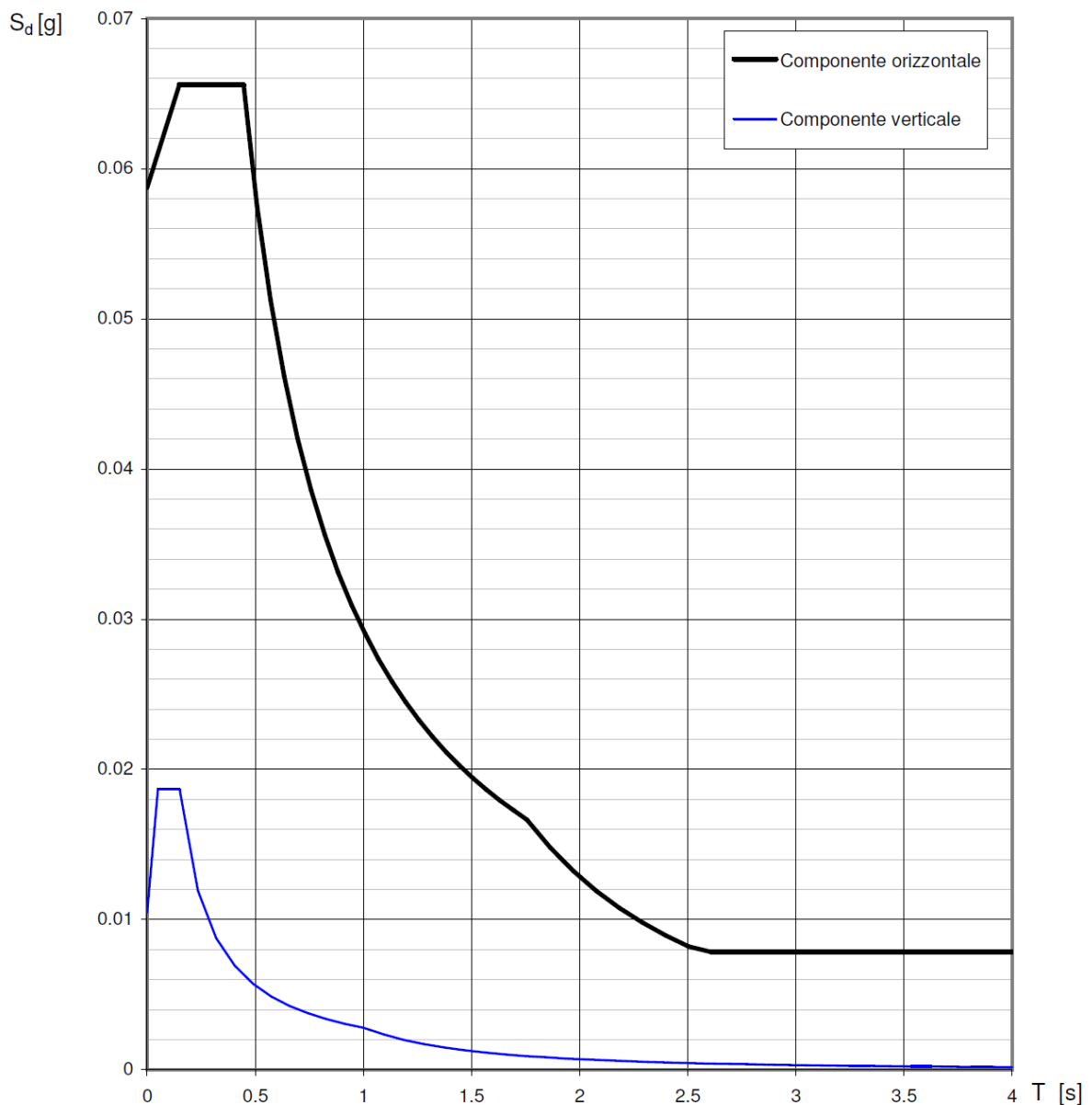
Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C [s]
SLO	30	0.015	2.578	0.159
SLD	50	0.019	2.556	0.168
SLV	475	0.039	2.679	0.279
SLC	975	0.047	2.742	0.305

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Riferimenti normativi

Criteri generali (§ 7.2.1 NTC-08)

La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2 e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4.

Fattore di struttura (§ 7.3.1 NTC-08)

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato, a meno di adeguate analisi giustificative, è $q = 1,5$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è $q = 1$.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.039 g
F_o	2.679
T_C	0.279 s
S_S	1.500
C_C	1.600
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.417
T_B	0.149 s
T_C	0.446 s
T_D	1.757 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.059
T_B ←	0.149	0.066
T_C ←	0.446	0.066
	0.509	0.058
	0.571	0.051
	0.633	0.046
	0.696	0.042
	0.758	0.039
	0.821	0.036
	0.883	0.033
	0.945	0.031
	1.008	0.029
	1.070	0.027
	1.133	0.026
	1.195	0.024
	1.257	0.023
	1.320	0.022
	1.382	0.021
	1.445	0.020
	1.507	0.019
	1.569	0.019
	1.632	0.018
	1.694	0.017
T_D ←	1.757	0.017
	1.863	0.015
	1.970	0.013
	2.077	0.012
	2.184	0.011
	2.291	0.010
	2.398	0.009
	2.504	0.008
	2.611	0.008
	2.718	0.008
	2.825	0.008
	2.932	0.008
	3.039	0.008
	3.145	0.008
	3.252	0.008
	3.359	0.008
	3.466	0.008
	3.573	0.008
	3.680	0.008
	3.786	0.008
	3.893	0.008
	4.000	0.008

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.010 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.716
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.010
$T_B \leftarrow$	0.050	0.019
$T_C \leftarrow$	0.150	0.019
	0.235	0.012
	0.320	0.009
	0.405	0.007
	0.490	0.006
	0.575	0.005
	0.660	0.004
	0.745	0.004
	0.830	0.003
	0.915	0.003
$T_D \leftarrow$	1.000	0.003
	1.094	0.002
	1.188	0.002
	1.281	0.002
	1.375	0.001
	1.469	0.001
	1.563	0.001
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.000
	2.500	0.000
	2.594	0.000
	2.688	0.000
	2.781	0.000
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

7.6. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il D.M. 17.01.2018 (NTC 2018) per la progettazione in condizioni sismiche prevedono la verifica della stabilità del sito in cui è ubicato un manufatto nei confronti della liquefazione, da intendersi come riferita ai fenomeni associati a perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche e che agiscono in condizioni non drenate.

Le medesime norme (cfr. capitolo 7.11.3.4.2 delle N.T.C.), riportano le circostanze in cui tale verifica può essere omessa:

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso in oggetto è immediatamente verificabile che non risulta verificata la circostanza di cui al punto 2, in quanto i valori di accelerazione massima attesi al sito risultano $< 0.1 g$, come si evince di seguito:

$$a_{max} = S_s S_T a_g = 1.5 * 1.0 * 0.039g = 0.058g < 0.1 g$$

- S_s (effetto di amplificazione stratigrafica)
- S_T (effetto di amplificazione topografica).

per cui non risulta necessaria l'esecuzione della verifica a liquefazione.

8. STRATIGRAFIA E MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

L'esecuzione delle indagini geognostiche ha consentito di definire le caratteristiche della stratigrafia locale.

La stratigrafia locale è caratterizzata nei settori indisturbati dalla presenza di materiali a debole consistenza in superficie, fino alla profondità di circa 0.6-1.0 m dal piano campagna, che corrispondono alla coltre di terreno vegetale e al primo profilo di alterazione a dominante sabbiosa del deposito fluvioglaciale; questi materiali ricoprono l'unità di base sottostante costituita da depositi a dominante sabbioso-ghiaioso con diffusa presenza di ciottoli.

In corrispondenza della porzione rimodellata a NW del capannone esistente, l'unità di base risulta ricoperta da depositi rimaneggiati derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la costruzione dell'edificio e il rimodellamento dell'area, costituiti da terreno vegetale, sabbie, ghiaie, ciottoli e trovanti, con spessori anche rilevanti (circa 3-5-4.0 m).

UNITA' A

Terreno vegetale: sono terreni sciolti con caratteristiche geotecniche mediocri caratterizzati dalla presenza di frazione organica (terreno vegetale). Rappresentano lo strato pedogenetico di copertura superficiale e hanno spessori massimi di circa 0.60 m.

UNITA' A/1

Terreno rimaneggiato: sono terreni sciolti con composizione granulometrica eterogenea e con caratteristiche geotecniche generalmente mediocri caratterizzati dalla presenza di abbondante frazione organica (terreno vegetale) frammista alle altre frazioni granulometriche. Sono materiali riportati nel settore nord-occidentale del lotto per il rimodellamento dell'area attualmente adibita a prato e hanno spessori massimi di circa 3.50 m.

UNITA' B

Depositi sciolti a dominante sabbiosa fine debolmente argillosa (profilo di alterazione): sono depositi sciolti caratterizzati dalla prevalenza della matrice costituita da sabbia fine anche debolmente argillosa, con scarsa o nulla frazione clastica e corrispondono al profilo di alterazione del deposito fluvioglaciale sottostante, lo spessore massimo rilevato nelle fasi di scavo del capannone esistente è di circa 1,00 m.

UNITA' C

Depositi moderatamente addensati a dominante sabbiosa con ghiaia e ciottoli: si trovano alla base dell'Unità B e sono costituiti da diamicton massivi a supporto clastico moderatamente addensati costituiti in prevalenza da sabbie con ghiaie e ciottoli in percentuali variabili. Sono caratterizzati da buone caratteristiche geotecniche e grado di addensamento crescente con la profondità.

8.1. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Il modello geotecnico di riferimento deriva dalla sintesi dei dati ottenuti dalle indagini eseguite integrati con le informazioni disponibili nelle aree limitrofe, come specificato nel capitolo che precede:

Unità geotecnica	ϕ (°)	E (Kg/cm ²)	γ (t/m ³)	μ
A	20-25	10-30	1.60	0.35
A/1	20-25	10-100	1.60-1.80	0.33-0.35
B	25-30	50-100	1.70	0.33
C	30-35	200-400	1.80	0.30

- ϕ = Angolo di attrito
 E = Modulo elastico (Young)
 γ = Peso di volume secco
 μ = Coefficiente di Poisson

9. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per l'esecuzione dell'intervento è prevista l'esecuzione dello sbancamento della coltre di copertura superficiale rappresentata dal terreno vegetale e dal profilo di alterazione del deposito fluvioglaciale, che saranno in parte riutilizzate in sito per le sistemazioni finali oltre agli scavi necessari per la realizzazione delle opere di fondazione.

Il **volumi complessivi di scavo** previsti, secondo le indicazioni del progettista, ammontano a circa **13.000 mc** che si prevede di **riutilizzare completamente in sito** per la sistemazione definitiva dell'area e saranno integrati con materiali provenienti da cave di prestito o altri siti di produzione in quanto l'attuazione del progetto prevede uno scomputo volumetrico tra scavi e riporti, con un maggior volume di questi ultimi pari a circa 3.700 mc.

Per quanto attiene alla gestione della frazione di materiali di scavo che saranno riutilizzati in sito, si applicano i disposti dell'*articolo 185 comma c-bis del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.* per cui non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del decreto stesso le seguenti categorie di materiali:

“il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato.”

Ai sensi del D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164” e, in particolare dell'art.24 “Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti”

*(...) Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, **le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c)**, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, **la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del presente regolamento.***

In fase esecutiva si dovrà quindi procedere quindi alla caratterizzazione ambientale dei materiali destinati al riutilizzo in sito secondo i disposti dell'allegato 4 (Procedure di caratterizzazione chimico – fisiche e

accertamento delle qualità ambientali”) del D.P.R. 120/2017.

Nel caso in cui si dovesse procedere al trasporto ex sito di una frazione del materiale di scavo, da destinare al riutilizzo in altri cantieri, dovranno essere applicati i disposti di cui al Capo IV (TERRE E ROCCE DA SCAVO PRODOTTE IN CANTIERI DI GRANDI DIMENSIONI NON SOTTOPOSTI A VIA E AIA), Art. 22, del **D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120** (Cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA) che di seguito si cita integralmente:

1. Le terre e rocce da scavo generate in cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA o AIA, come definiti nell'articolo 2, comma 1, lettera v) , per essere qualificate sottoprodotti devono rispettare i requisiti di cui all'articolo 4, nonché i requisiti ambientali indicati nell'articolo 20. Il produttore attesta il rispetto dei requisiti richiesti mediante la predisposizione e la trasmissione della dichiarazione di cui all'articolo 21 secondo le procedure e le modalità indicate negli articoli 20 e 21.

Il cantiere in oggetto non rientra infatti nella categoria dei cantieri di piccole dimensioni in quanto i volumi di scavo sono superiori a 6.000 mc, tuttavia il progetto non risulta sottoposto a VIA o ad AIA, per cui la norma di riferimento risulta essere quella avanti citata (art.22).

Per quanto attiene alla caratterizzazione ambientale, il riferimento è sempre quello dell'allegato 4 dello stesso D.P.R. avanti citato.

10. GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

10.1. ANALISI PLUVIOMETRICA

La determinazione della portata di progetto da scaricare di origine meteorica viene calcolata sulla base del progetto e valutata tramite la costruzione delle linee di possibilità pluviometrica.

Le curve di probabilità pluviometrica sono rappresentate dalla seguente equazione:

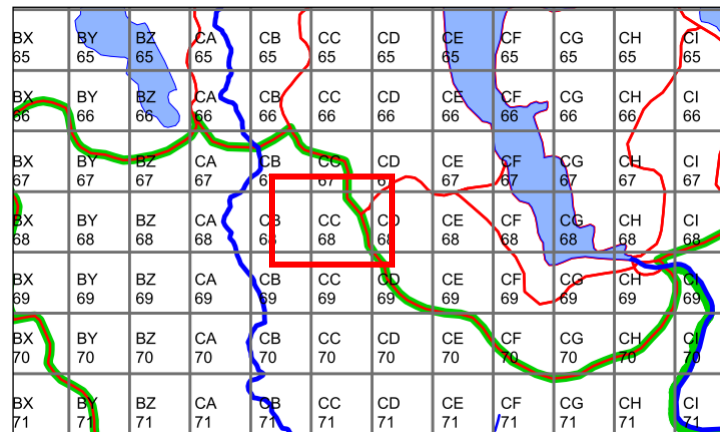
$$h = a * t^n$$

dove "h" rappresenta l'altezza di precipitazione in mm, "t" è la sua durata e "a" e "n" sono parametri il cui valore dipende dalle caratteristiche pluviometriche dell'area in esame.

In assenza di dati pluviometrici dettagliati e continui nell'area di indagine, relativi alle precipitazioni brevi e intense, è stato fatto riferimento all'Allegato 3 del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense" all'interno del quale sono contenuti i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Tale documento riporta i valori dei parametri "a" e "n" delle linee segnalatrici derivati dall'interpolazione spaziale dei dati esistenti con il metodo di Kriging, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

In particolare l'area di interesse è individuata dalla cella CC68:

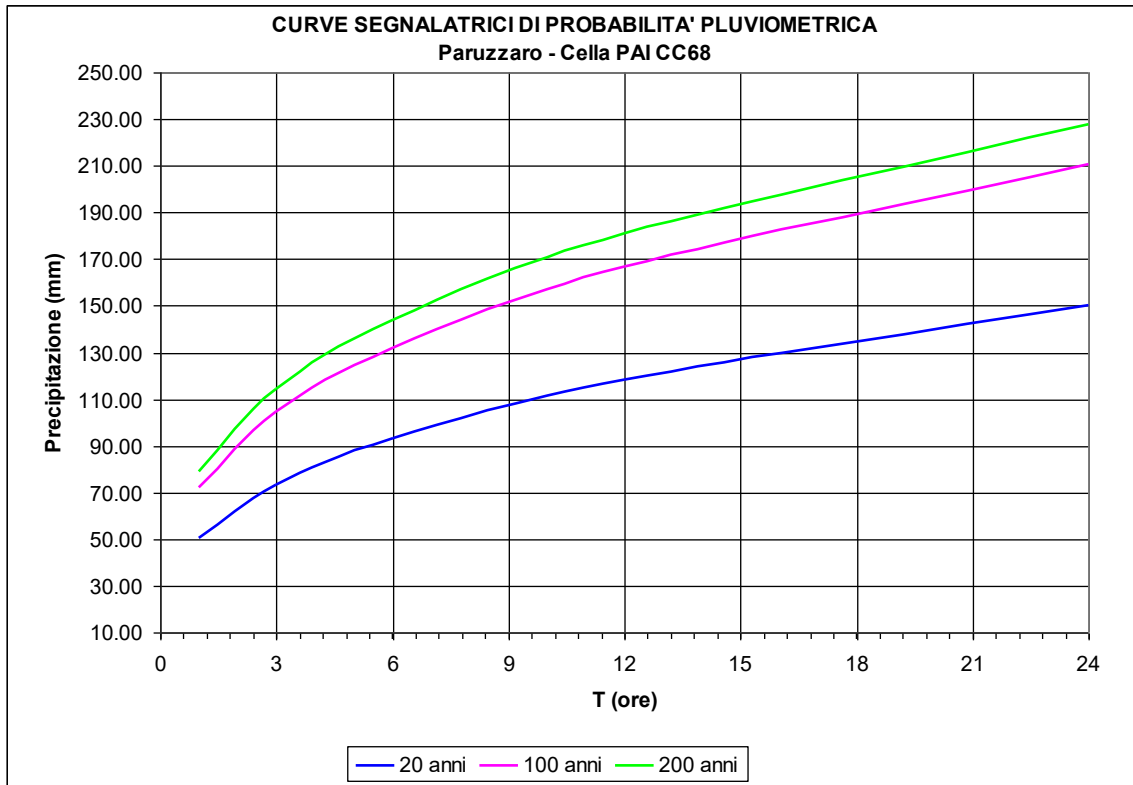


CELLA CC68

Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
a	n	a	n	a	n
mm		mm		mm	
50.46	0.343	72.33	0.336	79.12	0.333

L'elaborazione di questi dati ha consentito di calcolare i valori delle precipitazioni intense probabili di durata pari a 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore (P_{tr}) relative ai diversi tempi di ritorno considerati e, quindi di costruire le relative curve segnalatrici di probabilità pluviometrica.

Tempo di ritorno	Durata della Precipitazione				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
	mm	mm	mm	mm	mm
20 anni	50.46	73.55	93.29	118.33	150.09
100 anni	72.33	104.62	132.06	166.70	210.41
200 anni	79.12	114.07	143.68	180.99	227.98



Nel caso in oggetto al fine della costruzione del modello afflussi/deflussi in ambito urbano e, quindi al livello di rischio di superamento accettabile ai fini dell'efficienza del sistema di gestione e smaltimento delle acque meteoriche, si è ritenuto ampiamente sufficiente una valutazione relativa ad un tempo di ritorno pari a 20 anni, sicuramente cautelativo nei calcoli relativi agli impianti di fognatura.

10.2. CARATTERISTICHE E DIMENSIONI DEL BACINO SCOLANTE

Il progetto prevede l'ampliamento della logistica della ditta SBS srl, con il completamento del capannone esistente a costituire un'unica unità di forma rettangolare e la parziale rimodulazione della rete viaria di servizio, oltre alla realizzazione di un'area a parcheggio rialzata nell'angolo verso la SP 142.



Planimetria di progetto

Per l'insediamento esistente era stata realizzata una rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche con 18 pozzi disperdenti distribuiti in tre settori che dovranno essere in parte riorganizzati a causa dell'utilizzo delle superfici precedentemente utilizzate.

Deve essere precisato che le opere realizzate hanno garantito in circa 3 anni di esercizio una funzionalità eccellente, anche in occasione di eventi molto intensi, per cui si può ritenere che i criteri di dimensionamento fossero corretti.

Nello specifico del nuovo progetto sono state ricalcolate per intero le superfici che definiscono il bacino scolante, separando l'area del parcheggio rialzato che si trova ad una quota superiore rispetto al resto dell'insediamento e sarà dotato quindi di una rete separata.

Nella tabella che segue si riassumono le aree che produrranno i deflussi:

PARCHEGGIO RIALZATO (superficie totale: 4'510 mq)

Area pavimentata 2'280 mq
Area a verde 2'230 mq

AREA EDIFICIO (superficie totale: 28'835 mq)

Area pavimentata 24'830 mq
Area a verde 4'005 mq

10.3. CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO

Il valore netto dell'area del bacino di riferimento viene ricavato attraverso l'applicazione del **coefficiente di riduzione (o di afflusso) φ** che è nella sostanza riconducibile a quattro fattori distinti:

- Infiltrazione (afflusso) φ_1
- ritardo φ_2
- ritenuta φ_3
- distribuzione piogge φ_4

Il coefficiente di infiltrazione φ_1 tiene conto del fatto che la superficie sulla quale cade la pioggia non è tutta impermeabile, per cui una parte dell'acqua precipitata si infiltra e quindi prende vie diverse da quelle fognarie.

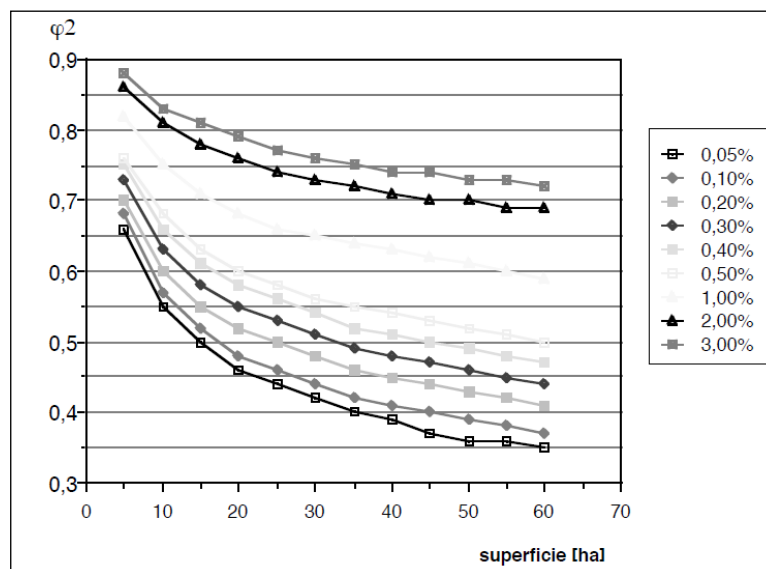
Il **coefficiente di ritardo**, che inizialmente il Turazza aveva trascurato, tiene conto del tempo che intercorre tra l'inizio della pioggia e la formazione del colmo dell'onda di piena nella sezione fognaria considerata e quindi, indirettamente, dei fenomeni di invaso che si verificano all'interno della rete fognaria.

Tale coefficiente è indubbiamente tanto più importante quanto maggiore è il detto tempo, quindi è legato al tempo di corrivazione il cui concetto qui si richiama.

Si definisce **tempo di corrivazione T_c** , relativo ad una sezione di un collettore fognario, il tempo che impiega la goccia d'acqua precipitata nel punto idraulicamente più distante del bacino a raggiungere, nel nostro caso tramite la fognatura, la sezione in parola.

Ciò rimanda direttamente al teorema idrologico: *"La portata massima in un collettore di acque meteoriche si verifica quando la precipitazione meteorica ha una durata pari al tempo di corrivazione"*.

Nel grafico che segue si può notare come per superfici ridotte <10 ettari e per condotte con pendenze pari a circa il 2%, condizione che corrisponde sostanzialmente a quella del presente progetto, i valori del coefficiente di ritardo si approssimano all'unità e diventano quindi in pratica trascurabili.



Minore importanza hanno gli altri due coefficienti riduttivi delle piogge, il primo di essi, cioè il **coefficiente di ritenuta (φ_3)** tiene conto della quantità di acqua meteorica che, anziché prendere la via del collettore fognario, si invasa in piccole cavità del terreno che incontra sul suo percorso (pozzanghere, laghetti ecc.).

Di norma tale fenomeno è maggiormente presente nelle zone pianeggianti piuttosto che in quelle acclivi, così come è più importante dove le superfici sono irregolari. E' estremamente difficile una sua quantizzazione, comunque compresa tra i valori di 0,8 e 1.

Il **coefficiente di uniformità**, il φ_4 , tiene conto del fatto che ben difficilmente le piogge sono distribuite

uniformemente su tutto il bacino. Del resto anche a voler considerare tale disuniformità, il più delle volte essa non è conosciuta, né tanto meno esiste oggi una riconosciuta valida legge che ci permetta di tenerne conto. Sovente si ammette che φ_4 venga posto pari all'unità, scelta che sembra giustificata, infatti le piogge che mettono in crisi le fognature, almeno nel caso di sistemi di drenaggio non molto estesi, sono limitate oltre che nel tempo anche nello spazio (temporali: fronti freddi) e pertanto tale disuniformità è modesta ed impercettibile.

Sostanzialmente si può affermare che il **coefficiente di riduzione o di afflusso** di progetto può essere assunto come coincidente con quello di infiltrazione e dipende in pratica dal grado di permeabilità delle superfici che produrranno il deflusso.

Sulla base delle caratteristiche delle aree in oggetto, in via semplificata e comunque cautelativa, si possono assumere due tipologie urbane di riferimento che corrispondono, allo stato di progetto, in modo generico alle seguenti, con i relativi coefficienti di deflusso:

Tipologia Urbana	Coefficiente di deflusso (φ)
Impermeabile (Coperture e viabilità)	0.90
Permeabile (verde)	0.40

Tenuto conto delle ridotte dimensioni del bacino di interesse, si ritiene che possa essere convenientemente utilizzato per il calcolo il classico metodo del **Turazza**, nel quale indicando con:

- h la pioggia caduta nel tempo t espressa in mm;
- t il tempo di pioggia espresso in ore;
- i l'intensità di pioggia cioè il rapporto h/t espresso in mm/h;
- A la superficie del bacino sotteso espresso in ettari;

la portata prodotta dalle superfici scolanti di interesse sarà data dalla seguente formula:

$$Q = \frac{\varphi i A}{360} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove φ è un coefficiente unico di riduzione che viene fatto coincidere con il coefficiente di deflusso;

Il valore della portata è così condizionato da due fattori:

φ = coefficiente di riduzione delle piogge
 $i = h/t$ intensità di precipitazione

Il valore dell'intensità di pioggia viene valutato sull'ora di precipitazione calcolata nei capitoli precedenti con un Tempo di Ritorno pari a 20 anni (50.46 mm/h).

10.3.1. CALCOLO DEI DEFLUSSI

Per il calcolo dei deflussi prodotti dall'area allo stato attuale si fa riferimento alle seguenti tabelle nelle quali si riportano i valori dei coefficienti di afflusso e delle relative aree, suddivise nei due settori (edificio e parcheggio rialzato) nonché il valore dell'area raggugliata, ovvero quell'area ottenuta come prodotto del coefficiente di afflusso per la relativa area:

PARCHEGGIO RIALZATO

Tipologia Urbana	Coefficiente di deflusso (ϕ)	Superficie (ha)	Superficie raggugliata (ha)
Impermeabile (Coperture e viabilità)	0.90	0.228	0,2052
Permeabile (verde)	0.40	0,223	0,0892
TOTALE			0,294

EDIFICIO

Tipologia Urbana	Coefficiente di deflusso (ϕ)	Superficie (ha)	Superficie raggugliata (ha)
Impermeabile (Coperture e viabilità)	0.90	2,483	2,235
Permeabile (verde)	0.40	0,4005	0,16
TOTALE			2,395

Utilizzando la seguente formula per il calcolo della portata:

$$Q = \frac{\phi \cdot i \cdot A}{360} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

si ottiene la **portata** media, sempre riferita ai due bacini di riferimento, calcolata sulla base della precipitazione critica di durata 1 ora:

PARCHEGGIO RIALZATO

$$Q = 0.041 \text{ m}^3/\text{s} = 41 \text{ l/s}$$

Il **volume** complessivo in afflusso alla rete di gestione delle acque meteoriche in un'ora risulta invece pari a:

$$V = A \cdot i = 2.940 \text{ m}^2 \cdot 0.05046 \text{ m/h} = 148 \text{ m}^3$$

EDIFICIO

$$Q = 0.336 \text{ m}^3/\text{s} = 336 \text{ l/s}$$

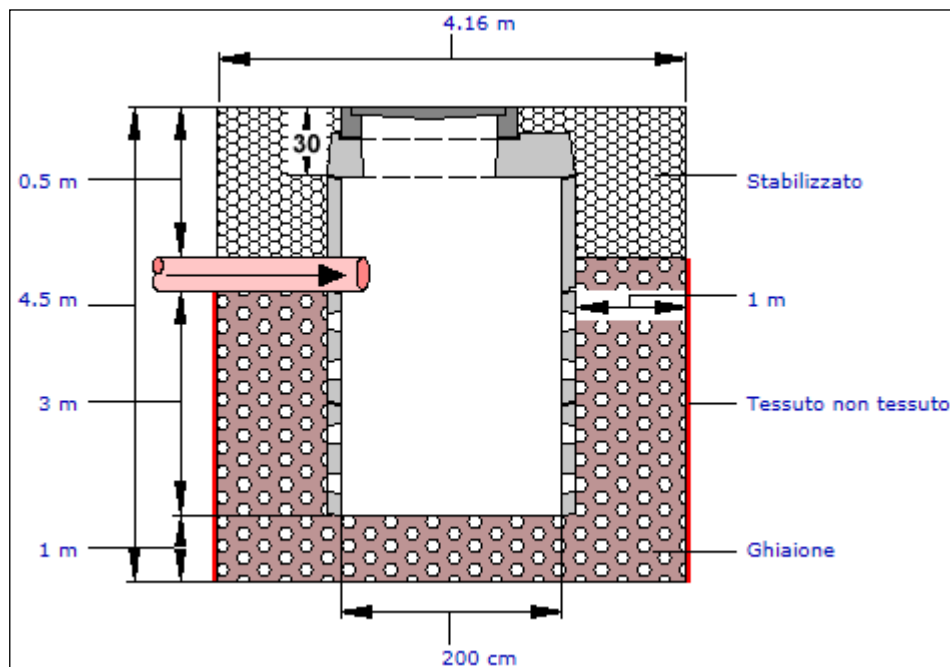
Il **volume** complessivo in afflusso alla rete di gestione delle acque meteoriche in un'ora risulta invece pari a:

$$V = A \cdot i = 23.950 \text{ m}^2 \cdot 0.05046 \text{ m/h} = 1.208 \text{ m}^3$$

10.4. RECAPITI DELLE ACQUE METEORICHE

Il sistema di gestione delle acque meteoriche ricalca ovviamente quanto già realizzato che sarà in parte sostituito (dove gli spazi saranno occupati dalla porzione in ampliamento) e adeguato ai nuovi volumi in gioco, mentre per quanto il parcheggio rialzato sarà realizzato ex novo..

Nel caso in oggetto si prevede di realizzare un sistema di collettamento e raccolta che convoglierà all'interno di pozzi disperdenti per i quali è stato ipotizzato un dimensionamento che prevede una larghezza degli anelli pari a 2 m, un'altezza utile interna pari a 3.0 m e un anello perimetrale di materiale drenante dello spessore di 1 m, come da schema seguente.



Le condizioni al contorno considerate per il dimensionamento del sistema di smaltimento sono le seguenti:

- Coefficiente di permeabilità del terreno (K) = $5.0 \cdot 10^{-4}$ m/s (ghiaie con sabbie e ciottoli)
- Superfici ragguagliate dei bacini scolanti:

Parcheggio rialzato = 2.940 m²
Edificio e pertinenze = 23.950 m²

Cautelativamente non è stata considerata la presenza di vasche di raccolta e sedimentazione né quella dei tratti di tubazioni disperdenti che saranno utilizzate per il raccordo tra i pozzi in serie.

Nelle tabella che seguono si riportano i dati di input e i risultati dell'elaborazione:

PARCHEGGIO RIALZATO			
<i>Diametro interno pozzo</i>	<i>Di</i>	2	<i>m</i>
<i>Altezza utile pozzo</i>	<i>Hi</i>	3	<i>m</i>
<i>Coeff. Permeabilità</i>	<i>K</i>	5.0E-04	<i>m/s</i>
<i>Larghezza corona esterna drenante</i>	<i>L</i>	1	<i>m</i>
<i>Superficie scolante ragguagliata</i>	<i>Sc</i>	2940	<i>mq</i>
Volume pioggia critica (i=50,46 mm/h)		148	mc
Volume assorbito da un pozzo		33.91	mc
Volume accumulato da un pozzo		17.90	mc
Volume totale per pozzo		51.81	mc
Volume netto da smaltire dal sistema drenante		148	mc
CALCOLO POZZI PERDENTI (arrotondato)		3	num

EDIFICIO E PERTINENZE			
<i>Diametro interno pozzo</i>	<i>Di</i>	2	<i>m</i>
<i>Altezza utile pozzo</i>	<i>Hi</i>	3	<i>m</i>
<i>Coeff. Permeabilità</i>	<i>K</i>	5.0E-04	<i>m/s</i>
<i>Larghezza corona esterna drenante</i>	<i>L</i>	1	<i>m</i>
<i>Superficie scolante ragguagliata</i>	<i>Sc</i>	23950	<i>mq</i>
Volume pioggia critica (i=50,46 mm/h)		1209	mc
Volume assorbito da un pozzo		33.91	mc
Volume accumulato da un pozzo		17.90	mc
Volume totale per pozzo		51.81	mc
Volume netto da smaltire dal sistema drenante		1209	mc
CALCOLO POZZI PERDENTI (arrotondato)		23	num

Il dimensionamento dell'impianto di infiltrazione, è stato eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (quindi l'idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con l'eventuale volume immagazzinato nel sistema; tale confronto può essere espresso con l'equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti nel mezzo filtrante.

L'equazione differenziale di continuità risulta essere la seguente:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t) / dt$$

in cui:

$Q_e(t)$ è la portata, nota o predeterminata, in ingresso ai sistemi filtranti all'istante generico (t); essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa;

$Q_u(t)$ è la portata in uscita; essa è, in generale, variabile nel tempo e dipende dalle caratteristiche geometriche dei pozzi, e dalle condizioni di permeabilità del circostante terreno;

$W(t)$ è il volume invasato nei pozzi all'istante t ;

La legge d'efflusso che governa l'uscita dai pozzi è la seguente:

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

Nel nostro caso il volume di acqua che entra nei pozzi, per effetto di una pioggia di durata t è stato calcolato ai punti precedenti con riferimento ai due bacini scolanti distinti individuati utilizzando la seguente formula per il calcolo della portata:

$$Q = \frac{\varphi i A}{360} \quad [m^3/s]$$

Bacino	Superficie ragguagliata m ²	Portata (l/s)	Volume orario m ³
Parcheggio rialzato	2.940	41	148
Edificio e pertinenze	23.950	336	1.208

La capacità d'infiltrazione, è stata valutata attraverso la relazione di Darcy:

$$Q_f = k \times J \times A$$

con:

Q_f = portata infiltrata [m³ /s]

k = coefficiente di permeabilità [m/s]

J = cadente piezometrica [m/m]

A_f = superficie netta d'infiltrazione considerata

Nel nostro caso, con soli sistemi filtranti, $Q_f = Q_u$.

Il coefficiente di permeabilità K è stato considerato in via cautelativa pari a $5.0 \cdot 10^{-4}$ m/s (ghiaie con sabbie e ciottoli)

A scopo cautelativo nel calcolo è stata considerata un valore di cadente piezometrica (J) pari a 1, mentre l'effettiva area drenante del pozzo A_f è considerata quella laterale del pozzo stesso, trascurando sempre a scopo conservativo la capacità drenante del fondo del pozzo disperdente.

Al valore della portata infiltrata calcolata per la singola opera in progetto è stato sommato il valore del volume invasato dal pozzo nell'evento di tempo t , considerando il vuoto utile dell'opera stessa e il volume di vuoti dell'anello di materiale drenante, considerando una porosità pari al 25%, sicuramente cautelativa rispetto a quella effettiva dell'intercapedine drenante in ciottoli prevista.

Di seguito si esplicita il calcolo:

$$Q_f = 5.0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \cdot 1 \text{ m/m} \cdot 18.84 \text{ m}^2 = 0.00942 \text{ m}^3/\text{s} = 9.42 \text{ l/s (portata di infiltrazione)}$$

$$V_f = 0.00942 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 3600 \text{ s} = 33.91 \text{ m}^3 \text{ (Volume di infiltrazione per } t = 1 \text{ ora)}$$

Il volume reso disponibile per la laminazione della portata (volume invasato) è il seguente:

- Volume invasato pozzo = $\pi r^2 h = \pi \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ m} = 9.42 \text{ m}^3$
- Volume invasato anello drenante = $\pi h (R^2 - r^2) \cdot n = \pi \cdot 3 \text{ m} \cdot (2^2 - 1^2) \cdot 0.25 = 9.42 \text{ m}^3$

Dove:

R = raggio dell'intera opera drenante (pozzo + anello drenante)

r = raggio del pozzo drenante

h = altezza utile del pozzo drenante

n = porosità del riempimento drenante

Volume invasato = 18.82 m³

Volume complessivo = 33.91 m³ + 18.82 m³ = 52.73 m³

Nota il valore del volume della piena di progetto in afflusso al sistema drenante per la precipitazione di progetto di durata 1 h con tempo di ritorno pari a 20 anni:

Parcheggio: $V_e = A * i = 148 \text{ m}^3$

Edificio: $V_e = A * i = 1.209 \text{ m}^3$

e il volume complessivo reso disponibile dal singolo pozzo drenante in progetto, come somma del volume di infiltrazione (V_f) e del volume invasato (V_i)

E' possibile calcolare il numero di pozzi necessari per garantire la gestione per accumulo e dispersione delle acque meteoriche in afflusso:

Parcheggio

$$N = \frac{V_e}{V_f + V_i} = \frac{148 \text{ m}^3}{52,73 \text{ m}^3} = 2.80 \cong 3$$

Edificio e pertinenze

$$N = \frac{V_e}{V_f + V_i} = \frac{1209 \text{ m}^3}{52,73 \text{ m}^3} = 22.93 \cong 23$$

Il progetto, quindi, prevede la realizzazione di n. 26 pozzi disperdenti totali, di cui n.3 a servizio dell'area del parcheggio rialzato e n. 23 a servizio del capannone e delle sue pertinenze.

Nella **tavola T09** di progetto sono individuati planimetricamente, distinti tra quanto esistente e quanto di nuova realizzazione.

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente Relazione Geologica è stata redatta a supporto del progetto di ampliamento della logistica della ditta SBS nel comune di Paruzzaro e della contestuale Variante Semplificata allo strumento urbanistico vigente, ai sensi dell'art. 17bis, comma 4, della legge regionale n.56/1977 e s.m.i..

Lo studio geologico redatto a supporto del PRGC vigente del Comune di Paruzzaro risulta adeguato al PAI.

I contenuti degli studi geologici eseguiti sono stati valutati ed analizzati e nello specifico l'area interessata dal progetto e oggetto di variante risulta inserite in classi di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica I.

L'analisi degli studi geologici unitamente alla verifica diretta di terreno hanno permesso di verificare l'assenza sull'area oggetto di variante di fenomeni dissestivi in atto né elementi che potessero risultare ostativi all'utilizzazione urbanistica della stessa.

Come confermato dall'attribuzione della classe di pericolosità geomorfologica di PRGC, l'area di previsto intervento è del tutto priva di forme geomorfologiche riconducibili a fenomeni dissestivi, pertanto si può affermare che i settori di territorio oggetto di indagine sono caratterizzati da condizioni di pericolosità geomorfologica sostanzialmente nulla e che sia le modifiche introdotte dalla variante in relazione alla specifica destinazione urbanistica sia gli interventi edificatori in progetto devono essere considerati del tutto **compatibili** con il quadro geologico e geomorfologico locale.

Le caratteristiche dei terreni presenti nell'area e quelle geologiche generali del sito sono tali da non determinare particolari limitazioni rispetto alla realizzazione dell'intervento, fatte salve le indicazioni prescrittive di cui alla presente relazione e le specifiche tecniche che saranno dettagliate nell'ambito della Relazione Geotecnica.

Gli interventi in progetto comporteranno impatti modesti sulla componente suolo e sottosuolo e le interazioni tra opere e terreno, che saranno oggetto delle verifiche previste dal D.M. 17.01.2018, sono limitate alle opere di fondazione della porzione in ampliamento che avranno le stesse caratteristiche di quelle della struttura esistente.

La gestione delle acque meteoriche derivanti dall'impermeabilizzazione parziale dell'area modificata a seguito dell'ampliamento avverrà attraverso la dispersione nei primi strati del sottosuolo con pozzi disperdenti per il cui numero e dimensionamento si fa riferimento al capitolo 10 della presente relazione, adeguando e implementando la rete già esistente, come rappresentato sulla tavola T09 di progetto.

Le opere di gestione delle acque meteoriche in esercizio hanno dimostrato di garantire ottima efficienza nel corso del tempo, per cui sono stati adottati gli stessi criteri per il dimensionamento delle opere a servizio della nuova configurazione dell'insediamento, mantenendo una parte di quelle esistenti e creando due nuove aree per la realizzazione delle batterie di pozzi disperdenti.

La **Relazione Geologica** costituisce parte integrante del progetto e pone le basi informative essenziali per la redazione della **Relazione Geotecnica**, allegata alla presente istanza.

Tutto ciò premesso si può affermare che sia i contenuti della variante urbanistica sia gli interventi in progetto risultano del tutto compatibili con gli equilibri geologici, geomorfologici ed idrogeologici locale nonché con le norme di attuazione di carattere geologico degli strumenti urbanistici vigenti per il comune interessato.

Omegna, Febbraio 2022

Dott. Geol. CORRADO CASELLI