

COMUNE DI GIGNESE (VB)



**ACQUA
NOVARA.VCO
S.p.A.**

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu

TITOLO COMMESSA:

EMERGENZA IDRICA

**Aumento capacità serbatoio acqua grezza - Nuove vasche di stoccaggio
prima della filtrazione**

OGGETTO:

Relazione Geologica

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:

DEFINITIVO - ESECUTIVO

Data Rev. N° - :

SETTEMBRE 2022

| Rev. N° | Modifiche | Data |
|---------|-----------|-------|
| 1 | — | -/-/- |
| 2 | — | -/-/- |
| 3 | — | -/-/- |
| 4 | — | -/-/- |

Rif. N° Commessa:

Y04M - 10043317

Il Progettista
Ing. Matteo Ferrero

Elaborato N°:

GEO.01

CUP:

D38B22001140001

RUP:

Ing. Giuseppe Caranti



PROPRIETÀ RISERVATA

**QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA
AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.**

I N D I C E

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA..... | 1 |
| 2. NORMATIVA..... | 3 |
| 3. SINTESI DELLE ATTIVITA' SVOLTE E METODOLOGIA DI LAVORO..... | 4 |
| 4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI | 6 |
| 5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PREVISIONE..... | 11 |
| 6. VINCOLISTICA SOVRAORDINATA DI CARATTERE GEOLOGICO ED ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO..... | 13 |
| 6.1 PREMESSA | 13 |
| 6.2 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO | 18 |
| 6.3 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO GEOMORFOLOGICO | 18 |
| 6.4 CARTA DELL'IDONEITÀ URBANISTICA | 20 |
| 6.5 VINCOLO IDROGEOLOGICO | 22 |
| 7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO..... | 24 |
| 8. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOLOGICO..... | 27 |
| 9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO..... | 32 |
| 10. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE..... | 34 |
| 11. SONDAGGI GEOGNOSTICI..... | 36 |
| 11.1 PREMESSA | 36 |
| 11.2 RISULTANZE..... | 36 |
| 12. PROVE GEOGNOSTICHE | 39 |
| 13. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE..... | 40 |
| 13.1 PREMESSA | 40 |
| 13.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO | 42 |
| 13.3 CATEGORIE DI PROFILO STRATIGRAFICO DEL SUOLO DI FONDAZIONE..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 13.4 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA | 46 |
| 13.5 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA..... | 46 |
| 13.6 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA E DELLE AZIONI DI PROGETTO..... | 47 |
| 13.7 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO..... | 48 |
| 13.8 PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO | 50 |
| 13.9 STABILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE | 52 |
| 14. MODELLO GEOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO | 54 |
| 15. PARAMETRIZZAZIONE DEI TERRENI..... | 55 |
| 16. SCAVI E OPERE DI SOSTEGNO | 56 |
| 18. INDICAZIONI E PRESCRIZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO..... | 58 |
| 18.1 PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA..... | 58 |
| 18.2 FASE DI CANTIERE ED ESECUZIONE LAVORI | 59 |
| 19. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | 63 |
| 20. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI, CARTOGRAFICI E DOCUMENTALI | 64 |
| ALLEGATI: | |
| - SEZIONI STRATIGRAFICHE E LITOTECNICHE SCHEMATICHE INTERPRETATIVE | |

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta, al fine di ottemperare a quanto previsto dalla L.R. 45/1989 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici" e s.m.i., che disciplina gli interventi e le attività da eseguire nelle zone soggette a vincolo, come ulteriormente precisato dalla Circolare n. 3/AMB del 31.8.2018, nonché del D.M. 17.01.2018 e dalle NTA del vigente P.R.G.C., a supporto del progetto: "Emergenza idrica - Aumento capacità serbatoio acqua grezza - Nuove vasche di stoccaggio prima della filtrazione", da realizzarsi in comune di Gignese (NO)" – Via Pianezza, nell'ambito dell'“*Accordo Quadro con due operatori per l'affidamento dei servizi tecnici di progettazione, assistenza al RUP, Direzione Lavori, assistenza lavori, collaudi, Coordinatore in fase di progettazione (CSP) e/o di coordinatore in fase di esecuzione (CSE) ad esclusione della parte depurazione acque reflue. 2020_04 Ri*”.

Gli studi, i rilievi e le indagini, eseguite nell'ambito territoriale di possibile influenza degli interventi e delle opere in previsione, hanno avuto pertanto la finalità di illustrare il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del sito di progetto, di individuare eventuali criticità e di fornire le indicazioni preliminari relative alle problematiche geologiche che dovranno essere affrontate nell'ambito della progettazione ed esecuzione delle future opere, valutando in base al quadro dissestivo, vincolistico e pianificatorio in ambito geologico la fattibilità degli interventi, anche sulla base di una serie di sopralluoghi, indagini e prove eseguite in sito.

Ai sensi del D.M. 17.01.2018 “*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*” (indicato nel seguito con la sigla NTC/18), il presente elaborato, in relazione ai contenuti ed alle indagini eseguite, è costituito dalla relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (par. 6.2.1 delle NTC/18 e par. 6.2.1 della Circ./19).

Al fine di permettere una caratterizzazione geologica del sito d'intervento è stato definito, sulla base delle analisi cartografiche e bibliografiche, sui rilievi eseguiti, sulle risultanze delle indagini e prove a disposizione, il modello geologico di riferimento.

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici. In funzione della tipologia di opere e di interventi previsti all'interno del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, sono state eseguite una serie di specifiche indagini finalizzate alla ricostruzione del modello geologico. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito ha, infatti, compreso la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento il quale è stato sviluppato in modo da costituire il punto di partenza al fine di inquadrare eventuali problematiche geologiche connesse alla realizzazione degli interventi in progetto.

2. NORMATIVA

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi su cui si sono basati gli studi e le indagini eseguite.

- ☐ Circolare 617 C.S.LL.PP. del 2 febbraio 2009. Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- ☐ Circolare 3/AMB del 31 agosto 2018 del Presidente della Giunta regionale.
- ☐ Circolare 7 C.S.LL.PP del 21 gennaio 2019. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- ☐ D.G.R. 65-7656 del 21 maggio 2014 - Aggiornamento e adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico (O.P.C.M. 3074/2003 - O.P.C.M. 3519/2006)".
- ☐ D.G.R. 4-3084 del 12 novembre 2011 - Approvazione della D.G.R. n. 11-13058 del 19 gennaio 2010.
- ☐ D.G.R. n. 6-887/2019. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656
- ☐ D.M. 14 gennaio 2008 - Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- ☐ D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni
- ☐ D.Lgs 152/2006 - Norme in materia ambientale.
- ☐ D.P.R. 380/2001 e s.m.i. - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia - Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G.C. e relativi elaborati tecnici.
- ☐ L.R. 45 del 09.08.1989 in materia di vincolo idrogeologico.
- ☐ Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G.C. e relativi elaborati tecnici.
- ☐ OPCM 3274/2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- ☐ R.D.L. n. 3267 del 30.12.1923.

3. SINTESI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E METODOLOGIA DI LAVORO

Ai fini dello svolgimento dell'incarico si è proceduto all'esecuzione di una serie di sopralluoghi e rilievi finalizzati, oltre che alla ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, alla ricostruzione del modello geologico dell'area d'intervento. Le attività svolte si sono basate in particolare su:

- Rilievi geologici e morfologici eseguiti in sito
- Analisi dei dati rilevati dallo scrivente durante i sopralluoghi effettuati sull'area di intervento e in un suo intorno significativo
- Consultazione di database scientifici
- Consultazione di cartografie geologiche specifiche
- Consultazione di pubblicazioni scientifiche
- Consultazione degli elaborati geologici allegati ai P.R.G.C.
- Consultazione di elaborati di carattere tecnico professionale
- Consultazione di Piani Territoriali
- Consultazione della Relazione geologico tecnica a supporto delle Opere di ristrutturazione del serbatoio ubicato in località Alpino, a firma del Dr. Geol. Claudio Viviani, dell'anno 2009, fornita dalla Committenza.

In particolare, sono stati consultati in via preliminare i seguenti documenti:

- "Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" - Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - PAI predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art. 17 della Legge n° 183/89
- Geoportale a cura dell'ARPA Piemonte: cartografia relativa ai conoidi alluvionali, Banca Dati Geotecnica (sondaggi geognostici e campioni di terreno), cartografia del SIFraP (Sistema Informativo Frane in Piemonte), cartografie relative agli eventi alluvionali, cartografia della Banca Dati Geologica (Carta delle aree inondabili, carta delle frane, carta dei tributari minori e delle conoidi, carta delle aree instabili, carta degli alveo tipi e portate, carta dei danni ai centri abitati, carta dei danni alla rete viaria)

- Geoportale Nazionale, a cura del Ministero dell'Ambiente, il quale permette la visualizzazione e l'utilizzo della cartografia di base nazionale, prodotta a seguito dell'accordo integrativo tra Stato e Regioni del 12 ottobre 2000 sul Sistema Cartografico di Riferimento
- Gis Browser relativo al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, Direttiva 2007/60/CE recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 – Scenari di alluvioni/Pericolosità e Scenari di Rischio
- Piano Regolatore Generale Comunale (tavole e relazioni)

Come previsto dalle NTC/18, la presente relazione geologica è stata sviluppata in modo tale da costituire un utile elemento di riferimento per i Progettisti al fine di inquadrare le eventuali problematiche geologiche. Si elencano di seguito i contenuti principali del presente elaborato:

- Scopo del lavoro
- Aspetti normativi e pianificatori
- Descrizione degli interventi previsti da progetto
- Inquadramento geologico – strutturale del territorio
- Inquadramento geomorfologico
- Analisi dello stato vincolistico
- Analisi dello stato dissestivo
- Inquadramento geologico – litologico con individuazione delle formazioni principali caratterizzanti l'area in esame
- Inquadramento idrogeologico con individuazione e caratterizzazione degli acquiferi principali e valutazioni sulle caratteristiche di permeabilità dei terreni
- Risultanze delle prove ed indagini geognostiche e/o geotecniche pregresse
- Analisi della sismicità locale
- Creazione del modello geologico generale dell'area
- Creazione del modello stratigrafico generale dell'area
- Parametrizzazione dei terreni
- Prescrizioni e raccomandazioni di carattere geologico da seguirsi in fase di progettazione ed in fase esecutiva
- Considerazioni conclusive e fattibilità degli interventi.

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

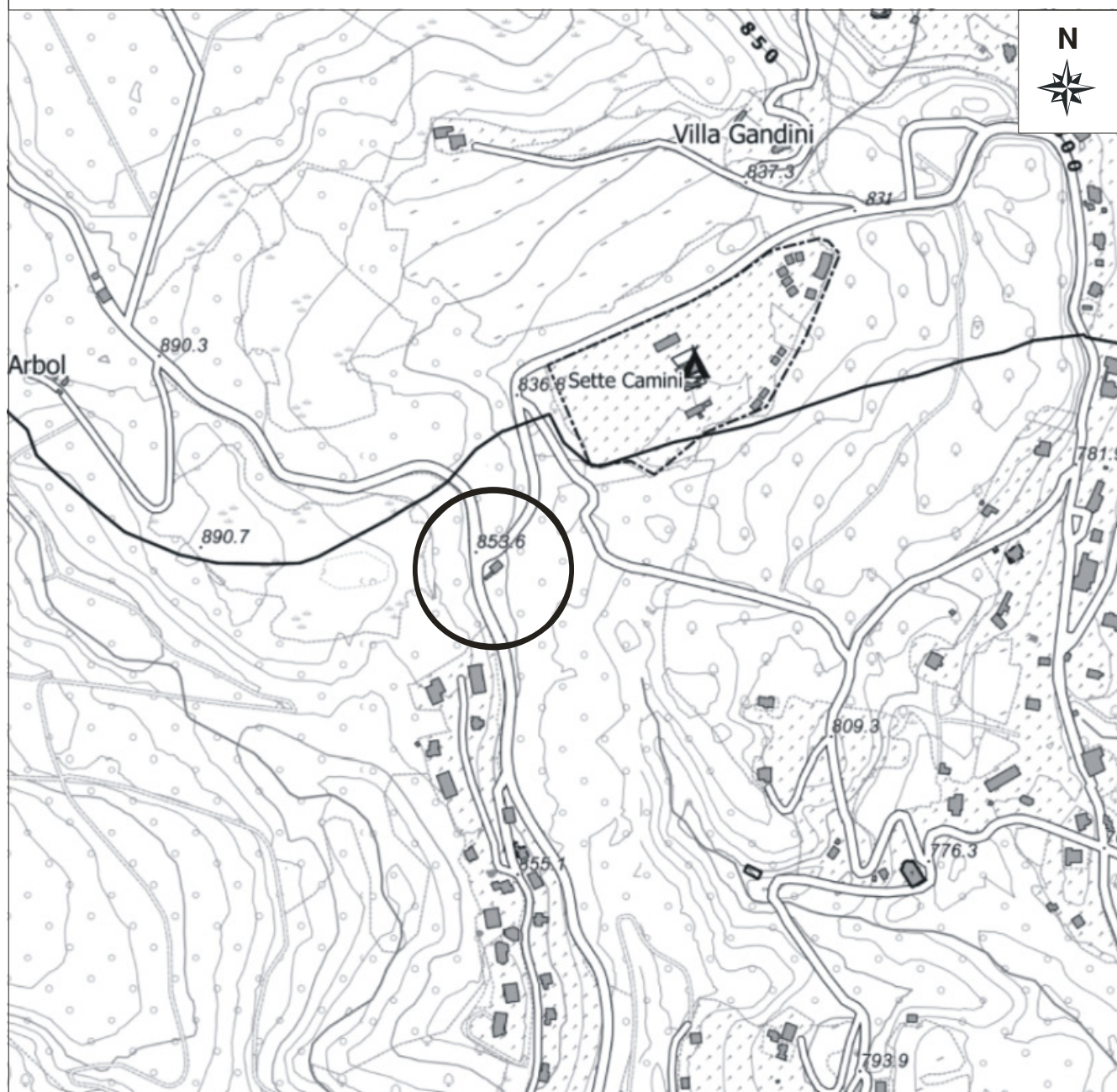
4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI

L'area in esame, ubicata a NW di Gignese, rientra in un settore montano boscato costituito da un settore debolmente acclive, ad una quota di circa 850 m s.l.m.

Comune di Gignese (VB)

AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO

CARTA DI INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO (BDTRE PIEMONTE)



Scala: 1:5.000
Comune: Gignese
Provincia: Verbania
Estratto:
BDTRE - Regione Piemonte



Area d'intervento

Relazione geologica

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

CARTA DI INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO AEREO



Scala: 1:5.000
Comune: Gignese
Provincia: Verbania
Estratto:
Ortofoto Regione Piemonte



Area d'intervento

Relazione geologica

Comune di Gignese (VB)

AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO

CARTA DI INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO AEREO DI DETTAGLIO AREA IMPIANTO



Comune: Gignese

Provincia: Verbania



Area d'intervento

Relazione geologica

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

L'area d'intervento è occupata da un impianto costituito da diversi serbatoi e vasche parzialmente interrati.



Fig. 4.1 – Area d'intervento

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PREVISIONE

Sulla base di quanto fornito dai progettisti nonché dagli elaborati a disposizione emerge che le previsioni progettuali riguardano essenzialmente la demolizione di una parte delle vasche esistenti e la realizzazione di un nuovo serbatoio adiacente a quelli esistenti per far fronte all'emergenza idrica.

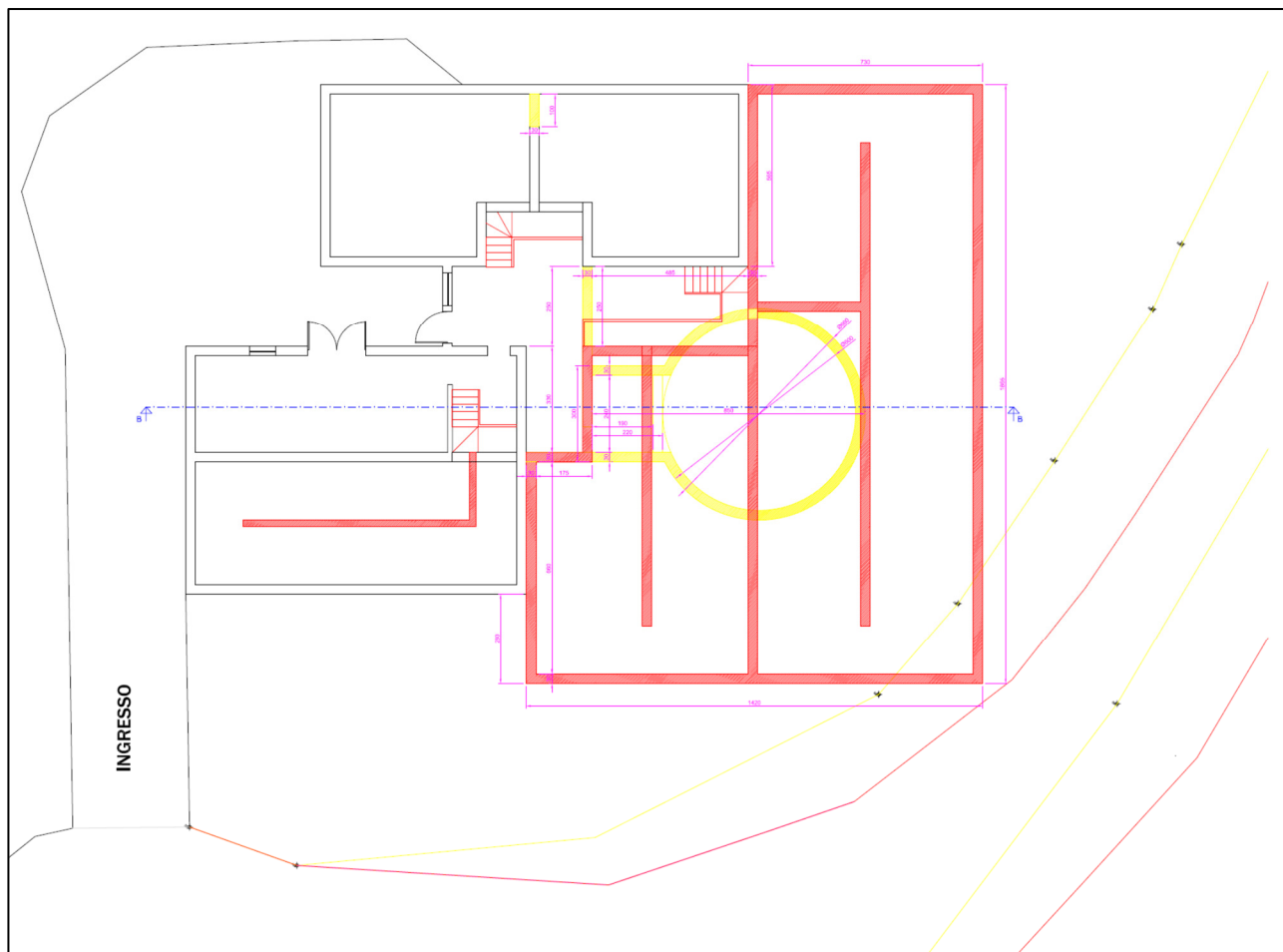


Fig. 5.1 – Planimetria di progetto

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

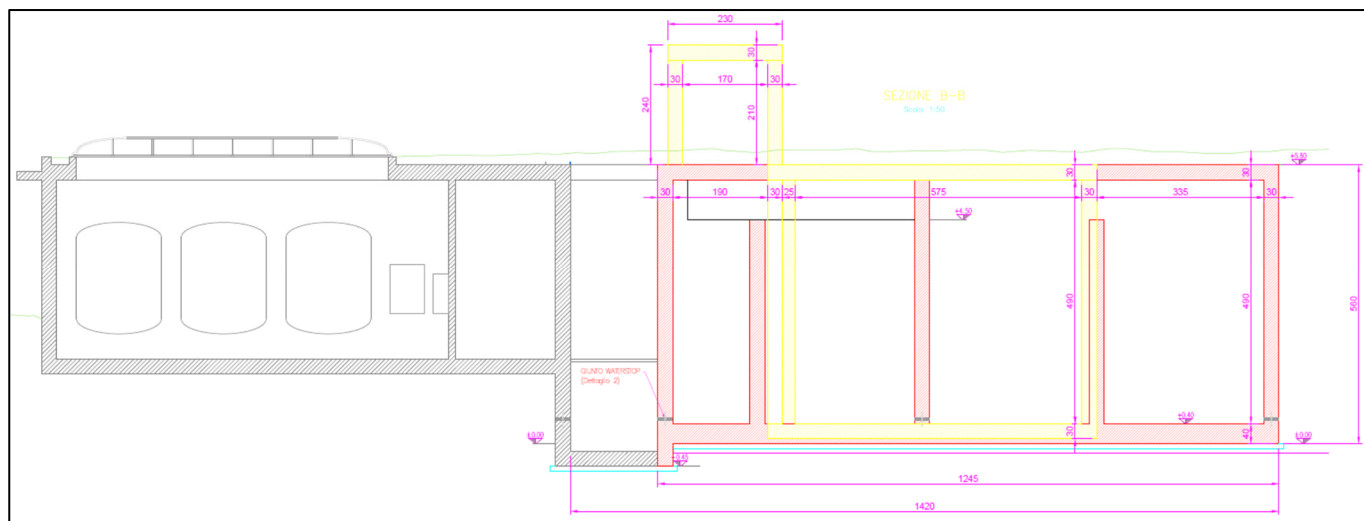


Fig. 5.2 – Sezione di progetto

Per quanto riguarda gli scavi, allo stato attuale della progettazione, è previsto circa mc 1437,56 di volume di scavo riutilizzare in sito e circa mc. 1322,18 da trasportare in impianto autorizzato, per un totale di circa mc 2759,74.

Per quanto riguarda le specifiche di dettaglio degli interventi ed i volumi di scavo e riporto, si rimanda agli elaborati progettuali.

6. VINCOLISTICA SOVRAORDINATA DI CARATTERE GEOLOGICO ED ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO

6.1 PREMESSA

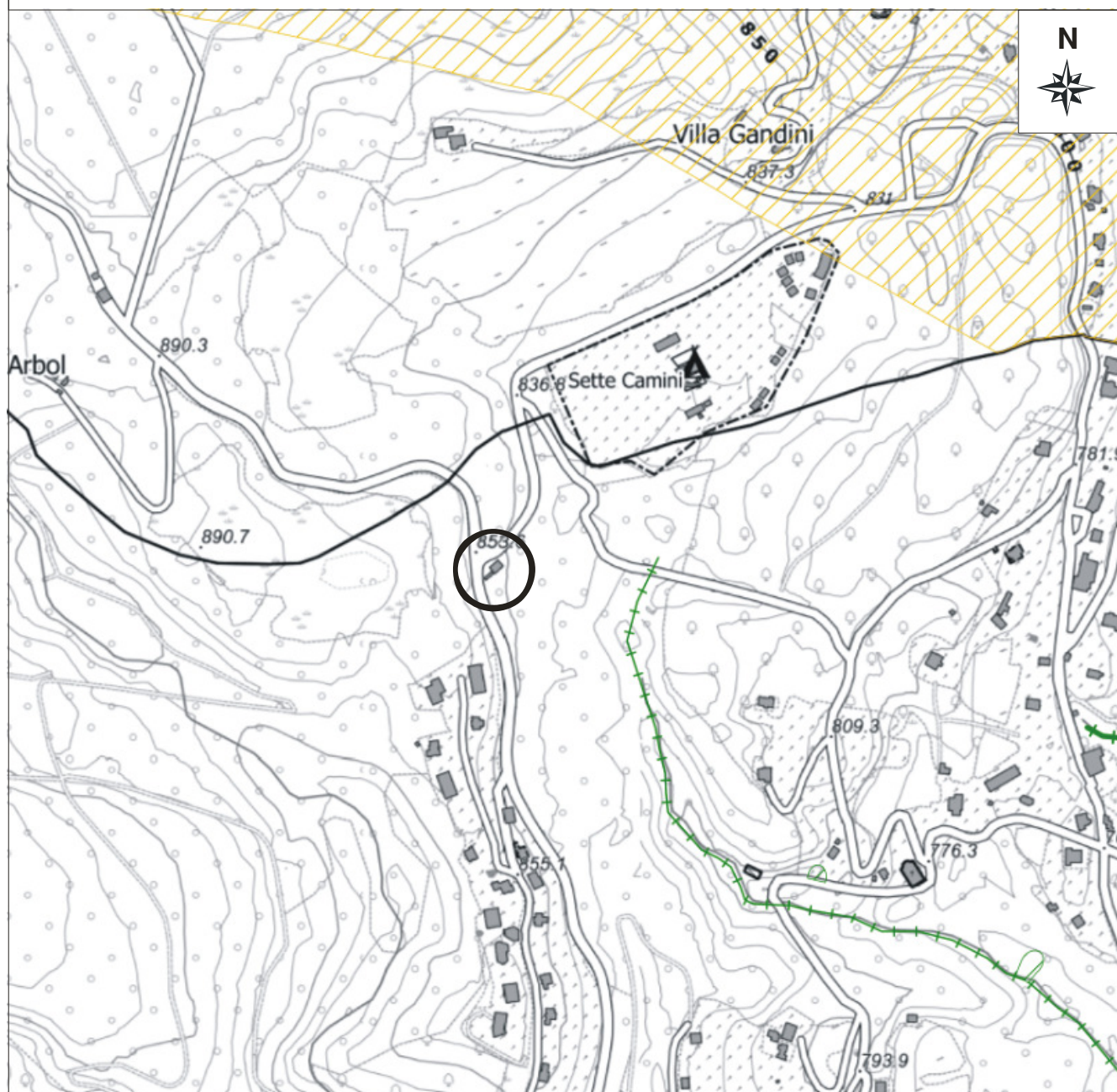
L'analisi dello stato dissestivo legata al concetto di pericolosità e di rischio idraulico e geomorfologico del territorio in esame è stata effettuata, oltre che da un'indagine diretta, anche mediante l'analisi della cartografia tematica allegata al P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvione), al P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po), al P.R.G.C. (Piano Regolatore Generale Comunale), al Sistema SICOD (Catasto delle opere di difesa), al Progetto IFFI/SIFRAP – Sistema Informativo dei fenomeni FRANosi in Piemonte e Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi (ReRCoMF) ed alla cartografia delle aree instabili di ARPA Piemonte, alla Carta Geologica d'Italia nonché sulla base delle informazioni storiche acquisite.

Nel documento di seguito vengono riportati gli stralci cartografici ritenuti più significativi.

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

CARTA DEI DISSESTI (P.A.I.)



Scala: 1:5.000

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

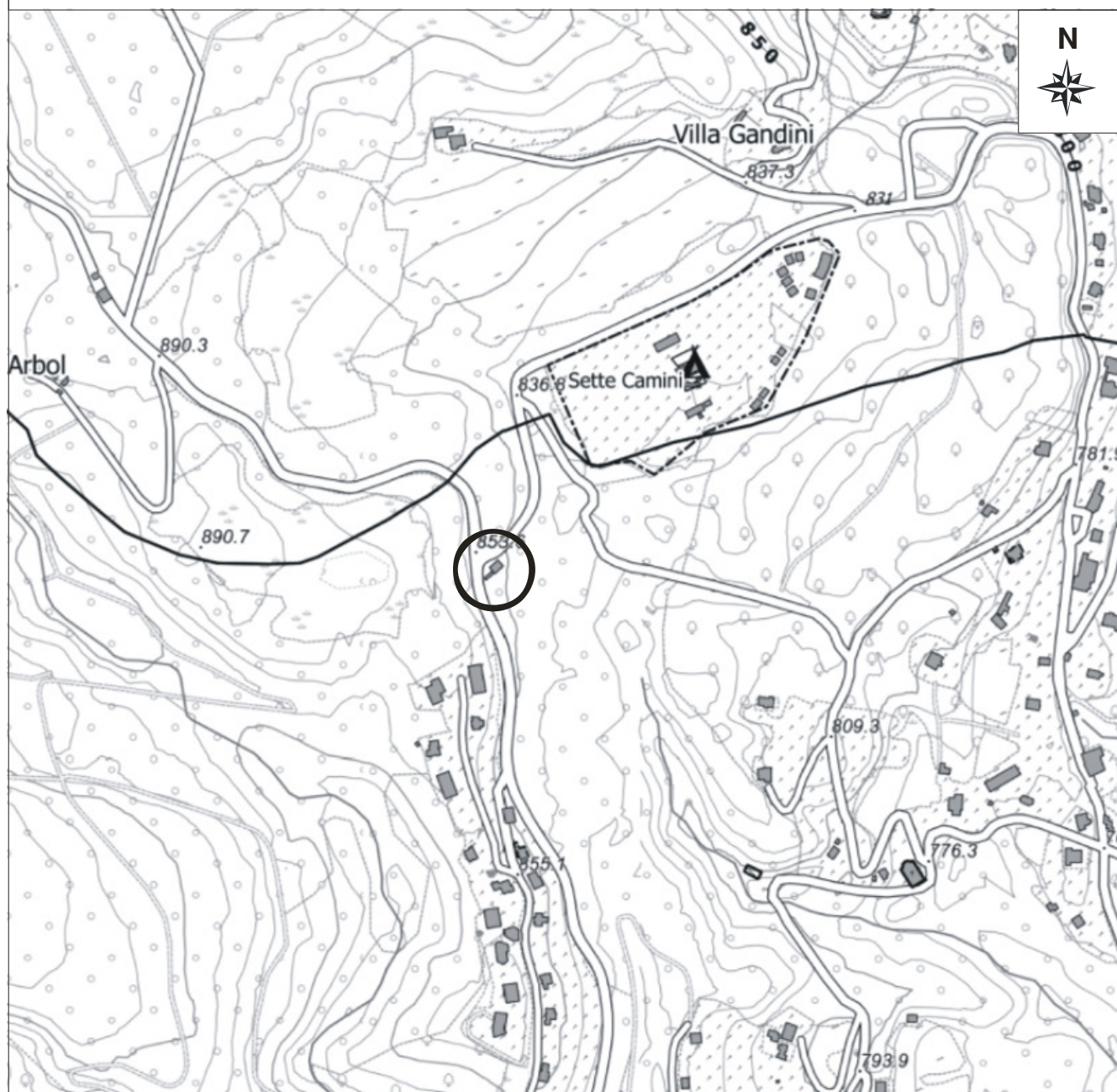
Estratto:
P.A.I. (Piano di assetto
Idrogeologico del fiume Po)



Area d'intervento

Relazione geologica

CARTA DI PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE (P.G.R.A.)



Scala: 1:5.000

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

Estratto:
P.G.R.A. (Piano Gestione Rischio
Alluvione)

Legenda

Scenari di alluvioni - Pericolosità - 2020

- Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
- Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
- Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500)



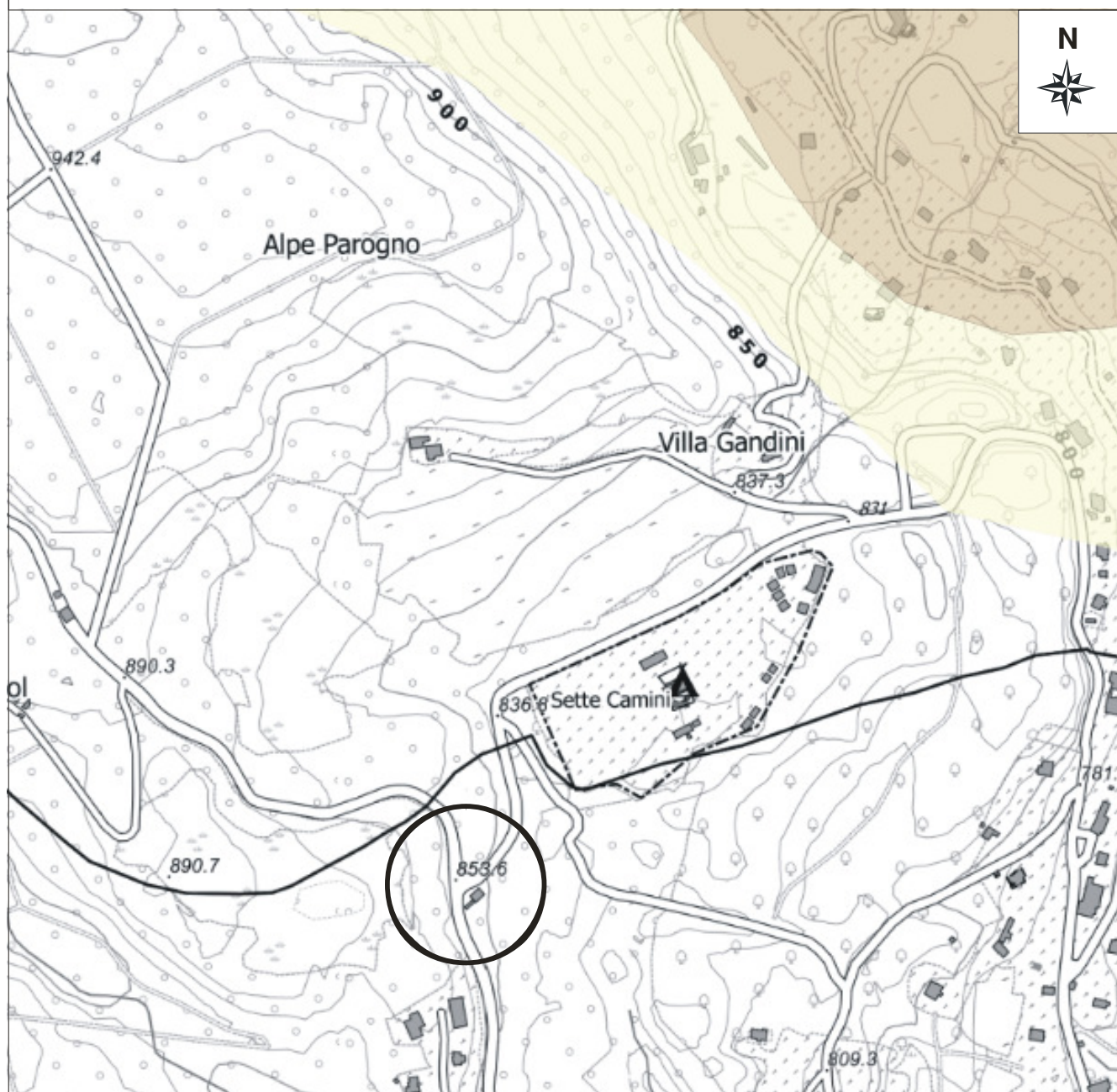
Area d'intervento

Relazione geologica

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

**CARTA DEI DISSESTI
(I.F.F.I./SI.FRA.P.)**



Scala: 1:5.000

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

Estratto:

I.F.F.I. (Inventario dei fenomeni
franosì in Italia)

SI.Fra.P. (Sistema Informativo
Frane in Piemonte)



Area d'intervento

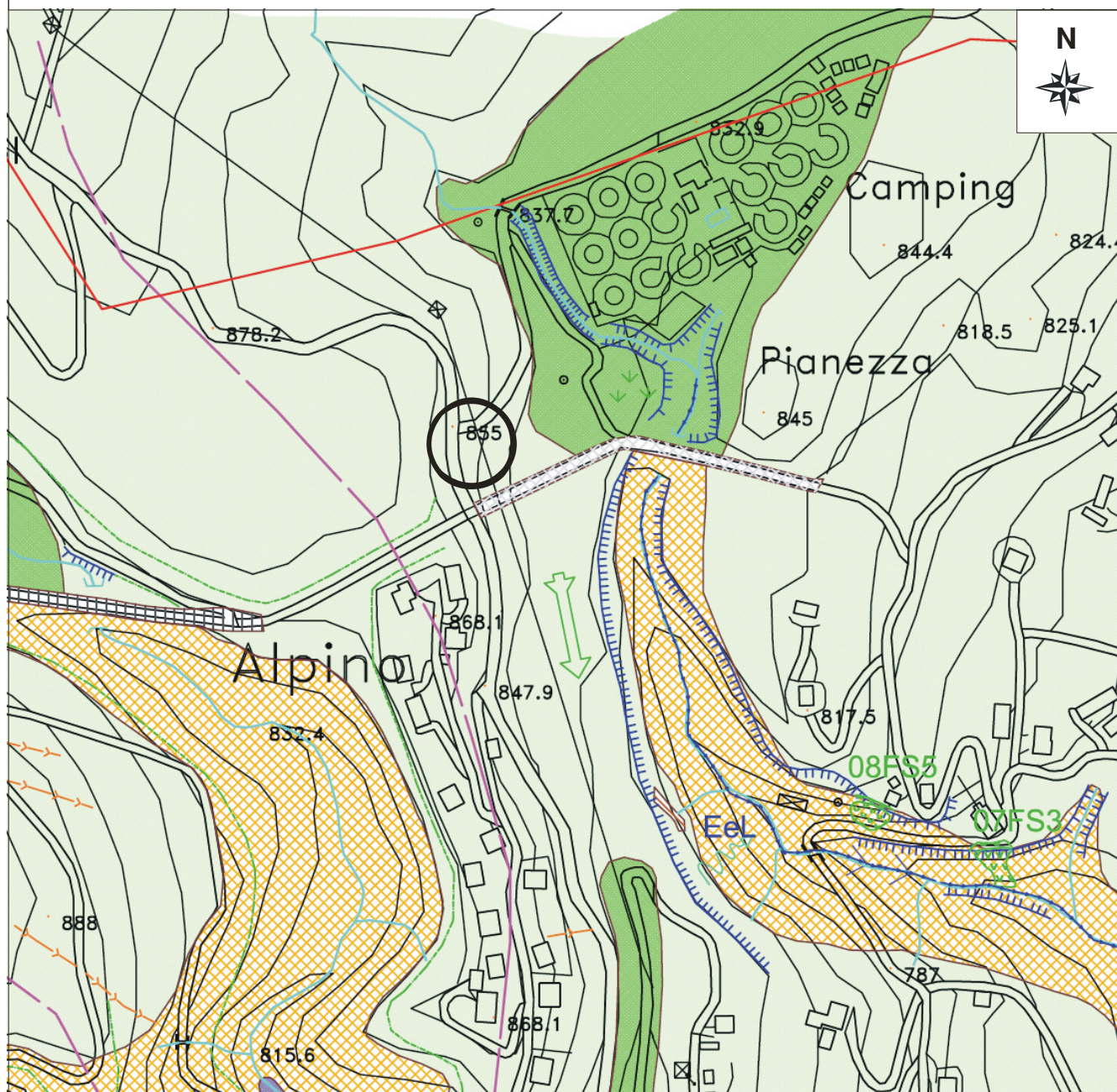
Relazione geologica

- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Complesso
- Crollo/Ribaltamento
- DGPV
- Espansione
- Scivolamento rotazionale/traslato

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

CARTA GEOMORFLOGICA E DEL DISSESTO (P.R.G.C.)



Scala: 1:10.000

Comune: Gignese

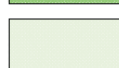


Provincia: Verbania

Estratto:
Carta geologica, geomorfologica
e del dissesto
P.R.G.C.



Area d'intervento

Relazione geologica

- | | |
|--|---|
|  Depositi glacio-lacustri |  Depositi antropici |
|  Depositi morenici |  Depositi detritico-eluviali |
|  Sustrato roccioso affiorante e/o subaffiorante |  Depositi misti di versante |
| |  Depositi alluvionali |

6.2 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO

Ai fini della valutazione dello stato dissestivo e del rischio idraulico del settore in esame, sono state analizzate una serie di cartografie tematiche (vedasi Piani territoriali riportati in premessa) che permettono di individuare eventuali settori coinvolti o potenzialmente coinvolgibili da eventi alluvionali o fenomeni di esondazioni per piene ordinarie e straordinarie ad opera della rete idrografica principale e secondaria.

| Strumento di pianificazione | Tavola | Zona di rischio | Descrizione |
|--|-------------------------------------|------------------------|--------------------|
| P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvione) | Carta degli scenari da alluvione | - | - |
| P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po) | Carta dei dissesti | - | - |
| P.R.G.C. (Piano Regolatore Generale Comunale) | Carta geomorfologica e del dissesto | - | - |

Alla luce di tali analisi, supportate dai rilievi effettuati in sito, non sono state individuate cartografie tematiche che evidenzino un potenziale rischio idraulico per il settore in esame interessato dall'intervento.

Gli unici rischi, seppure di ridotta entità, possono essere legati a fenomeni di ruscellamento lineare o diffuso che potrebbero innescarsi durante eventi piovosi particolarmente intensi a carattere eccezionale, ma ormai sempre più frequenti e diffusi.

6.3 ANALISI DEL DISSESTO E DELLA PERICOLOSITÀ E RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Ai fini della valutazione dello stato dissestivo e del rischio geomorfologico del settore in esame, sono state analizzate una serie di cartografie tematiche quali il Sistema Informativo Frane in Piemonte (SiFraP) dell'ARPA Piemonte – Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche che rappresenta la banca dati sulle frane più completa e di dettaglio esistente in Italia, per la scala della cartografia adottata (1:10.000) e per il numero di parametri ad esse associati. E' stata inoltre analizzata la cartografia dei dissesti del Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI) dell'Autorità di Bacino

Distrettuale del fiume Po, la cartografia delle aree instabili di ARPA Piemonte Piemonte e la carta geomorfologica e dei dissesti del vigente P.R.G.C.

Tali cartografie permettono di individuare eventuali settori coinvolti o potenzialmente coinvolgibili da eventi dissestivi (frane).

| Strumento di pianificazione | Tavola | Zona di rischio | Descrizione |
|--|-------------------------------------|------------------------|--------------------|
| IFFI/SIFRAP (Sistema Informativo Frane in Piemonte) | Carta dei dissesti | - | - |
| P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po) | Carta dei dissesti | - | - |
| P.R.G.C. (Piano Regolatore Generale Comunale) | Carta geomorfologica e dei dissesti | - | - |

Alla luce di tali analisi, non sono state individuate cartografie tematiche che evidenzino frane o più in generale dissesti che riguardino direttamente il settore interessato dall'intervento. Dai rilievi eseguiti in sito non emergerebbero inoltre particolari situazioni di dissesto che interessino direttamente il sito.

Gli unici rischi possono essere legati a potenziali fenomeni dissestivi di carattere locale e puntuale che potrebbero svilupparsi in seguito ad una movimentazione della coltre di alterazione superficiale, specie di natura limoso - argillosa, quindi fortemente soggetta a fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche e a fenomeni di gelo e disgelo, responsabili dell'instaurarsi di fenomeni erosivi ed allo scadimento delle caratteristiche geotecniche di tali materiali.

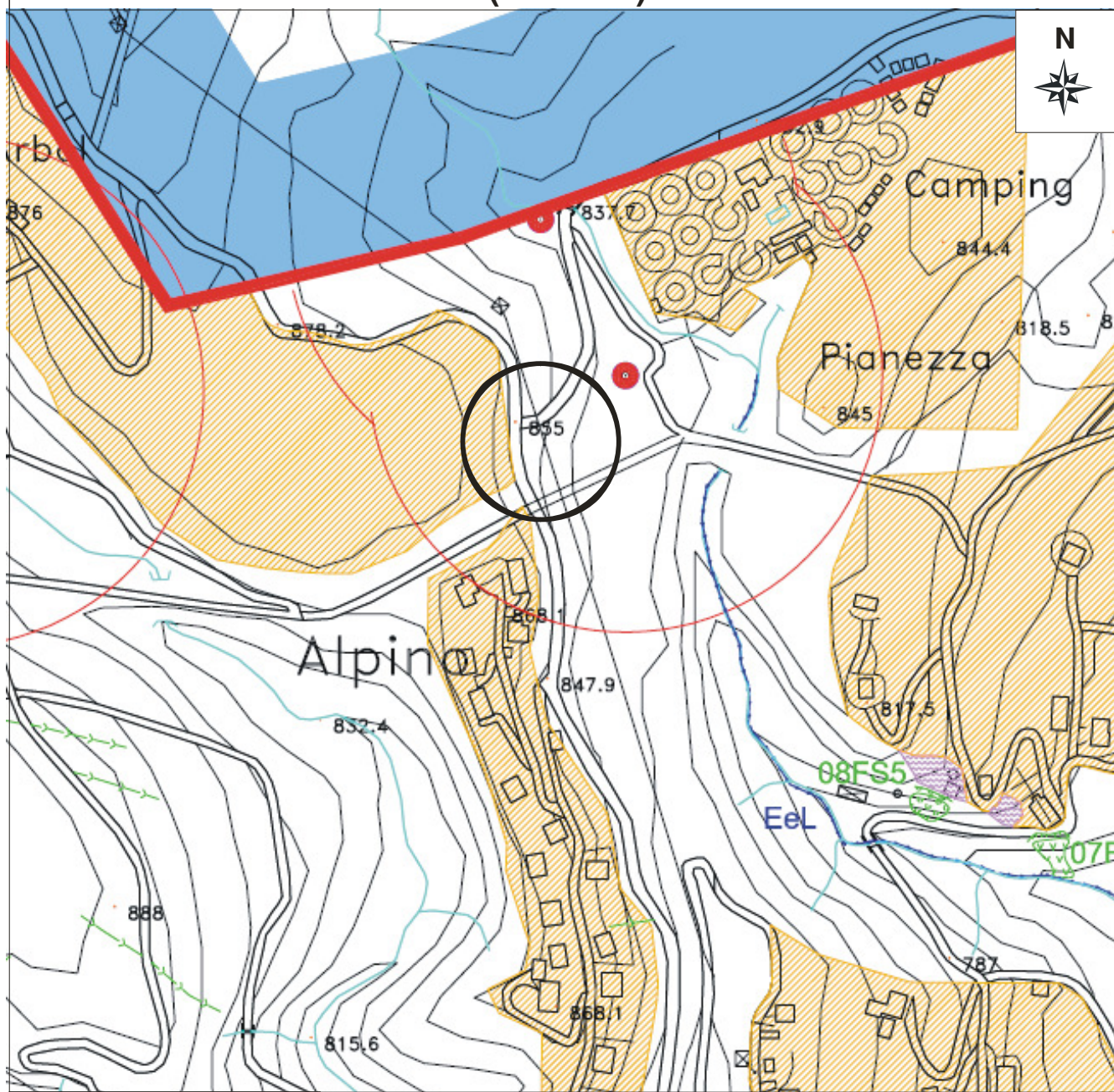
Per ovviare a tali problematiche, anche ai fini di una mitigazione del rischio geomorfologico, occorrerà in ogni caso provvedere ad una corretta regimazione delle acque di precipitazione e di ruscellamento superficiale mediante canalizzazioni e drenaggi a tergo dei serbatoi, adeguatamente connessi ad un ricettore finale (previa verifica dell'idoneità a ricevere gli apporti idrici previsti), che dovranno essere oggetto di adeguate opere di manutenzione periodiche.

6.4 CARTA DELL'IDONEITÀ URBANISTICA

L'analisi di tutti gli elementi di carattere geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico effettuata dai Tecnici redattori della componente geologica del P.R.G.C. ha consentito una valutazione oggettiva della propensione al dissesto nell'intero ambito comunale. Tale determinazione, sulla base dei dati acquisiti, degli eventi storici, delle risultanze di indagini geologiche a corredo di precedenti strumenti urbanistici, della bibliografia e cartografia della Regione Piemonte, ha permesso di effettuare una zonazione del territorio riportata nella *"Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità urbanistica"*. Questa ultima ha consentito la definizione di aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica intrinseca in funzione all'uso urbanistico suddiviso in settori omogeneamente distinti.

Il lotto oggetto d'intervento ricade nella *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'utilizzazione ai fini urbanistici"*, all'interno della *Classe di pericolosità geomorfologica III: "Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedire l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo, viceversa la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente"* ed in particolare nella *Sottoclasse IIIa "Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (...). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (...) vale quanto indicato all'art.31 della L.R. 56/77"* (caso in questione).

CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA (P.R.G.C.)



Scala: 1:2.500

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

Estratto:
Carta di sintesi base CTR
P.R.G.C.

IIIa



Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inadatte a nuovi insediamenti.

Aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano
D.Lgs. n. 152/2006



Zona di tutela assoluta (raggio di 10 m)



Zona di rispetto (raggio di 200 m)



Area d'intervento

Relazione geologica

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

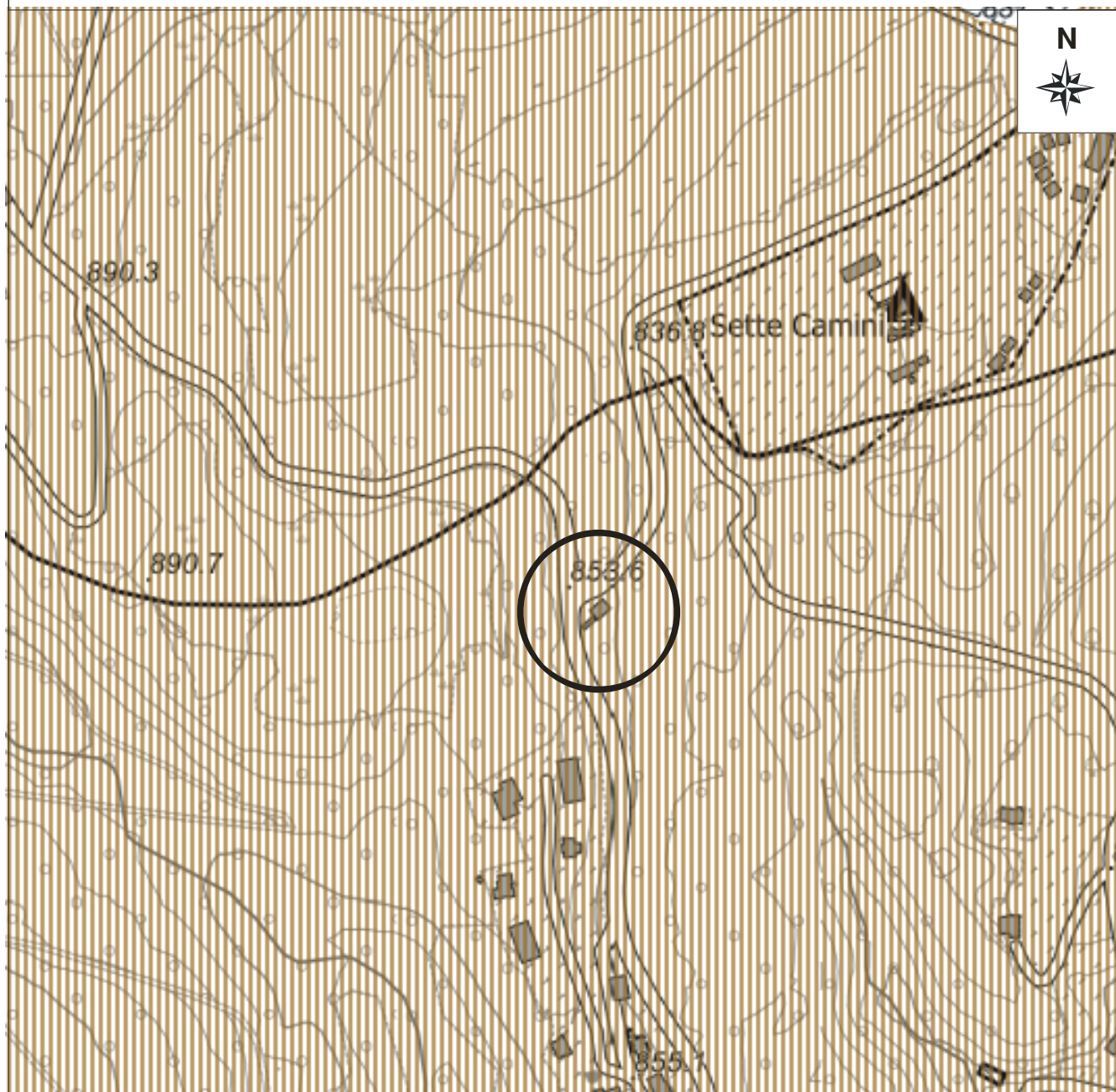
6.5 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il tracciato in progetto ricade all'interno di aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 1126 del 16 maggio 1926 della L.R. 45 del 9 Agosto 1989 e s.m.i.

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

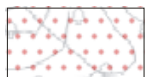


Scala: 1:5.000

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

Estratto:
Carta del Vincolo idrogeologico
Regione Piemonte



Vincolo idrogeologico



Area d'intervento

Relazione geologica

7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO

Il settore in esame ricade nel dominio geologico-strutturale Sud-Alpino o delle Alpi Meridionali costituito da due unità principali, a contatto tettonico tra loro: la Zona Ivrea-Verbanò che caratterizza le parti settentrionali al di fuori del territorio in esame, e la Serie dei Laghi.

Si tratta di una struttura costituita da falde di basamento e copertura sud-vergenti, separata dalle unità a vergenza europea dal lineamento Periadriatico (qui rappresentato dalla linea del Canavese) e che, a differenza di queste ultime, non ha subito il metamorfismo polifasico alpino.

Le Alpi Meridionali rappresentano una sezione completa di crosta continentale pre-alpina: la Zona Ivrea-Verbanò (corpi basici, ultrabasici e kinzigiti) ne costituiva la crosta continentale inferiore, mentre la Serie dei Laghi ne rappresentava la crosta intermedia e superiore.

La Serie dei Laghi caratterizza quasi completamente le zone poste ad Ovest del Lago Maggiore; in particolare, nel territorio in esame, si trova una delle principali sub-unità che la compongono, ovvero, gli Scisti dei Laghi (prevalenti micascisti e paragneiss a due miche, talora con granato e Ca-silicati) i quali rappresentano la crosta superiore pre-alpina, di natura essenzialmente pelitica, caratterizzata anch'essa da metamorfismo ercinico, in facies anfibolitica, localmente retrocessa in facies scisti verdi; all'età permiana si fa risalire l'intrusione, in tale basamento, dei plutoni granitici e dello sciame dei corpi filoniani ad essi collegati.

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

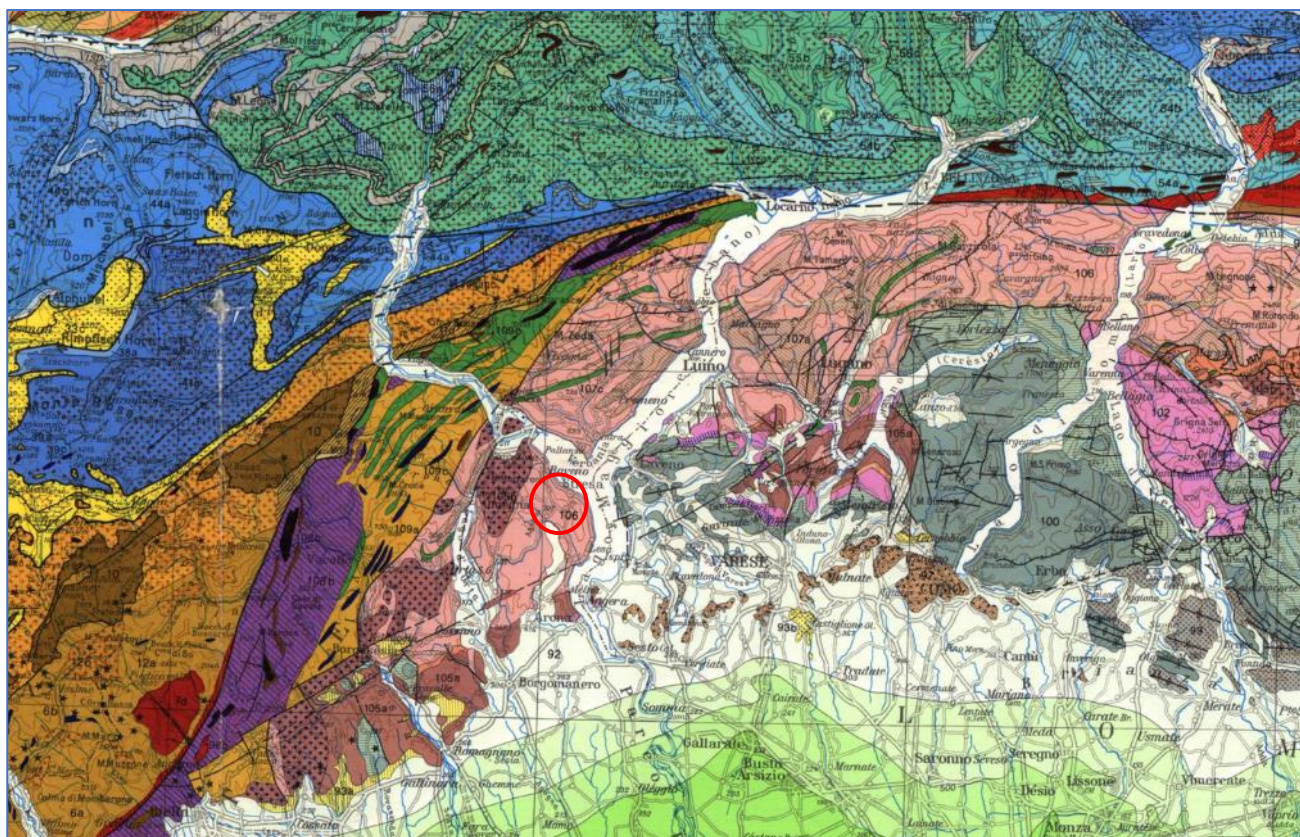


Fig. 7.1 – Estratto dal Modello Strutturale d'Italia

I limiti della Serie dei Laghi sono essenzialmente tettonici e sono rappresentati da lineamenti di diversa età e con differenti caratteristiche: a Nord il confine coincide con la linea Insubrica e a Sud con la linea della Cremona. Verso Ovest, il limite con la Zona Ivrea-Verbanò è rappresentato dalla linea Cossato-Mergozzo Brissago, di età tardo-ercinica, caratterizzata da movimenti distensivi a basso angolo, con componente trascorrente; successivamente tale lineamento e le strutture adiacenti sarebbero state intersecate e dislocate, con una trascorrenza laterale sinistra di circa 11 km, dalla linea Pogallo-Lago d'Orta, che viene fatta risalire all'epoca dell'intrusione dei graniti dei Laghi, di età Permiana. Altri importanti lineamenti tettonici sono rappresentati da alcune faglie inverse e da sovrascorrimenti vergenti verso SE, che ritroviamo frequentemente anche nei territori ad Est del Lago Maggiore.

L'azione glaciale quaternaria, attraverso diverse fasi di espansione e ritiro (pulsazioni) delle masse glaciali, ha contribuito enormemente al modellamento morfologico del territorio, sia per gli effetti dovuti ai processi di erosione, sia per quelli legati alle fasi deposizionali; tali forme sono conservate, con maggiore o minore evidenza, in parecchi settori del territorio. Tuttavia, la morfogenesi alpina del

marginale Sudalpino risulta in atto già precedentemente alle glaciazioni pleistoceniche; il drastico abbassamento del livello di base dell'erosione nel messiniano, conseguente all'evento di disseccamento del Mar Mediterraneo, determinò l'erosione di profondi canyons, in seguito colmati dai depositi pliocenici-villafranchiani; le masse glaciali pleistoceniche occuparono tale pattern idrografico in sovrapposizione ai depositi glaciali.

Le forme geomorfologiche presenti nell'area d'intervento sono legate a forme fluviali e di versante dovute al dilavamento connesse all'azione delle acque superficiali e che possono essere distinte in due categorie a seconda che tale azione si concentri lungo i corsi d'acqua (reticolo idrografico) o che risulti diffusa sui versanti.

La dinamica fluvio-torrentizia, ed in misura minore quella gravitativa dei versanti, si sono sovrapposte alle forme di ambiente glaciale, in parte obliterandole, soprattutto lungo i fondovalle principali ed alla base dei rilievi.

Nell'ambito del territorio si notano tanto le tratte torrentizie in erosione, quanto quelle, meno acclivi, caratterizzate da deposizione del carico solido e formazione di barre deposizionali, eventualmente soggette a reincisione in caso di elevata energia del corso d'acqua, in occasione di eventi alluvionali di particolare intensità. Il paesaggio periglaciale viene sovente spazzato da forti correnti eoliche, che determinano l'accumulo di coltri di sedimenti fini e ben classati nelle zone riparate dal vento. Tali depositi detti *loess*, sono caratterizzati dall'uniformità tessiturale (limi) ed assumono talora spessori intorno al metro. Il diverso grado di evoluzione pedogenetica dei loess è spesso un buon indice dell'età dei depositi glaciali s.l. cui sono correlati, favorendo così la ricostruzione della cronologia degli eventi susseguitisi nell'area.

L'area in esame, ubicata a NW di Gignese, rientra in un settore montano boscato costituito da un versante a debole acclività immergente verso E. In corrispondenza dell'area d'intervento il versante è stato parzialmente rimodellato per la realizzazione dell'impianto in oggetto, ubicato sotto strada.

8. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOLOGICO

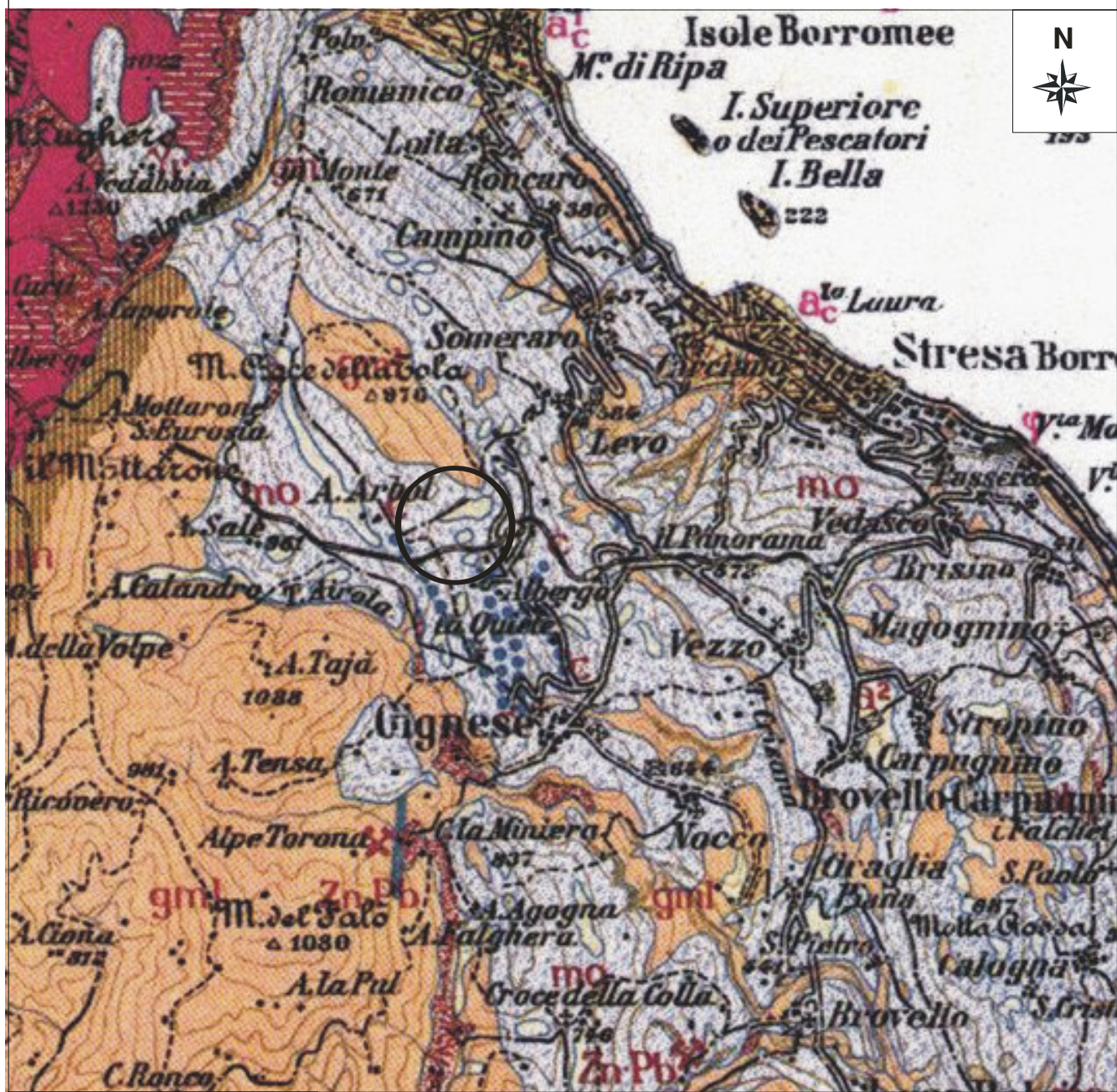
Per quanto riguarda gli aspetti geologici e litologici caratteristici dell'area in esame è stata analizzata la seguente cartografia ufficiale, ritenuta più completa ed esaustiva per il settore d'interesse:

- Carta Geologica d'Italia - Foglio n° 31 "Varese" alla scala 1.100.000
- Carta geologica allegata al P.R.G.C. alla scala 1:10.000

Comune di Gignese (VB)

AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:100.000 (FOGLIO 31 - VARESE)



Scala: 1:50.000

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

Estratto:

Foglio 31 Varese

Carta Geologica d'Italia

alla scala 1:100.000



Morenico e cordoni morenici (c) del Würmiano e degli stadi post-würmiani, contenente talora parti fluvio-glaciali, specialmente minute sabbie micacee. Depositi interglaciali della valle della Tresa (Creva) e della Valtravaglia.



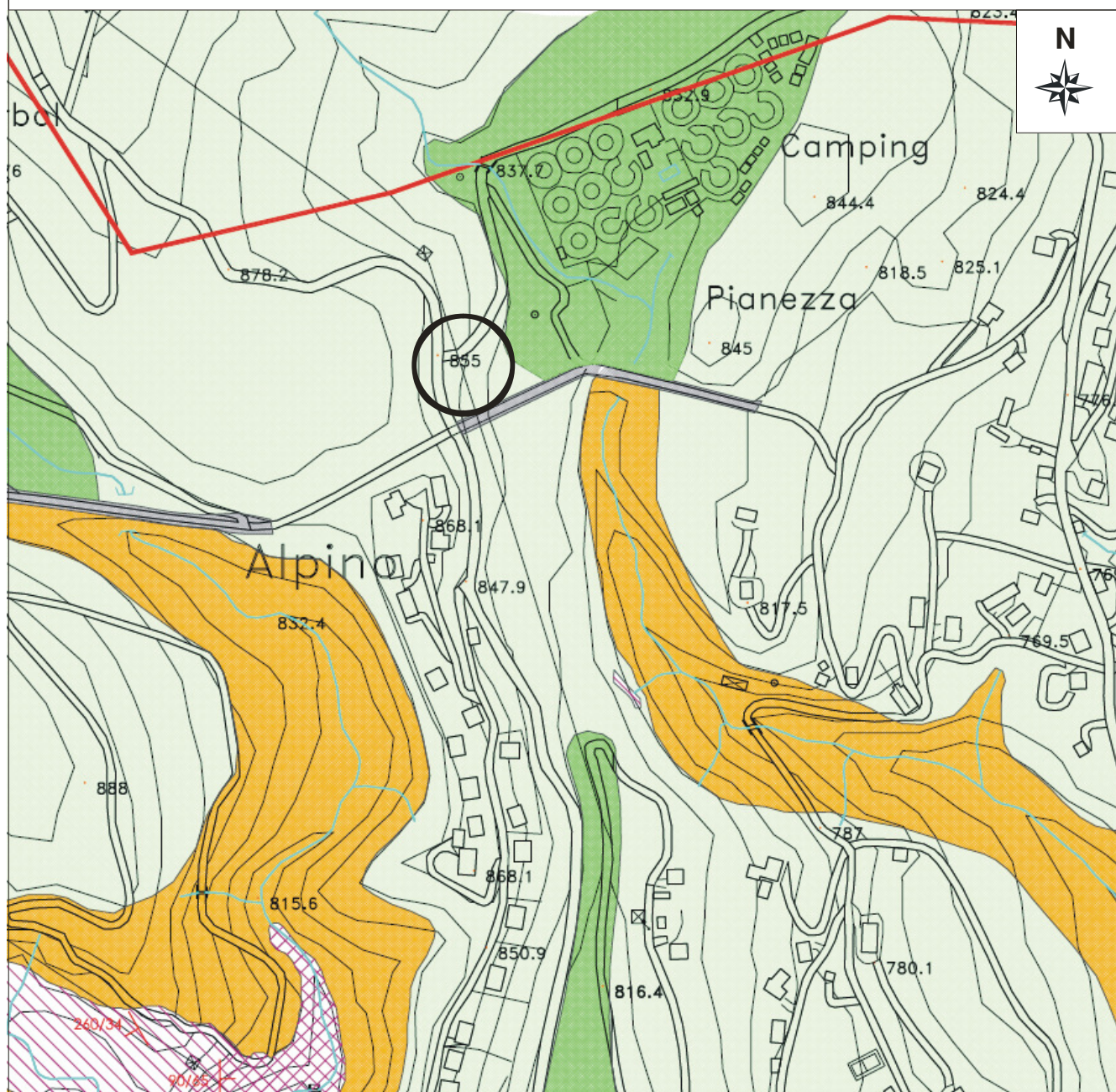
Area d'intervento

Relazione geologica

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

CARTA GEOLOGICA (P.R.G.C.)



Scala: 1:2.500

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

Estratto:
Carta geologica
PRGC



Area d'intervento

Relazione geologica



Depositi misti di versante



Depositi alluvionali



Depositi glacio-lacustri



Depositi morenici

L'area interessata dal progetto interessa le seguenti formazioni litologiche (partendo da superficie):

Depositi morenici

I depositi morenici ricoprono buona parte del territorio comunale fino a quota 950-1000 m s.l.m., si tratta prevalentemente di materiali di ablazione deposti durante le fasi di ritiro e fusione della massa glaciale.

Litologicamente questi depositi sono costituiti da ciottoli e blocchi di dimensioni anche metriche immersi in una matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e, talvolta, argillosa; la struttura del deposito è in genere caotica e i clasti sono eterometrici e spigolosi.

Questi depositi sono organizzati in strutture morfologiche allungate note come cordoni (o argini) morenici i cui assi sono rappresentati sulla carta geomorfologica allegata.

Nel territorio di Gignese, in particolare tra Gignese e Alpino, sui fianchi del M.Sciarré e nella zona di Vezzo, sono stati osservati massi erratici legati al trasporto glaciale di dimensioni anche ciclopiche, tra i quali si ricorda il cosiddetto "Sasso papale" rinvenuto presso Alpino che presentava un volume di circa 2.000 metri cubi; gran parte di questi blocchi sono stati, nel corso degli anni, tagliati e rimossi dall'uomo.

Nell'area d'intervento, sulla base dei sondaggi realizzati, i depositi glaciali presentano uno spessore sicuramente maggiore ai 15 m (vedasi stratigrafie sondaggi allegati).

Substrato roccioso (Scisti dei Laghi)

Come avanti accennato il substrato roccioso appartiene al Basamento Sudalpino qui rappresentato dall'unità geo-strutturale denominata Serie dei Laghi e, in particolare, dalla subunità degli Scisti dei Laghi. Gli affioramenti nel territorio comunale non sono molto diffusi e si concentrano in corrispondenza delle incisioni delle principali linee di deflusso (Agogna, Erno, Grisana e Cardia) che rappresentano i versanti più acclivi presenti nell'area.

Il litotipo predominante è rappresentato dai micascisti a biotite, muscovite e granato, localmente si osserva il graduale passaggio a paragneiss, mentre rare sono le intercalazioni di ortogneiss; le limitate dimensioni degli affioramenti di paragneiss e ortogneiss, unitamente alla difficoltà di rilevamento di dettaglio lungo le aspre pareti rocciose hanno consigliato di non differenziare nella rappresentazione

cartografica il substrato roccioso che è stato quindi classificato genericamente come “Scisti dei Laghi”. Sono state comunque distinte sulla carta le aree in cui lo stato di alterazione e fratturazione dell’ammasso roccioso risulta particolarmente intenso.

I micascisti presentano foliazione molto marcata definita dalla disposizione in letti subparalleli dei minerali ad abito lamellare (biotite e muscovite) e sono caratterizzati in affioramento da colore bruno-rossiccio.

L’intrusione del plutone granitico del Mottarone ha determinato la spinta verso l’alto del basamento metamorfico, questo spiega la variazione di inclinazione dei piani di foliazione che decresce da monte verso valle e lo stato di generale fratturazione dell’ammasso roccioso, generato da spinte compressive che hanno prodotto lo scollamento dei piani di scistosità.

L’orientazione delle principali famiglie di discontinuità è correlabile con quella delle strutture a grande scala che caratterizzano la zona (ca. NW-SE e NE-SW), i piani di foliazione presentano direzione piuttosto costante orientata circa N-S, localmente ruotata in direzione NW-SE, l’immersione prevalente è verso est, localmente si osservano però immersioni opposte dirette verso ovest (sponde dell’Erno a valle del ponte della S.P., Nocco, Vezzo), l’inclinazione varia tra 30 ° 50°.

Tale assetto fa supporre l’esistenza di una serie di pieghe a medio-grande scala con assi subverticali orientati circa N-S.

L’assetto strutturale generale dell’ammasso roccioso in rapporto all’orientazione dei versanti principali e, quindi, degli assi vallivi determina in queste aree la possibilità di movimento di masse rocciose anche importanti lungo le superfici di discontinuità e le intersezioni tra le stesse, il movimento può avvenire prevalentemente come scivolamento e crollo.

9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nel settore in esame è possibile individuare in prima approssimazione due complessi litologici relativamente omogenei dal punto di vista geoidrologico, considerando che il flusso idrico sotterraneo avviene con modalità ed intensità estremamente variabili, in base al tipo ed al grado di permeabilità dei terreni.

Le formazioni litoidi che rappresentano il substrato in posto sono caratterizzate da una permeabilità di tipo secondario, dipendente dal grado di fratturazione della roccia; uno studio di dettaglio di queste caratteristiche esula dagli scopi del presente lavoro, tuttavia, si può affermare che la permeabilità del substrato roccioso sia generalmente caratterizzata da valori tendenzialmente bassi, fatto salvo nei settori in cui tale substrato risulta essere maggiormente fratturato. La circolazione idrica sotterranea profonda risulta quindi strettamente connessa all'andamento delle superfici di discontinuità e di fratturazione dell'ammasso roccioso, che rappresentano le vie preferenziali di infiltrazione e di circolazione delle acque nel sottosuolo. Una circolazione disomogenea delle acque sotterranee si rinviene un po' ovunque, resa possibile da uno stato di fratturazione non omogeneo ma continuo, prodottosi nei suddetti litotipi per decompressione in seguito agli eventi tettonici che hanno coinvolto il territorio in esame.

I materiali di copertura (depositi glaciali morenici) sono invece caratterizzati da una permeabilità di tipo primario, legata alla porosità efficace; la composizione granulometrica ed il grado di addensamento dei depositi sono gli elementi che, in prima approssimazione, permettono di distinguere corpi con diversa permeabilità.

I terreni superficiali sono sede di un acquifero libero, essenzialmente a carattere discontinuo, generalmente poco produttivo, impostato nella porzione più superficiale delle sequenze affioranti ed in particolare nel passaggio coltre di alterazione/substrato. Tale acquifero risulta costituito da numerosi sistemi indipendenti fra loro, anche molto diversi per livelli idrici, sospesi e alimentanti spesso sorgenti dalle portate limitate e tuttavia, in alcuni limitati casi, perenni. Sono presenti, inoltre, frequenti falde sospese di carattere locale, alimentate localmente da fenomeni di infiltrazione delle acque di precipitazione e di scorrimento superficiale.

In relazione al sopralluogo eseguito sono stati censiti i due pozzi comunali denominati Miorini e Campeggio. Tali pozzi sono ubicati a NE rispetto all'area di intervento ed in relazione alle informazioni

stratigrafiche acquisite emungono acqua da un sistema acquifero principalmente intestato sia nei depositi di origine glaciale e/o glaciolacustre sia in parte in quelli torbosi. Tale sistema acquifero non risulta essere correlabile, allo stato attuale delle conoscenze, con l'ubicazione dell'opera in progetto. Si evidenzia infine che l'intervento previsto ricade all'interno delle fasce di rispetto dei suddetti pozzi comunali determinate con criterio cronologico (raggio = 200 metri) e pertanto in fase progettuale si deve prendere atto di quanto indicato nella vigente normativa in materia e nel Regolamento Regionale 11 dicembre 2006, n. 15/R e ss.mm.ii

In fase di esecuzione dei lavori che prevedono operazioni di scavo e sbancamento, con realizzazione di strutture interrato, al fine di evitare di intercettare tali venute idriche, non facilmente prevedibili ed individuabili, occorrerà realizzare un adeguato sistema di drenaggio ed impermeabilizzazione a tergo delle opere e delle strutture controterra.

10. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Ai fini della caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica dell'area d'intervento sono state eseguite, nell'anno 2008, le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata nella figura seguente.

- N. 2 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo (S1 e S2)
- N. 4 prove SPT

UBICAZIONE INDAGINI E PROVE GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE



Scala: 1:100

Comune: Gignese

Provincia: Verbania

Sn
●

Sondaggio geognostico



Area d'intervento

Relazione geologica

11. SONDAGGI GEOGNOSTICI

11.1 PREMESSA

In relazione alle condizioni morfologiche, alle infrastrutture interrato presenti e alla logistica concessa dal cantiere sono stati eseguiti, dalla ditta Geom. Ugo Celotti di Milano, nell'anno 2008, due sondaggi geognostici a carotaggio continuo e spinti fino alla profondità di -15,40 metri dal piano campagna per S1 e di -16,50 metri dal piano campagna per S2.

Le perforazioni sono state eseguite "a secco" senza l'utilizzo di fluido di perforazione e il riscontro stratigrafico ha evidenziato una situazione omogenea e correlabile; entrambe le perforazioni hanno attraversato sommariamente terreni di origine glaciale come indicato dalla documentazione geologica analizzata. Durante la perforazione non si è rilevata la presenza di acqua nei perfori.

11.2 RISULTANZE

Gli esiti hanno evidenziato la presenza di terreni di origine glaciale molto compatti costituiti da sabbia fine ghiaiosa debolmente ciottolosa e debolmente limosa. Non si è riscontrata la presenza di circolazione d'acqua sotterranea.

Di seguito si riportano le stratigrafie emerse dai sondaggi eseguiti.

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI - Via Mincio n° 22 - 20139 Milano

SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° 1

Dis.n°:59591S

DATA: 23-11-2009

Località : GIGNESE

Inizio sondaggio m. 0.4

Fine sondaggio m. 15.4

| Carotaggio % | R.Q.D. modificato % | C ampli oni = Rim | Ind Semi ind | Prof in m | Litologia | P ock et Kg/ cm² | V an tes Kg/ cm² | S.P.T. n° colpi x 15 cm | H ₂ O m | Piezometro a tubo |
|-----------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|--------------|--|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 5 | 45 | 85 | 5 | 45 | 85 | | | | | |
| | | | | | INIZIO SONDAGGIO | | | | | |
| | | | | 1 | Terreno a coltura con vegetali (cm. 5) e sabbia fine limosa debolmente ghiaiosa (ghiaia fine) debolmente ciottolosa - colore: marrone scuro. | | | | | |
| | | | | 2 | 1.6 Sabbia media con ghiaia fine ciottolosa debolmente limosa - colore: marrone. Presenza di un trovante a m. -2.60. | | | | | |
| | | | | 3 | 2.8 Sabbia fine debolmente ghiaiosa (ghiaia fine) debolmente ciottolosa debolmente limosa - colore: marrone chiaro. Presenza di ciottoli alterati da m. -15.40 e locale aumento della % ghiaiosa. | | | | | |
| | | | | 4 | | | | | | |
| | | | | 5 | | | | 50 x cm 12 | | |
| | | | | 6 | | | | | | |
| | | | | 7 | | | | | | |
| | | | | 8 | | | | 41 50 x cm 9 | | |
| | | | | 9 | | | | | | |
| | | | | 10 | | | | | | |
| | | | | 11 | | | | | | |
| | | | | 12 | | | | | | |
| | | | | 13 | | | | | | |
| | | | | 14 | | | | | | |
| | | | | 15 | 15.4 | | | | | |
| | | | | 16 | | | | | | |
| | | | | 17 | N.B. - Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido. Durante la perforazione non è stata rilevata la presenza di acqua. | | | | | |
| | | | | 18 | | | | | | |
| | | | | 19 | | | | | | |
| | | | | 20 | | | | | | |
| | | | | 21 | | | | | | |

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI - Via Mincio n° 22 - 20139 Milano

SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° 2

Dis.n°:59592S

DATA: 23-11-2009

Località : GIGNESE

Inizio sondaggio m. 1.5

Fine sondaggio m. 16.5

| Carotaggio % | R.Q.D. modificato % | C am p i o n i = Rim | Ind Semi ind | Prof in m | Litologia | P o c k e t Kg/ cm² | V a n e t e s t Kg/ cm² | S.P.T. n° colpi x 15 cm | H ₂ O m | Piezometro a tubo |
|-----------------|---------------------------|---|--------------------|--------------|---|--|--|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 5 | 45 | 85 | 5 | 45 | 85 | | | | | |
| | | | | 1 | INIZIO SONDAGGIO | | | | | |
| | | | | 2 | Sabbia fine con resti di vegetali - co- lore: marrone. | | | | | |
| | | | | 3 | 2.3 Argilla limosa debolmente torbosa - co- lore: marrone/arancio. | | | | | |
| | | | | 4 | 3.3 Sabbia fine ghiaiosa (ghiaia media) de- bolmente ciottolosa debolmente limosa - colore: marrone chiaro. Localmente "con ghiaia" o "debolmente ghiaiosa". | | | 50 x cm 10 | | |
| | | | | 5 | | | | | | |
| | | | | 6 | | | | | | |
| | | | | 7 | | | | | | |
| | | | | 8 | | | | 50 x cm 11 | | |
| | | | | 9 | | | | | | |
| | | | | 10 | | | | | | |
| | | | | 11 | | | | | | |
| | | | | 12 | | | | | | |
| | | | | 13 | | | | | | |
| | | | | 14 | | | | | | |
| | | | | 15 | | | | | | |
| | | | | 16 | | | | | | |
| | | | | 16.5 | | | | | | |
| | | | | 17 | | | | | | |
| | | | | 18 | N.B. - Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido. Durante la perforazione non è stata ri- levata la presenza di acqua. | | | | | |
| | | | | 19 | | | | | | |
| | | | | 20 | | | | | | |
| | | | | 21 | | | | | | |

12. PROVE GEOGNOSTICHE

Per ogni sondaggio sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche in foro alle seguenti profondità; - 4,50 metri e a – 7,50 metri di profondità dal piano campagna attuale.

Le prove sono andate tutte a rifiuto evidenziando le buone caratteristiche geotecniche dei depositi in esame.

13. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

13.1 PREMESSA

Dal punto di vista sismico il territorio regionale piemontese è sede di attività sismica, modesta come intensità, ma notevole come frequenza; i terremoti si manifestano principalmente lungo due direttrici che riflettono chiaramente l'assetto tettonico regionale essendo quasi coincidenti, entro un ragionevole margine di distribuzione, l'uno con il fronte Pennidico e l'altro con il limite fra le unità pennidiche e la pianura padana. Osservando infatti la localizzazione degli epicentri dei terremoti registrati dalla rete sismica si nota chiaramente una distribuzione dispersa lungo due direttrici principali:

- una segue la direzione dell'Arco Alpino occidentale nella sua parte interna in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità (zona sismogenetica 908);
- l'altra (zona sismogenetica 909) più dispersa segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle Alpi Occidentali francesi.

Le due direttrici convergono nella zona del Cuneese, per riaprirsi a ventaglio verso la costa, interessando il Nizzardo e l'Imperiese. Una terza direttrice, infine, interessa il fronte occidentale dell'Appennino sepolto ed il suo prolungamento nel Monferrato.

Il D.M. 14.01.2008 ed il successivo D.M. 17.01.2018 hanno introdotto un nuovo elemento metodologico nella stima della pericolosità sismica di base la quale non risulta più associata alla zona sismica di appartenenza (criterio “zona dipendente”) ma viene definita mediante un approccio “sito dipendente”. Pertanto essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero (free field) su sito di riferimento con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle NTC 2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

La normativa prevede che le azioni sismiche di progetto agenti su una costruzione si definiscano a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, la quale è rappresentata dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento VR espresso in anni) nel sito si verifichi un evento

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; tale probabilità è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” (PVR).

Per la caratterizzazione della pericolosità sismica del settore in studio si può fare riferimento alle banche dati ufficiali dell’ARPA Piemonte e del INGV (Catalogo terremoti italiani 2015 – Database macrosismico italiano 2015).

Di seguito si riporta la scheda di sintesi del Comune più prossimo a quello in esame presente nel database.

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

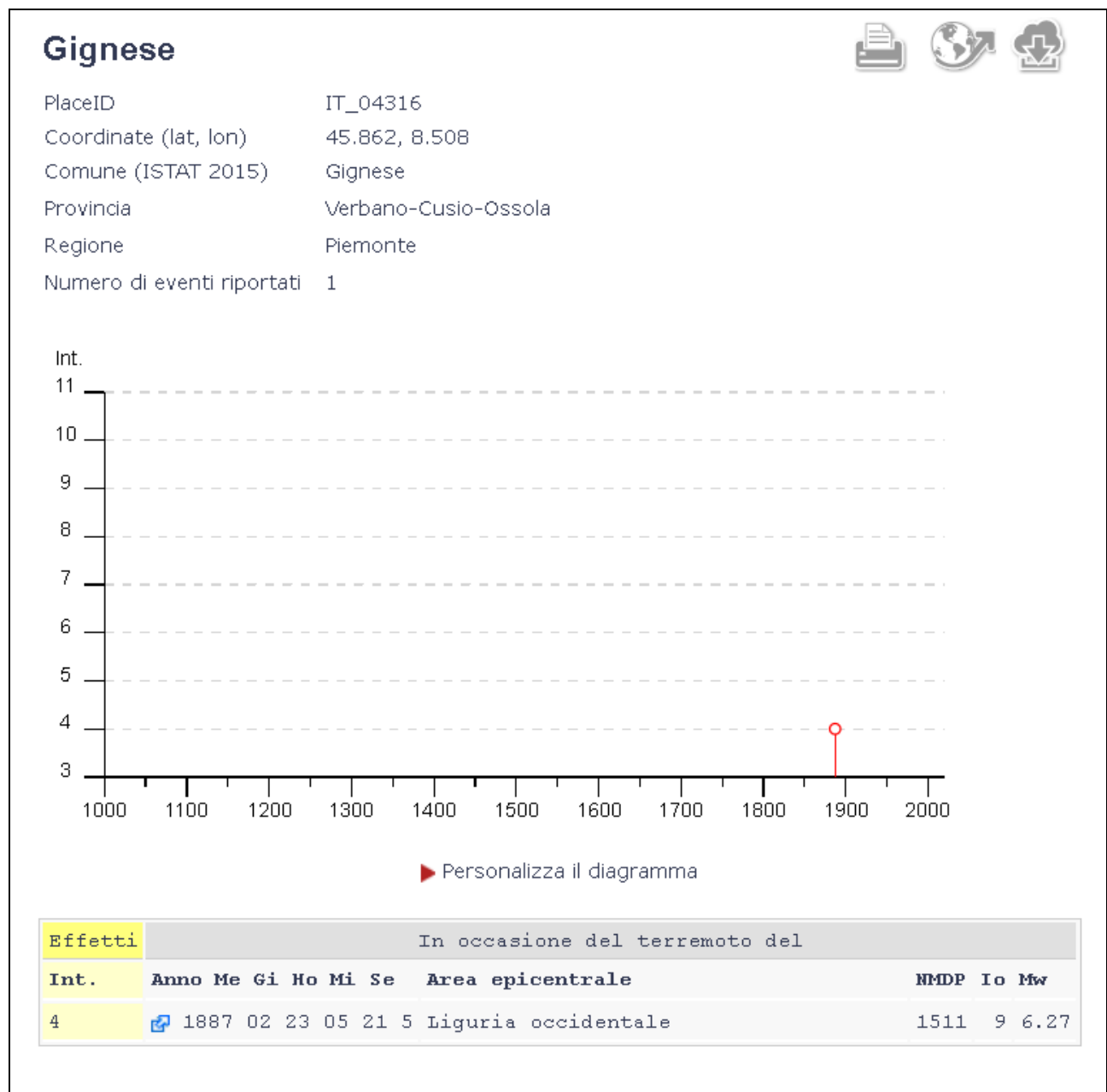


Fig. 13.1 – Terremoti storici (tratto da <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>)

13.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

Per classificazione sismica si intende un sistema di normative che determina in che modo e dove gli edifici di nuova costruzione vanno costruiti secondo criteri antisismici, in modo cioè da resistere senza crollare alle forze sismiche. Il rischio sismico è definibile come l'incrocio tra dati di pericolosità (definizione delle strutture sismogenetiche e capacità di caratterizzazione dell'eccitazione sismica ad

esse associata), di vulnerabilità (capacità degli oggetti esposti di resistere alle sollecitazioni) e di esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio). Il sistema della classificazione sismica (e le mappe da esso previste) è finalizzato a fornire a chi costruisce un edificio nuovo un livello di riferimento convenzionale delle forze sismiche rispetto al quale gli edifici vanno progettati per poter rispondere alle sollecitazioni senza crollare. Un edificio antisismico può quindi danneggiarsi in caso di terremoto (anzi, nel caso di certe tipologie edilizie l'edificio "deve" danneggiarsi, poiché tale danneggiamento aiuta a scaricare l'energia sismica ed a impedire il crollo).

Il Comune interessato dall'intervento in progetto, in base alla Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 ed all'ordinanza OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656, è inserito nella classificazione sismica dei Comuni italiani in **zona 4**.

Nel seguito si riportano indicazioni tratte dalle linee guida dell'Associazione Geotecnica Italiana e dal D.M. 17/01/2018 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”.

Le condizioni del sito di riferimento rigido non corrispondono, in generale, alle condizioni reali. E' necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si denomina “*risposta sismica locale*” l'azione sismica che emerge in “*superficie*” a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Per individuare in modo univoco la risposta sismica si assume come “*superficie*” il “*piano di riferimento*” così come definito, per le diverse tipologie strutturali, al § 3.2.2 delle NTC/2018. Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;

- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno è dovuta alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

13.3 CATEGORIE DI PROFILO STRATIGRAFICO DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC/2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 delle NTC/2018.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dove:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Si tratta in pratica di una variazione sul tema rispetto al parametro V_{s30} (in quel caso il valore di H era ed è fissato a 30 m). Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Con il nuovo D.M. delle Infrastrutture 17.01.2018, punto 3.2.2 “Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche”, vengono definite le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

| Categoria | Descrizione |
|------------------|--|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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. |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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. |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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. |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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. |
| E | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Il terreno indagato, sulla base delle caratteristiche litologiche e dello stato di addensamento, è classificabile, secondo lo schema presente nel D.M. 17.01.2018, come suolo appartenente alla **categoria C**.

13.4 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Ai sensi del nel § 3.2.3.2.1 “Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali delle NTC/2018”, 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 Tab. 3.2.IV delle NTC/2018, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l’accelerazione di gravità e T_c^* è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

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

13.5 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.V delle NTC/2018, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell’ubicazione dell’opera o dell’intervento.

| 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 $i > 30^\circ$ |

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove ST assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove ST assume valore unitario.

L'area oggetto d'indagine ricade in prevalenza nella Categoria **T2**.

13.6 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA E DELLE AZIONI DI PROGETTO

La “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“Periodo di riferimento” VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Questa probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” Pvr. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale e, in un sito generico, deve essere descritta sia in termini geografici che in termini temporali fornendo i risultati dello studio di pericolosità:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima ag e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC (nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite).
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km).
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR.

Secondo quanto previsto dalle NTC/2018 gli stati limite (SL) per i quali l'opera viene progettata sono definiti, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento Pvr, a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F0 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.

Nelle NTC/2018 la stima della pericolosità sismica è basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori a_g , F_o e T^*C per nove distinti periodi.

13.7 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO

Ai sensi del par. 3.2.1. delle NTC/2018, gli stati limite di riferimento nei confronti delle azioni sismiche, 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. Gli stati limite di esercizio sono:

- 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.

Gli stati limite ultimi sono invece:

- 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza 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. 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 Tab. 3.2.I delle NTC:

| Stati Limite | | Pvr; Probabilità di superamento nel periodo di riferimento |
|---------------------------|-----|--|
| Stati limite di esercizio | SL | 81% |
| | SL | 63% |
| Stati limite ultimi | SL | 10% |
| | SLC | 5% |

Sono stati dunque portati a due gli Stati Limite di Esercizio (SLE), facendo precedere lo Stato Limite di Danno (SLD) - ridefinito come stato limite da rispettare per garantire inagibilità solo temporanee nelle condizioni postsismiche - dallo Stato Limite di immediata Operatività (SLO), particolarmente utile come riferimento progettuale per le opere che debbono restare operative durante e subito dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri della protezione civile, etc.), in tal modo articolando meglio le prestazioni della struttura in termini di esercizio. In modo analogo, sono stati portati a due gli Stati Limite Ultimi (SLU) facendo seguire allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), individuato definendo puntualmente lo stato limite ultimo, lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC), particolarmente utile come riferimento progettuale per alcune tipologie strutturali (strutture con isolamento e dissipazione di energia) e, più in generale, nel quadro complessivo della progettazione antisismica.

I quattro stati limite così definiti, consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (SLO, SLD, SLV, SLC), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi "continuo" le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (Cfr.: Tabella 3.2.I delle NTC) valori della probabilità di superamento P_vR pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano immutati qualunque sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento VR

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

13.8 PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

Di seguito vengono riportati i parametri ed i coefficienti sismici di riferimento (ed in particolare la terna di valori a_g , F_o e T^*C) ottenuti dalla stima della pericolosità sismica basata sulla griglia di riferimento.

Sito in esame.

| | |
|----------------|-----------|
| latitudine: | 45,874877 |
| longitudine: | 8,498282 |
| Classe: | 3 |
| Vita nominale: | 50 |

Siti di riferimento

| | | | |
|------------------|--------------|-------------|--------------------|
| Sito 1 ID: 10253 | Lat: 45,8813 | Lon: 8,4688 | Distanza: 2388,830 |
| Sito 2 ID: 10254 | Lat: 45,8842 | Lon: 8,5404 | Distanza: 3420,797 |
| Sito 3 ID: 10476 | Lat: 45,8343 | Lon: 8,5447 | Distanza: 5765,758 |
| Sito 4 ID: 10475 | Lat: 45,8314 | Lon: 8,4731 | Distanza: 5213,687 |

Parametri sismici

| | |
|-------------------------|--------|
| Categoria sottosuolo: | C |
| Categoria topografica: | T2 |
| Periodo di riferimento: | 75anni |
| Coefficiente c_u : | 1,5 |

Operatività (SLO):

| | | |
|-----------------------------|-------|--------|
| Probabilità di superamento: | 81 | % |
| Tr: | 45 | [anni] |
| a_g : | 0,019 | g |
| F_o : | 2,558 | |
| T_c^* : | 0,170 | [s] |

Danno (SLD):

| | | |
|-----------------------------|-------|--------|
| Probabilità di superamento: | 63 | % |
| Tr: | 75 | [anni] |
| a_g : | 0,024 | g |
| F_o : | 2,567 | |
| T_c^* : | 0,196 | [s] |

Salvaguardia della vita (SLV):

| | | |
|-----------------------------|-------|--------|
| Probabilità di superamento: | 10 | % |
| Tr: | 712 | [anni] |
| a_g : | 0,048 | g |

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

Fo: 2,711
Tc*: 0,294 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,057 g
Fo: 2,803
Tc*: 0,311 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,890
St: 1,200
Kh: 0,007
Kv: 0,003
Amax: 0,337
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,800
St: 1,200
Kh: 0,009
Kv: 0,004
Amax: 0,423
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,570
St: 1,200
Kh: 0,017
Kv: 0,009
Amax: 0,844
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,540
St: 1,200
Kh: 0,020
Kv: 0,010
Amax: 1,004
Beta: 0,200

13.9 STABILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

L'entità delle deformazioni che subisce il terreno dipende dal grado di addensamento. Se la sabbia è sciolta la pressione dei pori aumenterà molto velocemente, se la sabbia è densa le deformazioni avvengono più lentamente e sono associate ad un aumento di volume (dilatanza).

Per effetto della dilatazione la pressione interstiziale subisce una caduta ed il terreno riesce a sviluppare una resistenza al taglio sufficiente a sostenere le sollecitazioni indotte dai carichi ciclici. A tale proposito Casagrande afferma che sabbie sciolte con densità relative minori del 40% possono essere soggette a liquefazioni; nelle sabbie fortemente dilatanti, con densità relative maggiori del 70 % è invece normalmente impossibile che le pressioni neutre raggiungano quelle di confinamento, per cui si possono attendere solo assestamenti di lieve entità.

Secondo la normativa vigente la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata* $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC/2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) delle NTC/2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso specifico le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risultano $< 0,1$ g.

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

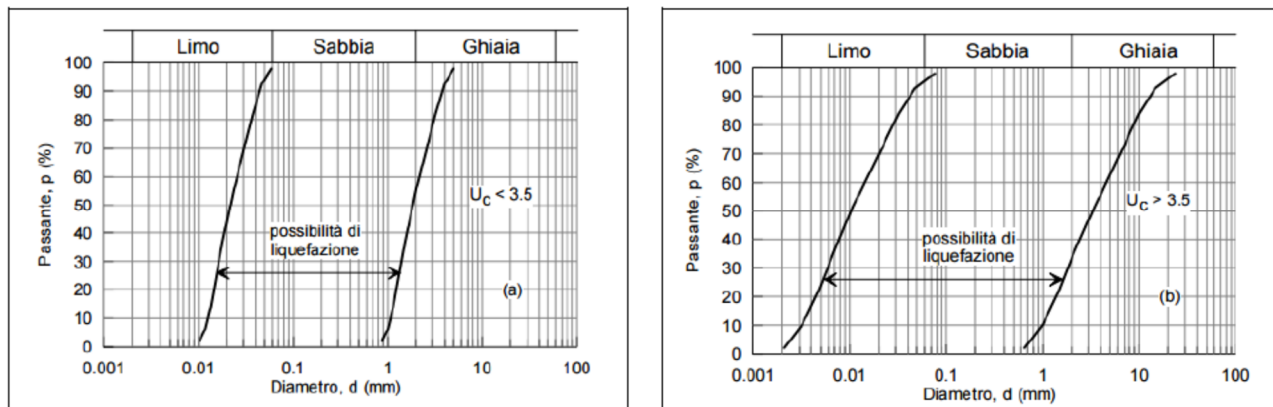


Fig. 13.2 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione

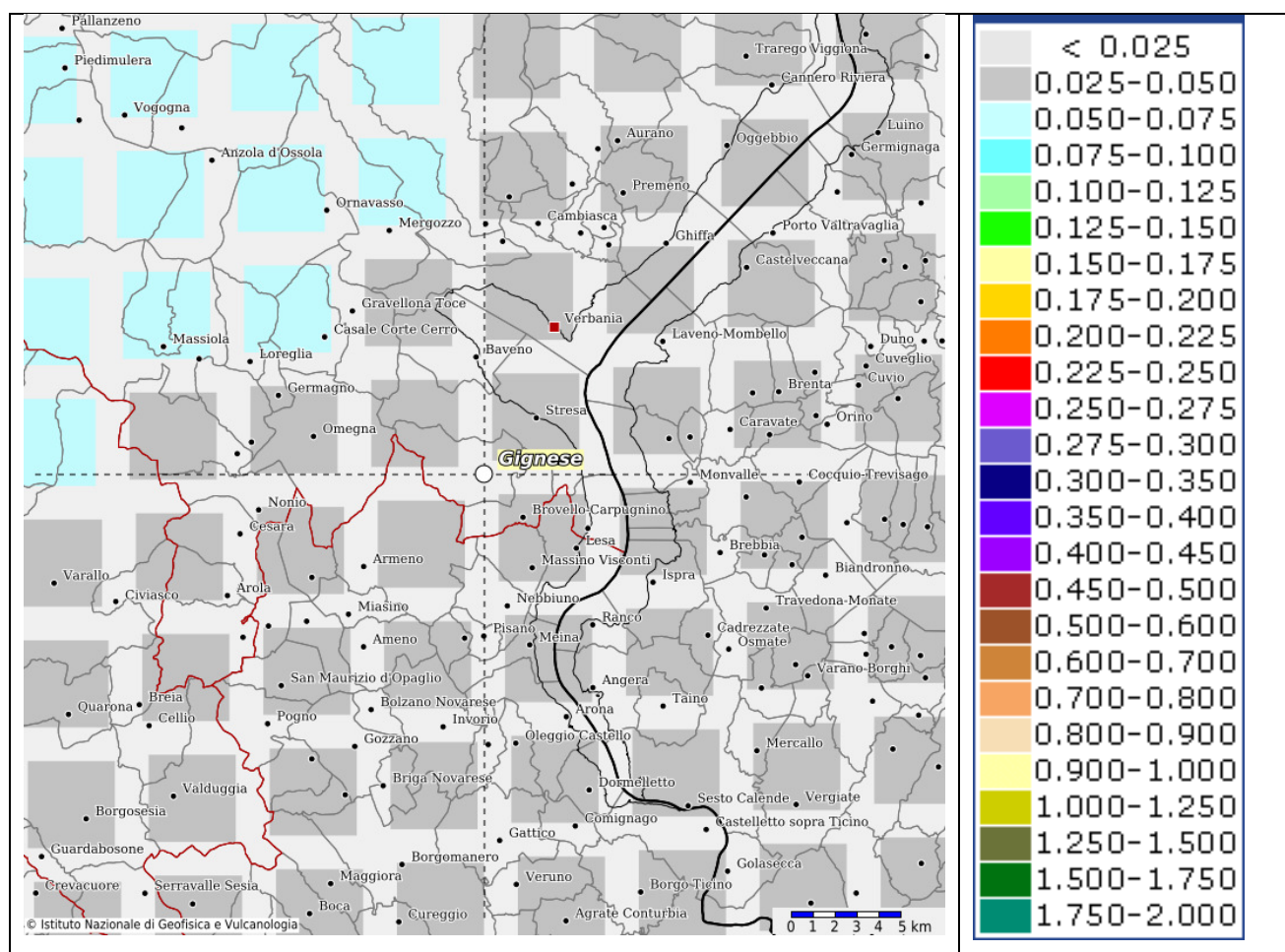


Fig. 13.3 - Mappa interattiva di pericolosità sismica INGV (tratto da: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Stante la composizione granulometrica dei terreni di fondazione, il loro addensamento ed in particolare le accelerazioni massime previste, si ritiene che rispetto alle magnitudo attese i fenomeni di liquefazione siano da escludere.

14. MODELLO GEOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO

Sulla base di quanto emerso dai sopralluoghi, supportati da una verifica della cartografia tematica, è stato possibile ipotizzare sommariamente le seguenti Unità Litologiche, dedotte per omogeneità delle caratteristiche litologiche e geotecniche.

| Unità litologica | Descrizione interpretativa | Profondità (m da p.c.) | Stato di addensamento e consistenza |
|-------------------------|--|-------------------------------|--|
| UL1 | Sabbia fine limosa con resti vegetali e locale ghiaia con locali livelli argillosi. Superficialmente è presente locale materiale rimaneggiato. | 0,0 – 2,5 | Da sciolto a poco consistente |
| UL2 | Sabbia fine debolmente ghiaiosa, ciottolosa e limosa. Presenza di ciottoli alterati e locali trovanti. | 2,5 – 15,0 | Da moderatamente addensato a molto addensato |

15. PARAMETRIZZAZIONE DEI TERRENI

Sulla base di quanto emerso dai rilievi e dalle indagini eseguite, supportate da una verifica della cartografia tematica, è stato possibile individuare le seguenti unità – litotecniche dedotte per omogeneità delle caratteristiche litologiche e geotecniche (vedasi “*Sezioni stratigrafiche e litotecniche schematiche interpretative*” allegate), caratterizzate dai seguenti parametri geotecnici.

| Unità litologica | Descrizione interpretativa | Stato di addensamento e consistenza | γ_{dm} | γ_{satm} | Φ' | C |
|------------------|--|--|------------------|------------------|---------|--------------------|
| | | | t/m ³ | t/m ³ | ° | Kg/cm ² |
| UL1 | Sabbia fine limosa con resti vegetali e locale ghiaia con locali livelli argillosi. Superficialmente è presente locale materiale rimaneggiato. | Da sciolto a poco consistente | 1,4 | 1,6 | 25 - 28 | 0,0 |
| UL2 | Sabbia fine debolmente ghiaiosa, ciottolosa e limosa. Presenza di ciottoli alterati e locali trovanti. | Da moderatamente addensato a molto addensato | 1,9 | 1,9 | 31 - 34 | 0,0 |

dove:

- γ_{dm} : peso di volume secco
- γ_{satm} : peso di volume saturo
- ϕ' : angolo di attrito interno
- C: coesione efficace

16. SCAVI E OPERE DI SOSTEGNO

In base alla tipologia di opere previste, si individuano le seguenti tecnologie possibili di realizzazione dello scavo:

- utilizzo dello scavo manuale, la cui esecuzione deve essere ricondotta ad interventi di estensione limitata e comunque per profondità non superiore a mezzo metro, sia quando venga effettuato in superficie che sul fondo dello scavo;
- utilizzo di macchine movimento terra per l'effettuazione di scavi tradizionali a cielo aperto ed in trincea;
- utilizzo di martelloni per l'effettuazione di scavi in roccia od in presenza di massi metrici.

Per quanto riguarda l'inclinazione indicativa delle pareti di scavo con fronte di scavo di altezza inferiore a 1,5 m, si consiglia di fare riferimento alle prescrizioni riportate nella figura seguente dove vengono individuati i rapporti con le caratteristiche litologiche.

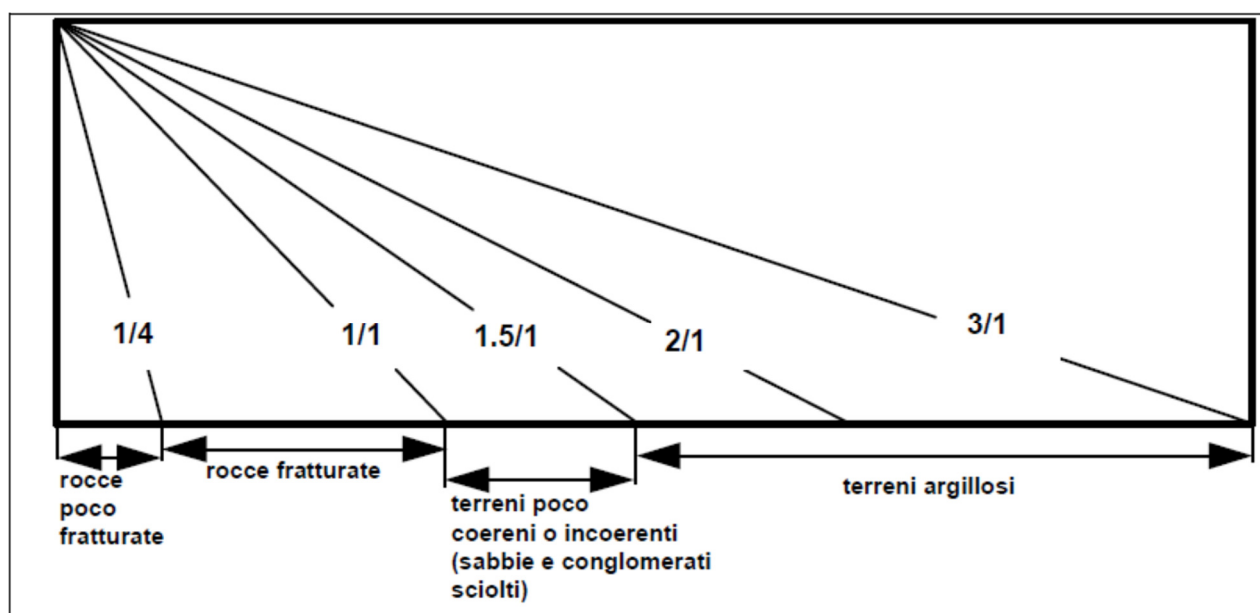


Fig. 16.1 - Schema rapporti inclinazione/litologia per fronti di scavo con altezza inferiore a 1,5 m

Comune di Gignese (VB)

**AUMENTO CAPACITÀ SERBATOIO ACQUA GREZZA - NUOVE VASCHE DI STOCCAGGIO PRIMA DELLA FILTRAZIONE
PROGETTO DEFINITIVO**

| Unità litologica | Descrizione interpretativa | Inclinazione degli scavi secondo lo schema sopra riportato |
|------------------|--|--|
| UL1 | Sabbia fine limosa con resti vegetali e locale ghiaia con locali livelli argillosi. Superficialmente è presente locale materiale rimaneggiato. | 2/1 |
| UL2 | Sabbia fine debolmente ghiaiosa, ciottolosa e limosa. Presenza di ciottoli alterati e locali trovanti. | 1.5/1 |

Occorrerà sempre prevedere lo splateamento della coltre colluvio - eluviale vegetale in adiacenza dei fronti di scavo.

Ai fini di evitare dissesti o crolli localizzati, i lavori di scavo e sbancamento dovranno interessare fronti di scavo di lunghezza limitata, avendo cura di predisporre per i fronti non sostenuti, un'adeguata copertura con teli impermeabili ad elevata resistenza, adeguatamente picchettati, in particolar modo in caso di maltempo che possa far presagire l'avvento di precipitazioni meteoriche o eventi temporaleschi.

Per fronti di scavo con altezza superiore a 1,5 m, al fine di evitare franamenti e dissesti dei fronti stessi, occorrerà invece provvedere obbligatoriamente al sostegno preliminare dei fronti mediante opere e sistemi di sostegno provvisori e definitivi, adeguatamente progettati e dimensionati ai sensi della vigente normativa.

Dal momento che potranno essere rinvenute locali venute idriche legate ad una circolazione delle acque sotterranee all'interno dei depositi superficiali, in particolare durante periodi dell'anno particolarmente piovosi o durante lo scioglimento delle nevi, occorrerà provvedere localmente all'aggottamento delle acque all'interno degli scavi.

18. INDICAZIONI E PRESCRIZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO

Alla luce delle indagini e verifiche eseguite, si riportano alcune indicazioni e prescrizioni ai fini della salvaguardia del territorio e dell'area d'intervento nonché delle opere esistenti ed in previsione, da ottemperare nelle diverse fasi progettuali e durante l'esecuzione dei lavori. Particolare attenzione dovrà essere posta in fase di progettazione, adottando provvedimenti che mitigino il rischio nelle aree esistenti, con particolare riferimento al mantenimento dell'efficienza della rete scolante e di smaltimento delle acque meteoriche sia superficiali che sotterranee, il cui corretto dimensionamento ed adeguatezza rappresentano i fattori principali per la stabilità e la sicurezza dei luoghi.

18.1 PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA

18.1.1 Scavi, opere provvisori, opere di sostegno ed opere di contenimento

- Il Progettista degli interventi e delle strutture, sulla base del modello geotecnico del sottosuolo, dovrà realizzare delle soluzioni progettuali, nel pieno rispetto della normativa in materia (NTC/2018), che comprendano la previsione quantitativa degli effetti direttamente indotti dagli scavi al contorno dello scavo ed in superficie, con riferimento anche agli scavi poco profondi in ambienti urbanizzati, da cui deve derivare la scelta del metodo e delle tecniche di scavo e degli eventuali interventi di miglioramento e rinforzo in fase di avanzamento.
- Il Progettista degli interventi e delle strutture dovrà provvedere alla progettazione, nel pieno rispetto della normativa in materia (NTC/2018), di tutte le opere di contenimento e di sostegno, ove necessario, in modo tale che rispettino gli standard di sicurezza previsti dalla normativa, contrastando quindi le forze agenti dovute al terreno e le pressioni neutre generate dalla presenza di acqua che potrebbe essere puntualmente legata ad una circolazione sotterranea.

18.1.2 Opere fondazionali

- Il Progettista degli interventi e delle strutture, relativamente alle opere fondazionali, dovrà eseguire, tutte le verifiche ai fini della valutazione delle prestazioni attese nei confronti dei diversi Stati Limite strutturali (STR) e geotecnici (GEO) utilizzando gli approcci previsti dalla vigente normativa in materia (NTC/2018).

18.1.3 Prescrizioni generali

- Il Progettista degli interventi dovrà seguire quanto prescritto nella presente relazione, avendo cura, una volta redatto il progetto esecutivo delle strutture, di provvedere all'esecuzione di tutte le verifiche delle prestazioni attese nei confronti dei diversi Stati Limite strutturali (STR) e geotecnici (GEO) utilizzando gli approcci previsti dalla vigente normativa in materia (NTC/2018) relativamente alle opere fondazionali ed alle opere di contenimento, tenendo conto dell'interazione tra strutture e terreni.
- Il Progettista degli interventi e delle strutture dovrà valutare i possibili effetti negativi che si potrebbero creare a seguito della realizzazione delle opere e degli interventi previsti sui manufatti attigui e sull'ambiente circostante.
- Il Progettista degli interventi e delle strutture dovrà progettare un adeguato sistema di gestione delle acque meteoriche dirette, di ruscellamento superficiale e sotterranee, in particolare relative alla fase di cantiere.

18.2 FASE DI CANTIERE ED ESECUZIONE LAVORI

18.2.1 Scavi, opere provvisori, opere di sostegno ed opere di contenimento

- Alla luce della natura dei terreni, anche in relazione a possibili fenomeni meteorici, infiltrazioni, fenomeni di gelo o disgelo, etc. occorrerà provvedere al sostegno preliminare del terreno mediante opere provvisori e successivamente definitive per gli scavi di altezza superiore a 1,5 m o anche per scavi di altezza inferiore ubicati in settori particolarmente acclivi o con particolari problematiche .
- Per evitare fenomeni di dissesto e scoscendimento dei terreni, per quanto concerne la stabilità dei fronti di scavo o sbancamento con altezza inferiore a 1,5 m, se non contrastati, dovranno presentare inclinazioni adeguate secondo quanto prescritto nella tabella riportata nel capitolo relativo a "Scavi e opere di sostegno". Tutti i fronti con altezza superiore a 1,5 m dovranno invece essere sostenuti preliminarmente da opere di sostegno provvisori in grado di sostenere lo scavo per l'intera durata del cantiere.

- Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbricati e/o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.
- Gli scavi e gli sbancamenti dovranno essere eseguiti in periodi asciutti avendo cura di proteggere a fine giornata i fronti di scavo non sostenuti ancora aperti con teli impermeabili, adeguatamente picchettati nel terreno, in modo da evitare fenomeni di ruscellamento ad opera delle acque meteoriche che potrebbero innescare scoscendimenti e franamenti.
- I movimenti terra dovranno essere eseguiti a regola d'arte ed effettuati possibilmente in periodi non immediatamente successivi ad intense e/o prolungate precipitazioni piovose ed allo scioglimento delle nevi e dovranno essere eseguiti tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali.
- Preliminarmente alla realizzazione degli sbancamenti e delle trincee occorrerà realizzare localmente un sistema di gestione delle acque di pioggia, al fine di evitare fenomeni di ruscellamento superficiale incontrollato che potrebbero defluire all'interno dello scavo creando fenomeni di dissesto dei fronti di scavo e vie preferenziali di deflusso delle acque.
- Le acque sotterranee che circolano all'interno dei depositi, specie in seguito ad eventi meteorici particolarmente prolungati, dovranno essere adeguatamente intercettate ed allontanate dagli scavi, avendo cura di drenarle all'interno di un idoneo ricettore.
- Le acque uscenti dai sistemi di gestione delle acque meteoriche e dalle opere di drenaggio realizzate a servizio delle opere di sostegno, contenimento e di fondazione, dovranno essere convogliate al di fuori dell'area di cantiere all'interno di un ricettore finale idoneo ad ospitare tali apporti idrici.
- Durante gli scavi, in caso di presenza di acqua, si dovrà predisporre sul fondo dello scavo uno strato di ghiaietto e, qualora le condizioni lo richiedano, una tubazione drenante per favorire l'allontanamento delle acque. Potranno essere utilizzati altresì sistemi di aggotamento delle acque tramite pompaggi localizzati.
- Al fine di evitare il rotolamento di blocchi e detriti nell'area di cantiere occorrerà procedere con particolare attenzione alla movimentazione del materiale evitando così di creare condizioni di instabilità, provvedendo anche alla stabilizzazione e gradonatura del materiale scavato e del relativo piano di appoggio, allontanando in ogni caso dai fronti di scavo il materiale escavato.

- I fronti di scavo e di sbancamento dovranno essere richiusi e/o contrastati nel più breve tempo possibile al fine di evitare una eccessiva esposizione ai fenomeni meteorici responsabili dello scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni che potrebbero quindi essere soggetti a dissesto.
- In caso di necessità di realizzazione di opere interrato e controterra, queste dovranno essere dotate di un setto drenante continuo costituito da tubi drenanti microfessurati, rivestiti di tessuto non tessuto, immersi in materiale granulare drenante vagliato. Il dreno dovrà presentare uno scarico finale in un idoneo ricettore finale.
- Nella fase di scavo saranno presenti frequentemente trovanti di grosse dimensioni (anche metrici); occorrerà pertanto prevedere l'estrazione e/o la demolizione, mediante mezzi meccanici, fino a raggiungere la profondità minima per la realizzazione del piano di sottofondo dei manufatti e per la posa delle tubazioni.
- Si dovrà porre attenzione e cura nella movimentazione dei blocchi detritici in modo tale da non generare condizioni di instabilità sugli accumuli di detrito e disporli adeguatamente evitando lo sviluppo di fenomeni di rotolamento e si dovrà provvedere alla preparazione della superficie di riporto con eventuale gradonatura della superficie naturale.

18.2.2 Opere fondazionali

- In seguito all'apertura degli scavi e/o alle operazioni di splanteamento preliminari alla realizzazione del piano di appoggio delle opere fondazionali, occorrerà verificare con cura le caratteristiche litologiche, fisico-meccaniche e geotecniche dei terreni che costituiscono il piano fondazionale, se necessario mediante prove in sito, valutando, in caso di disomogeneità o anomalie, il ricorso ad indagini supplementari.
- Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione dovrà essere dapprima regolarizzato mediante asportazione della porzione più superficiale e successivamente occorrerà riportare, per l'intero spessore fino alla base della platea in progetto, materiale misto stabilizzato adeguatamente rullato e costipato mediante rullo compattatore, avente adeguate caratteristiche geotecniche le quali saranno definite dal Progettista sulla base dei carichi previsti da progetto.
- I terreni utilizzati come piano di appoggio delle opere fondazionali dovranno presentare caratteristiche litologiche e geotecniche omogenee anche in termini di resistenza, dovranno

inoltre essere in grado di drenare localmente l'acqua che potrebbe circolare all'interno di depositi superficiali, specie in seguito al periodo di scioglimento delle nevi od in seguito ad eventi meteorici particolarmente intensi e/o prolungati. Infatti, in caso di eccessiva disomogeneità dei terreni potranno crearsi fenomeni di assestamento con l'innescò di cedimenti di tipo differenziale che porterebbero a ripercussioni sulla struttura.

- Il terreno di fondazione dovrà avere caratteristiche adeguate ai carichi agenti, in caso contrario occorrerà approfondire ulteriormente lo scavo e/o costipare opportunamente il terreno in modo da migliorarne le caratteristiche di portanza, così come il materiale granulare di sottofondo, al fine di escludere un cedimento del sistema "opera-terreno".
- Le fondazioni dovranno essere dimensionate, tenendo conto non solo del carico ammissibile del terreno di fondazione ma anche della pendenza del sito e dell'eccentricità dei carichi agenti, e perfezionate successivamente alla verifica della situazione litologica puntuale.

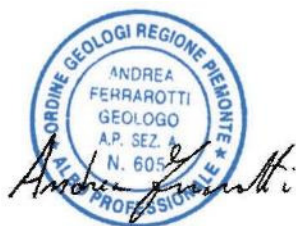
19. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione geologica è stata redatta, al fine di ottemperare a quanto previsto dalla L.R. 45/1989 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici" e s.m.i., che disciplina gli interventi e le attività da eseguire nelle zone soggette a vincolo, come ulteriormente precisato dalla Circolare n. 3/AMB del 31.8.2018, nonché del D.M. 17.01.2018 e dalle NTA del vigente P.R.G.C., a supporto del progetto: "Emergenza idrica - Aumento capacità serbatoio acqua grezza - Nuove vasche di stoccaggio prima della filtrazione", da realizzarsi in comune di Gignese (NO)" – Via Pianezza, nell'ambito dell'“*Accordo Quadro con due operatori per l'affidamento dei servizi tecnici di progettazione, assistenza al RUP, Direzione Lavori, assistenza lavori, collaudi, Coordinatore in fase di progettazione (CSP) e/o di coordinatore in fase di esecuzione (CSE) ad esclusione della parte depurazione acque reflue. 2020_04 Ri*”.

Gli studi, i rilievi e le indagini, eseguite nell'ambito territoriale di possibile influenza degli interventi e delle opere in previsione, hanno avuto pertanto la finalità di illustrare il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico del sito di progetto, di individuare eventuali criticità e di fornire le indicazioni preliminari relative alle problematiche geologiche che dovranno essere affrontate nell'ambito della progettazione ed esecuzione delle future opere, valutando in base al quadro dissestivo, vincolistico e pianificatorio in ambito geologico la fattibilità degli interventi, anche sulla base di una serie di sopralluoghi, indagini e prove eseguite in sito.

Sulla base dei rilievi, delle indagini e verifiche eseguite, tenendo conto delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e di rischio idraulico e geomorfologico dei luoghi, in funzione della tipologia di opere previste, si può attestare la compatibilità e fattibilità dal punto di vista geologico degli interventi, nel pieno rispetto delle indicazioni e prescrizioni fornite, finalizzate alla tutela e salvaguardia del territorio.

Dott. Geol. Andrea FERRAROTTI




20. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI, CARTOGRAFICI E DOCUMENTALI


- AdPo, P.A.I. Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po
- Arpa Piemonte, Regione Piemonte. Gli eventi alluvionali in Piemonte
- Arpa Piemonte, 2018. ReRCoMF. Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi
- Arpa Piemonte - Studi e ricerche geologiche, Sistema Informativo Prevenzione rischi, 2003 Eventi alluvionali in Piemonte 2000 - 2002: 13-16 ottobre 2000
- Biella, G., Polino, R., deFranco, R., Rossi, P.M., Clari, P., Corsi, A., & Gelati, R. (1997). The crustal structure of the western Po plain: Reconstruction from the integrated geological and seismic data. *Terra Nova*, 9, 28–31
- CNR - Centro di Studi per la Petrografia e la Stratigrafia delle Alpi Centrali. Carta geologica della zona di Verbania (Lago Maggiore, provincia di Novara) /Attilio Boriani, Biagio Bigioggero, Evelina Origoni Giobbi
- Gruppo di Lavoro MPS, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici
- INGV, 2015. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani
- ISPRA, 2018. Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)
- Lombardo, V., Piana, F., Fioraso, G., Irace, A., Mimmo, D., Mosca, P., ... Giardino, M. (2016). The Classification Scheme of the Piemonte Geological Map and the “OntoGeonous” initiative. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, 39(...), 117–120.
- Regione Piemonte, 2018 – Piano Tutela delle Acque
- Spallarossa D., Barani S., 2007. Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-e. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14.


SEZIONE STRATIGRAFICA E LITOTECNICA SCHEMATICA INTERPRETATIVA (SEZIONE 1)

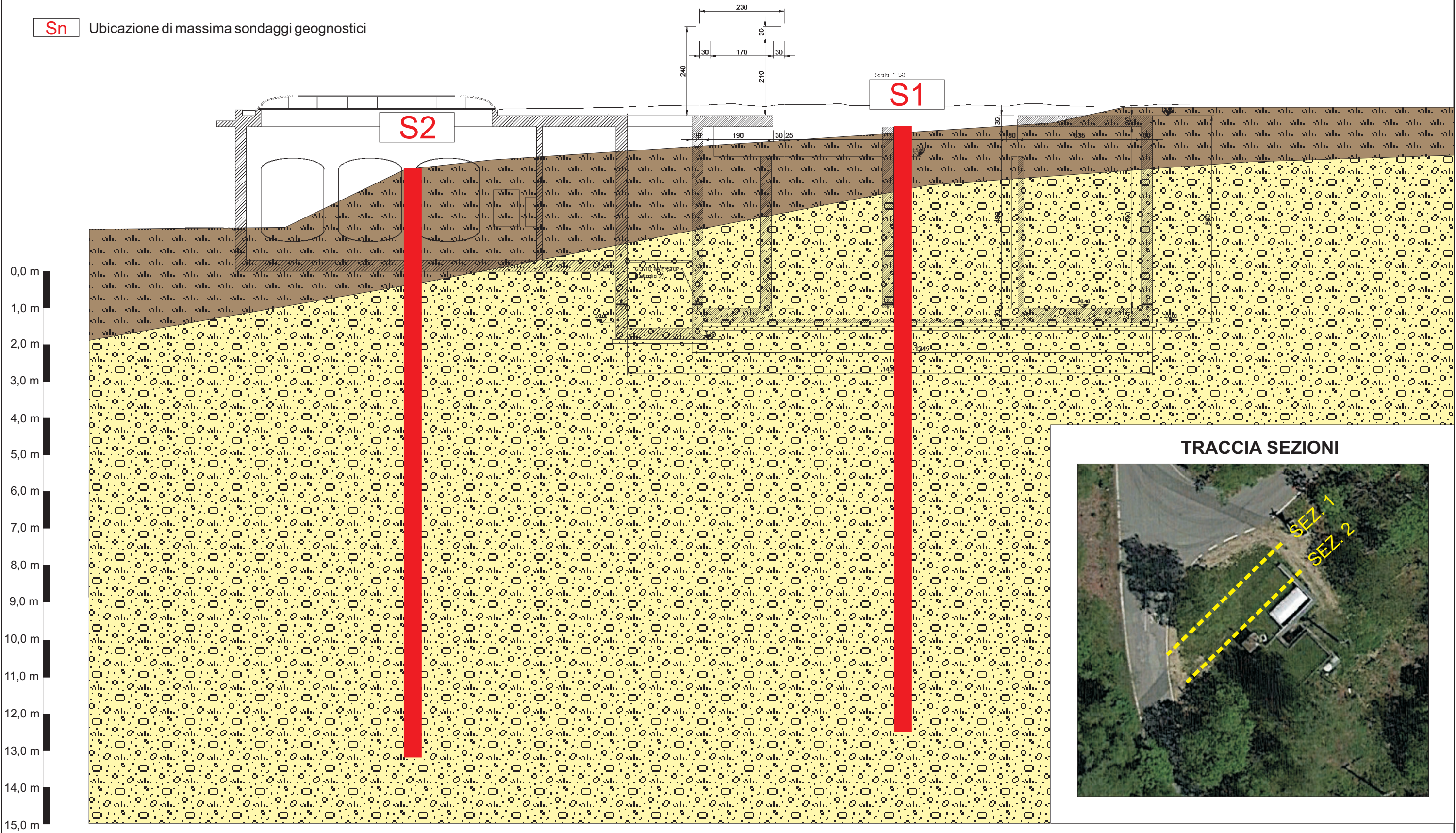
Scala verticale : 1:100
Scala orizzontale : 1:100

LEGENDA

 **UL1** - Sabbia fine limosa con resti vegetali e locale ghiaia con locali livelli argillosi. Superficialmente è presente locale materiale rimaneggiato.

 **UL2** - Sabbia fine debolmente ghiaiosa, ciottolosa e limosa. Presenza di ciottoli alterati e locali trovanti.

 **Sn** Ubicazione di massima sondaggi geognostici



TRACCIA SEZIONI



Scala verticale : 1:100
Scala orizzontale : 1:100

UL1 - Sabbia fine limosa con resti vegetali e locale ghiaia con locali livelli argillosi. Superficialmente è presente locale materiale rimaneggiato.

