



Regione Lombardia



Provincia di Brescia



Comune di
Bedizzole



Comune di Lonato
del Garda

AGRIVOLTAICO "LONATO"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere e infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 23,2MW, da realizzare nei Comuni di Bedizzole e Lonato del Garda (BS)

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Ai sensi del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. e del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.

Num. elaborato

02_R01

Scala disegno

RELAZIONE GEOLOGICA

REVISIONI, VERIFICHE E APPROVAZIONI

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
15/07/2022	prima emissione	ANTHEMIS	ANTHEMIS	ILOS

Proponente



INE La Cassetta Srl
A Company of ILOS New Energy Italy

INE La Cassetta SRL
Piazza di Sant'Anastasia, n°7
00186 ROMA
inelacassettasrl@legalmail.it

INE LA CASSETTA S.R.L.

a company of ILOS New Energy Italy

P.IVA e C.F.: IT 10742661003

Seve legale: Piazza di Sant'Anastasia 7, 00186 Roma
inelacassettasrl@legalmail.it

[Handwritten signature]
Firmato Digitalmente

Progettazione



ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL
Via Lombardore, n°207
10040 Leini (TO)
+39 011 9977387
info@anthemisenvironment.it



Coprogettisti

Electro Power S.a.s. di Rije Ugo & C.
Piazza Alfieri, n°45
14100 Asti (AT)
+39 011 9034805
info@electro-power.net

SD PROGETTI
Via Lenin Sormano, n°4
10083 Favria (TO)
+39 012 477537
studio@sdprogetti.net

Indice

1.0	PREMESSA	1
2.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
3.0	CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO	3
3.1	Inquadramento geologico-strutturale	3
3.2	Inquadramento geomorfologico	11
3.3	Inquadramento idrogeologico	12
3.4	Caratteristiche di sismicità	18
4.0	CARATTERISTICHE LOCALI DEI TERRITORI INTERESSATI	22
4.1	Caratteristiche morfologiche	22
4.2	Caratteristiche litologiche.....	24
4.3	Caratteristiche idrogeologiche	33
4.4	Caratteristiche geomorfologiche	37
4.4.1	Vincolo idrogeologico.....	37
4.4.2	Piano stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI).....	38
4.4.3	Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).....	39
4.4.4	Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI).....	42
4.4.5	Pianificazione Comunale – Lonato del Garda	43
4.4.6	Pianificazione Comunale – Bedizzole	53
4.1	Caratteristiche sismiche.....	56
5.0	CENNI SULLE PROPRIETÀ GEOTECNICHE DEI TERRENI	59
6.0	CONCLUSIONI	61
	ALLEGATI – ARCHIVIO INDAGINI	63

1.0 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la "*Relazione geologica preliminare*" a supporto del Progetto proposto da INE La Cassetta S.r.l., riguardante la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale di picco complessiva pari a 23.186,02 kWp localizzato in località "Cassetta di Sopra", nel territorio dei Comuni di Bedizzole e Lonato del Garda (BS) e delle relative opere accessorie.

Lo studio, finalizzato alla verifica della compatibilità dell'opera con l'assetto geologico ed idrogeologico dell'area, è stato svolto in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*", in particolare al par.6.2.1. "*Caratterizzazione e modellazione geologica del sito*" ed al par.6.2.2. "*Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica*", e dalla circolare esplicativa del 21 gennaio 2019.

Lo studio geologico preliminare si basa su dati bibliografici, di letteratura e su sondaggi e prove eseguite in situ e si articola nei seguenti argomenti:

- descrizione delle caratteristiche generali del territorio in cui sono compresi gli interventi in progetto, con particolare riferimento:
 - ✓ all'inquadramento geologico-strutturale del territorio a scala regionale;
 - ✓ alla descrizione delle caratteristiche geomorfologiche di area vasta;
 - ✓ alle proprietà idrogeologiche delle principali formazioni;
 - ✓ alla sismicità dell'area nel quadro normativo di classificazione sismica nazionale e regionale;
 - ✓ al quadro vincolistico vigente relativo al rischio e alla pericolosità da frana e da inondazione.
- descrizione delle caratteristiche locali delle aree interessate dalle opere in progetto, per il quale si forniscono:
 - ✓ le caratteristiche geologiche dei litotipi attraversati dalle opere in progetto, dedotte dall'analisi della letteratura geologica e da sondaggi e prove realizzate in situ;
 - ✓ le proprietà geotecniche dei terreni attraversati dagli interventi in progetto. Saranno forniti gli intervalli dei valori dei principali parametri geotecnici delle formazioni geologiche affioranti nell'area interessata dalla realizzazione dell'opera, desunti da dati di letteratura riferiti a terreni analoghi o da indagini eseguite in aree limitrofe, nella consapevolezza che i dati riportati sono meramente indicativi e che nelle successive fasi progettuali andranno forniti i loro valori caratteristici;
 - ✓ l'individuazione delle Aree a Rischio e/o Pericolose per frana e per inondazione e le eventuali interferenze con le aree di progetto. Per ciascuna di queste sono descritte le criticità presenti riguardanti l'assetto idrogeomorfologico con l'ausilio di particolari cartografici in cui sono riportate le perimetrazioni del Piano di assetto idrogeologico, di seguito PAI, e le frane presenti nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI);
 - ✓ le caratteristiche sismiche dei territori attraversati dalle opere in progetto: si fornisce, a titolo conoscitivo, il quadro della sismicità storica dell'area, i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*c che definiscono la pericolosità sismica di base, gli spettri di risposta elastici per ciascun periodo di ritorno T_r di riferimento e i risultati delle prove eseguite in situ. Per la progettazione strutturale delle opere in progetto sarà comunque necessario acquisire dati sito-specifici che tengano conto della Risposta Sismica Locale.
- parere conclusivo sulla fattibilità geologica degli interventi.

2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il progetto in esame è localizzato sul territorio dei comuni di Bedizzole e Lonato del Garda, nella provincia di Brescia.

Esso risulta composto da:

- impianto agrivoltaico di potenza nominale di picco complessiva pari a 23.186,02 kWp, localizzato su una superficie complessiva pari a circa 42 ettari;
- cavidotto di collegamento alla RTN in media tensione, di lunghezza complessiva pari a circa 10 km;
- stazione di trasformazione MT/AT, collegata a stazione esistente gestita da Terna S.p.a..



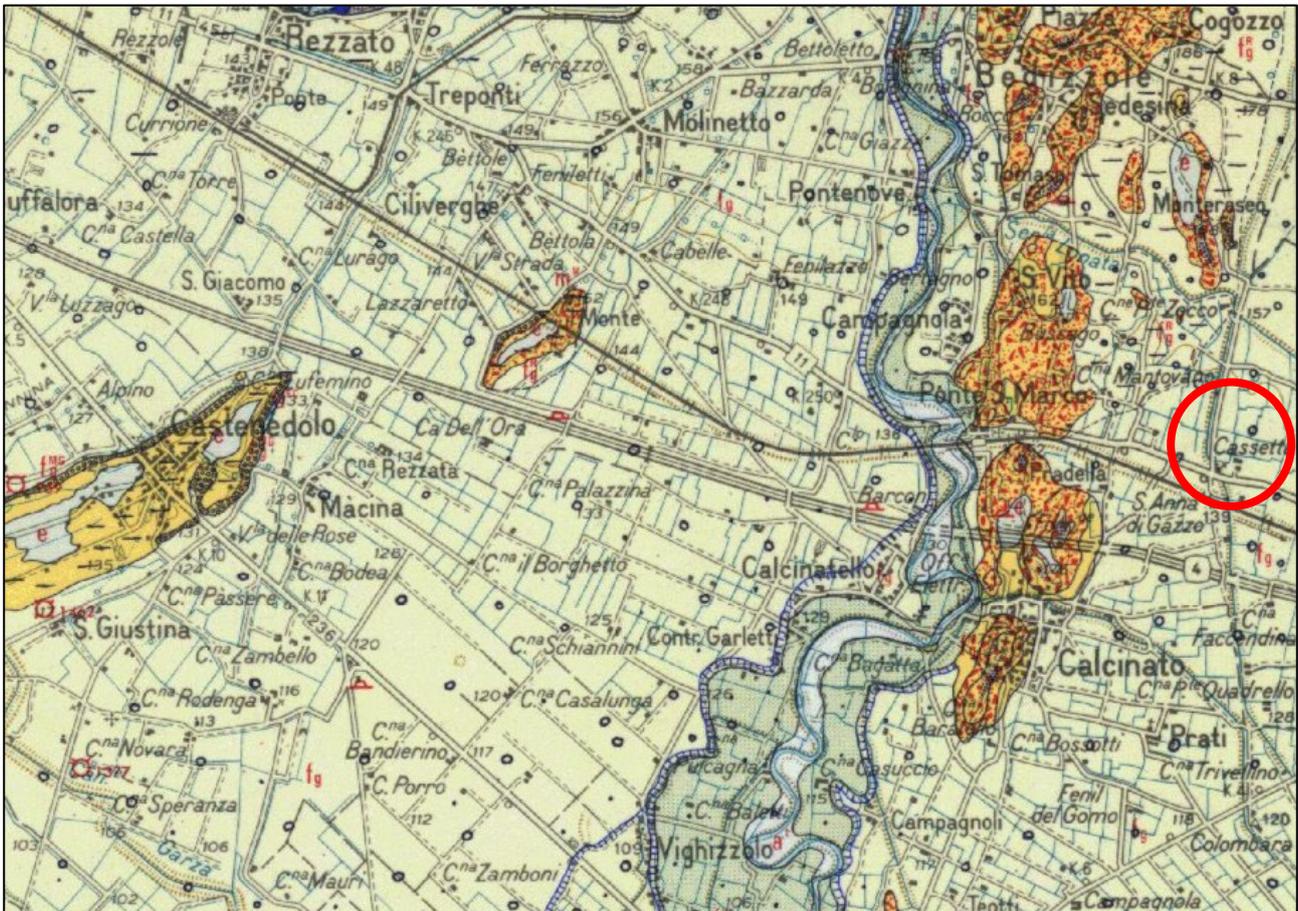
Figura 2.1: localizzazione dell'area interessata dal progetto.

3.0 CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO

3.1 Inquadramento geologico-strutturale

Il territorio dei comuni di Bedizzole e di Lonato del Garda risulta collocato nella Lombardia orientale, nella zona occidentale del Basso Garda, compreso nell’anfiteatro morenico quaternario benacense. Il paesaggio è rappresentato dall’ambiente collinare morenico, con quote fino a 283 m s.l.m. (monte Falò), inframmezzato da estese porzioni di pianura intramorenica; anche ai piedi della cerchia più esterna dei rilievi collinari è individuato un ambito di pianura (costituente il margine settentrionale della Pianura Padana).

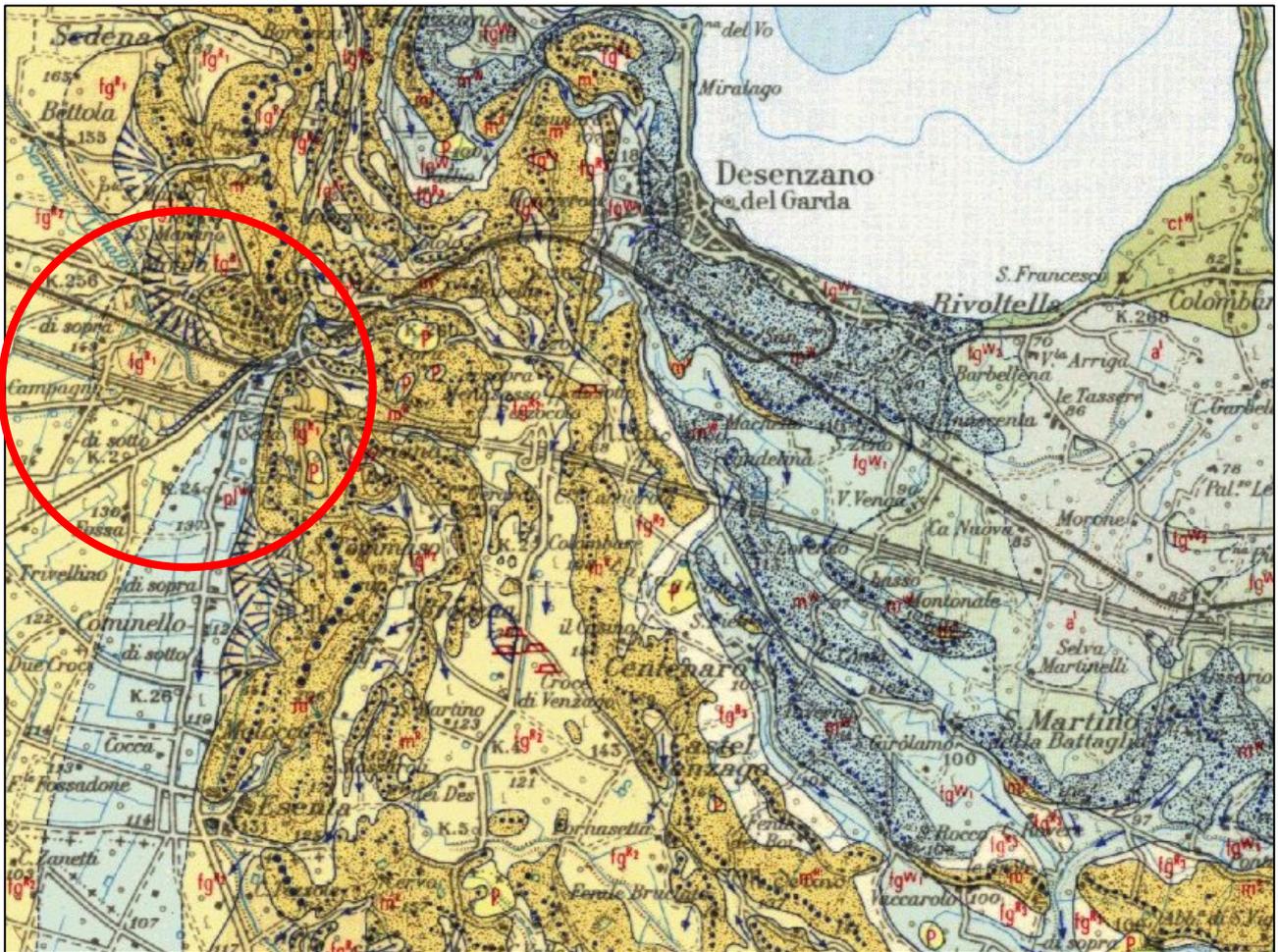
Un primo punto di partenza per l’analisi della geologia dell’area d’interesse è costituito dai fogli “47 – Brescia” e “48 – Peschiera” della “Carta geologica d’Italia 1:100.000”. Qui è possibile osservare come in letteratura le cerchie moreniche più interne siano riferite per lo più alla fase glaciale Würmiana (*Auct.*), mentre quelle più esterne sono attribuite in genere al Riss (*Auct.*), anche se non esiste uniformità di classificazione delle cerchie moreniche alle singole glaciazioni da parte dei diversi Autori. Va in ogni caso sottolineato come possano essere distinte oscillazioni del ghiacciaio di ordine minore nell’ambito delle singole fasi Würm (*Auct.*) e Riss (*Auct.*) sia per i periodi glaciali che per quelli interglaciali.



<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 3</p>

fg Alluvioni fluvio-glaciali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore, localmente ricoperte da limi più recenti in lembi non cartografabili separatamente. Costituiscono l'alta pianura a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche più alte degli anfiteatri sebino e benacense. Secondo alcuni autori sottoposte ed anteriori al "fg^w", secondo altri variazioni granulometrica verso monte del medesimo.

Figura 3.1: stralcio da "Carta Geologica d'Italia 1:100.000 – foglio 47 Brescia".



<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 4</p>

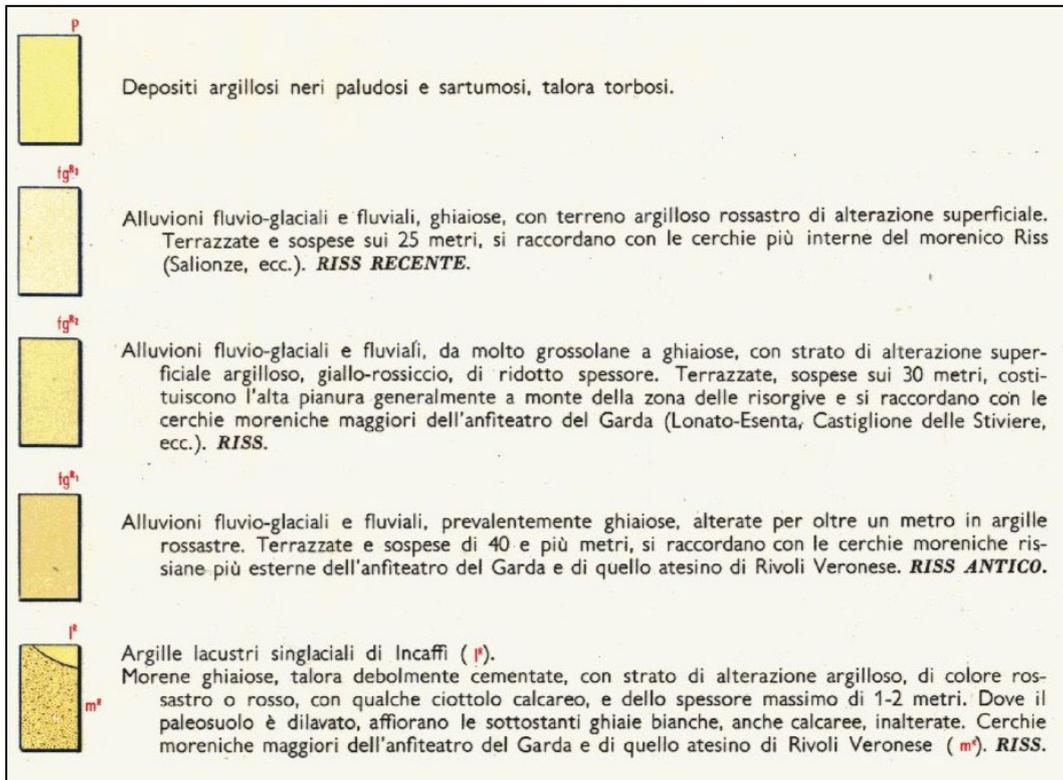


Figura 3.2: stralcio da "Carta Geologica d'Italia 1:100.000 – foglio 47 Peschiera".

Un ulteriore punto di riferimento per la cartografia geologica relativa a questo settore è rappresentato dalla "Carta Geologica dell'anfiteatro morenico del Garda – Tratto occidentale", redatta da Venzo nel 1957, mentre studi stratigrafici recenti ("Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development"; Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987) forniscono nuovi spunti nell'attribuzione dei depositi morenici e fluvio-glaciali affioranti nell'area gardesana.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 5

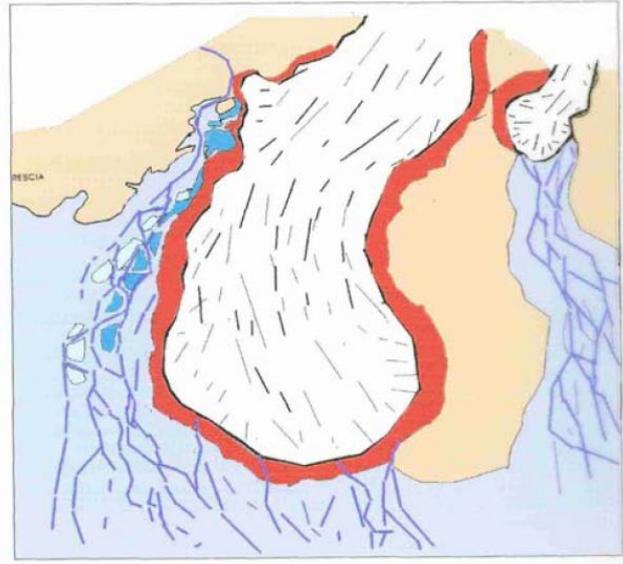
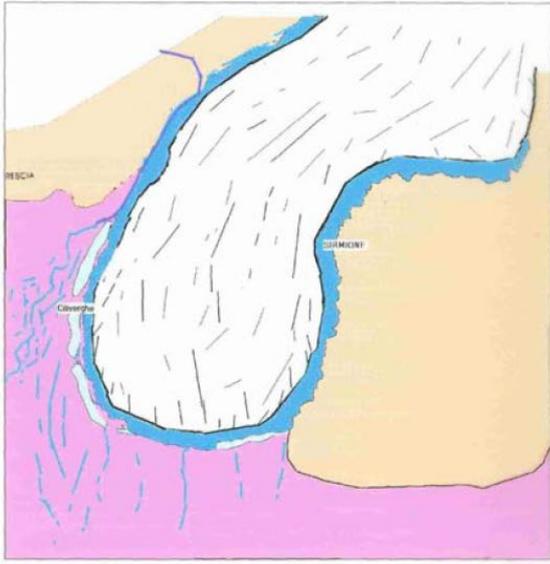


Figura 3.3: fase morenica di Faita (sinistra) e di Carpendolo (destra). Figure tratte da "Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development" (Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987).

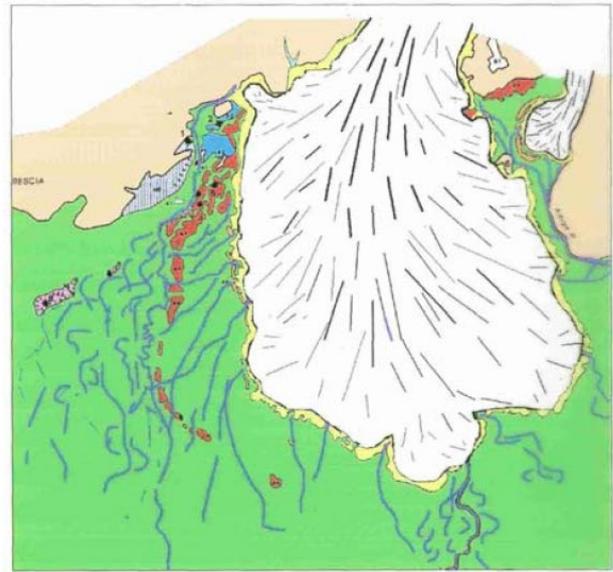
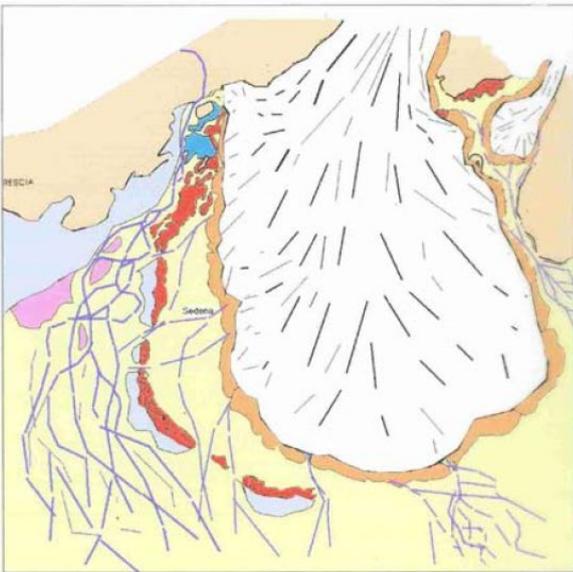


Figura 3.4: fase morenica di Sedena (sinistra) e di Solferino (destra). Figure tratte da "Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development" (Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987).

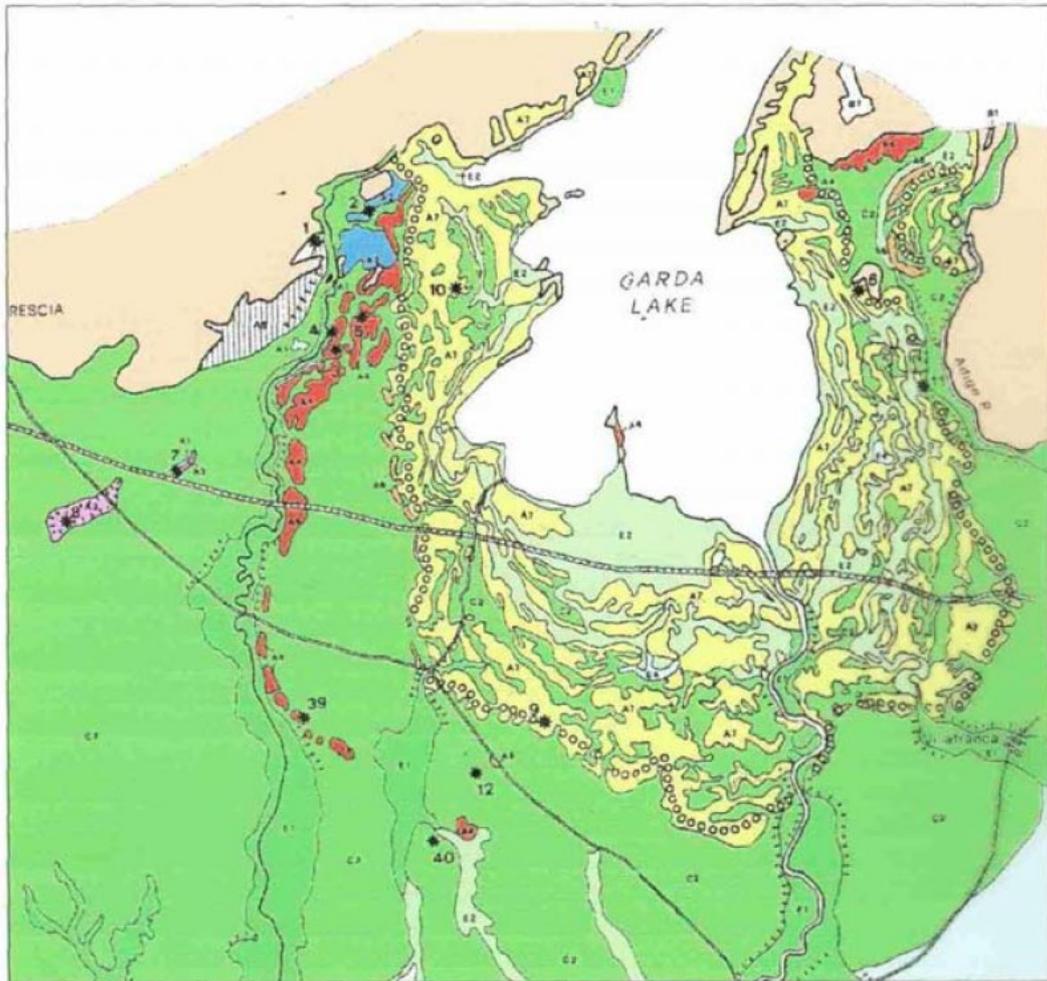


Figura 3.5: disposizione attuale delle morene. Figura tratta da "Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development" (Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987).

Quest'ultimo studio sarà di riferimento per la classificazione e datazione delle unità delle coperture quaternarie e neogeniche; di seguito viene elencata la successione delle unità stratigrafiche presenti con una descrizione delle principali caratteristiche litologiche (dai più antichi ai più recenti).

Unità di Sedena – (Pleistocene Medio – Medio Superiore)

L'Unità di Sedena affiora esternamente all'Unità di Solferino, possedendo il ghiacciaio, durante la sua genesi, un'estensione leggermente maggiore. In territorio di Lonato del Garda è rappresentata la morena più esterna dell'unità (rilievi collinari di Drugolo, C.na Falcone, Sedena, S.Zeno, C.na Pozze, ecc.), disposta nella porzione occidentale e allungata in direzione circa NNW-SSE, a costituire il bordo collinare a ridosso dell'ampia pianura fluvio-glaciale occidentale in parte riconducibile alla stessa fase di Sedena e formatasi a seguito del ritiro del ghiacciaio riferito alla Fase di Carpenedolo e quindi ad un apparato glaciale più antico e maggiormente esteso.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 7

Risulta composta in prevalenza da:

- depositi glaciali, depositi morenici di cordone costituiti da diamicton massivi per lo più a supporto clastico ma talora a supporto di matrice. Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici con dimensioni fino a vari m³. Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono previste eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare;
- depositi glacio-lacustri, occupanti settori depressi entro i cordoni morenici, rappresentati da depositi a granulometria medio fine, quali limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia. Sono in ogni caso presenti livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi;
- depositi fluvioglaciali, identificati lungo il bordo collinare, costituiti prevalentemente da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa che si presentano poco stratificati; i ciottoli sono per lo più arrotondati ed in subordine subangolari.

Unità di Solferino – (Pleistocene Superiore)

A questa unità sono riconducibili depositi glaciali e fluvioglaciali. L'Unità di Solferino risulta piuttosto estesa ed articolata e presenta diverse unità moreniche intervallate da piane fluvioglaciali. In territorio di Lonato del Garda è riconosciuta la morena della massima espansione che conserva l'asimmetria originale e taglia in discordanza geomorfologica le morene dell'Unità di Sedena. Il ritiro del ghiacciaio solferinese avvenne quindi lentamente e secondo pulsazioni ripetute e fasi di stazionamento successive. A questa unità sono riconducibili infatti numerose cerchie moreniche, cui si interpongono piane fluvioglaciali ad andamento meandriforme e/o depressioni intramoreniche; da esse si diparte anche l'ampia piana occidentale di Lonato del Garda e Bedizzole, probabilmente attiva già durante la Fase di Sedena e poi anche in fase tardo-glaciale.

Risulta composta in prevalenza da:

- depositi glaciali, depositi morenici di cordone che risultano costituiti da diamicton massivi per lo più a supporto clastico ma talora a supporto di matrice. Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici con dimensioni fino a vari m³. Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono previste eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare;
- depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale, occupanti le porzioni più depresse entro i settori pianeggianti, sono rappresentati da depositi a granulometria medio fine, quali limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia. Sono in ogni caso presenti livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi, in quanto l'ambiente di deposizione risultava condizionato da brusche variazioni di energia depositi di contatto glaciale;
- depositi di contatto glaciale, presenti di norma immediatamente a tergo dei cordoni morenici, costituiti prevalentemente da ghiaie massive e sabbie per lo più a supporto di matrice gradate o grossolanamente stratificate;
- depositi fluvioglaciali delle cerchie interne, che costituiscono le aree pianeggianti maggiormente estese, interposte tra i cordoni morenici interni, rappresentati da ghiaie con ciottoli arrotondati a supporto di clasti o di matrice in genere sabbiosa e sabbie spesso a laminazione incrociata. Sono presenti livelli e lenti di limi sabbiosi, soprattutto in superficie.

- depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne, costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa; i ciottoli sono da arrotondati a subangolari e si presentano talora stratificati. Essi costituiscono l'estesa piana fluvioglaciale occidentale estesa sul territorio di Lonato del Garda e Bedizzole, costituendo un potente corpo ghiaioso-sabbioso.

Unità post-glaciali (Olocene)

Esse risultano costituite da:

- depositi costieri lacustri, olocenici, distribuiti in corrispondenza della fascia peri-lacustre e contraddistinguono un livello di innalzamento del lago. Sono per lo più rappresentati da ghiaie e sabbie, verso monte, e da limi e limi sabbiosi verso la fascia più propriamente perilacustre;
- depositi di conoide antichi (Pleistocene) e recenti (Olocene). Si tratta di depositi alluvionali e/o di conoide sono presenti lungo le incisioni principali della cerchia morenica più esterna verso la piana occidentale di Lonato e sono costituiti da sequenze deposizionali essenzialmente grossolane a litologia ghiaioso-sabbiosa con ciottoli.
- depositi di spiaggia recenti ed attuali (Olocene) Si estendono lungo una sottile fascia perilacustre presso il Lido di Lonato. Sono rappresentati da depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi, distribuiti discontinuamente in adiacenza alla linea di costa, dove danno origine ad una spiaggia pressoché continua.
- depositi torbosi (Olocene) I depositi torbosi sono rappresentati da terreni limoso-argillosi ricchi in frazione organica; essi sono presenti in corrispondenza di conche umide e dei principali stagni (Località Ambrosina Bassa, Polada, Torbierina, Prè, Lavagnone, Fenil Bruciato, Fenil Vecchio, Cattaragna). Lungo i fossi che drenano le valli intermoreniche nel settore meridionale (rami della Fossa Redone), si possono localmente verificare accumuli di depositi a componente organica (torba) in conseguenza di una tendenza all'impaludamento e al ristagno d'acqua.

Dal punto di vista strutturale la grande depressione del Lago di Garda rappresenta un'area “chiave” per l'interpretazione dell'assetto strutturale e dell'evoluzione tettonica di gran parte della regione alpina. Il territorio montano dell'Alto Garda, compreso nel settore prealpino bresciano orientale, è caratterizzato da una successione stratigrafica con formazioni di età compresa tra il Trias ed il Miocene, sovrapposte stratigraficamente e tettonicamente, che costituiscono sistemi di thrust embricati riconducibili strutturalmente alle direttrici regionali, identificabili con il Sistema Orobico o della Val Trompia, il Sistema Giudicariense e il Sistema Dinarico. La fascia strutturale arcuata definita da questi sistemi rappresenta una cintura tettonica molto pronunciata determinatasi a seguito di meccanismi di inversione strutturale degli elementi tettonici distensivi del rifting mesozoico ad opera delle intense compressioni neogeniche. Tale cintura si sviluppa sui margini est e sud del massiccio dell'Adamello e si propaga ampiamente sia verso Sud che verso Est, incorporando al suo interno la regione del Lago di Garda. L'orientazione delle strutture risulta prevalente secondo la direzione NNE-SSW e NE-SW (Sistema Giudicariense) ed in subordine E-W (Linea della Val Trompia). Il sistema giudicariense è dominato da sovrascorrimenti a vergenza orientale e sud-orientale, con presenza diffusa di faglie trasversali di trasferimento. Ciò determina un assetto irregolare di tipo en echelon.

In particolare, gli affioramenti del substrato roccioso nel Basso Garda sono da mettere in relazione ad un pronunciato sistema di thrust. Tutti gli affioramenti delle formazioni paleogeniche presenti lungo la sponda occidentale del lago (Rocca di Manerba, Isola del Garda, Scogli dell'Altare, Isola dei Conigli e Punta San Sivino, Penisola di Sirmione) presentano un rigido controllo strutturale collegato a questo sistema frontale.

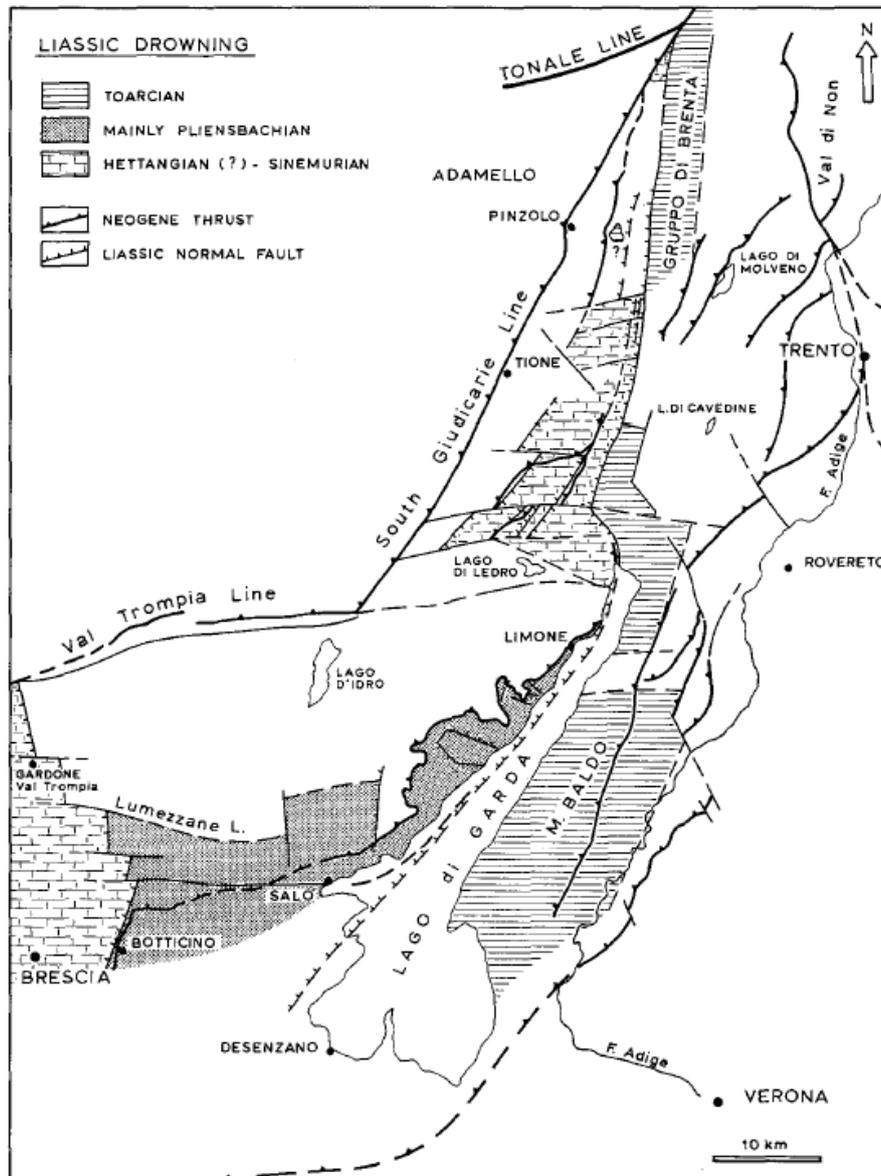


Figura 3.6: sintesi dei principali elementi paleogeografici e paleotettonici del Lias nella Cintura Giudicarense (da Castellarin & Picotti, 1990).

Sebbene il sistema tettonico individuato per l'area a sud di Salò sia correlabile a fasi compressive essenzialmente neogeniche va sottolineato che il carattere di attività persiste anche durante il Plio-Pleistocene e l'Olocene. L'attività tettonica lungo tali strutture è documentata dalla sismicità storica e recente dell'area.

<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 10</p>

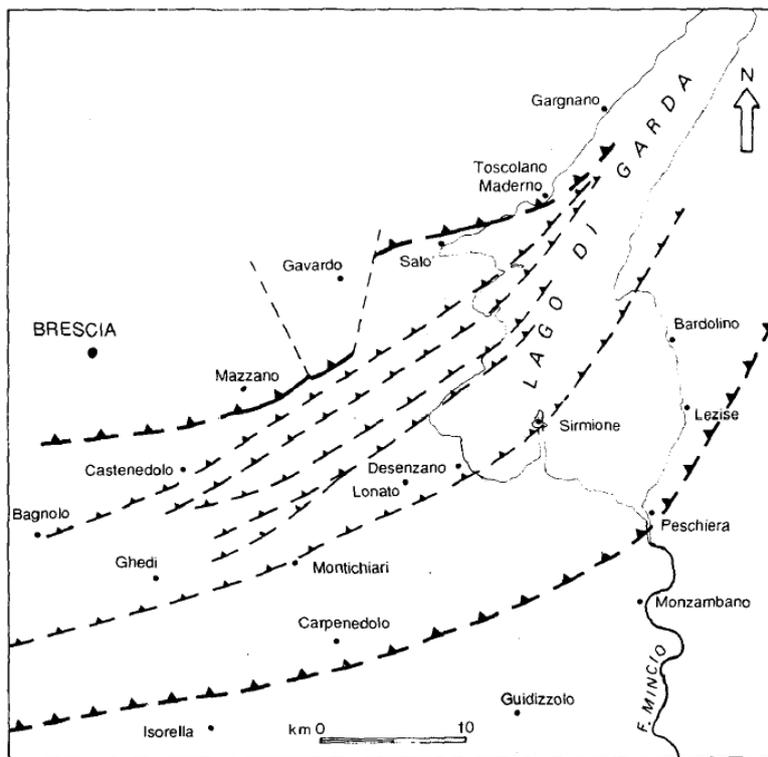


Figura 3.7: sistema di embricazione nell'area del sottosuolo attorno alla sponda meridionale del Garda. Da "Relazione Geologica – Recepimento delle prescrizioni di cui al parere di compatibilità con il PTCP di Brescia", compreso nel PGT del Comune di Lonato del Garda (2010).

Per il territorio in esame, come per l'intera Bassa Pianura Padana, il substrato roccioso ed i lineamenti tettonici risultano sepolti al di sotto di potenti coltri quaternarie.

3.2 Inquadramento geomorfologico

Da un punto di vista geomorfologico il territorio in esame può essere ricondotto a differenti ambiti.

Un primo ambito corrisponde al **settore collinare**, riferibile all'entroterra morenico ed alle sue diverse fasi evolutive. Si tratta di una porzione di territorio con andamento piuttosto articolato, caratterizzato da una cerchia collinare esterna, piuttosto discontinua e poco pronunciata (Unità di Sedena), cui si sovrappone in discordanza una cerchia piuttosto continua piuttosto pronunciata (cerchia esterna dell'Unità di Solferino), cui sono correlate le quote altimetricamente più rilevate dell'area d'indagine, e da alture collinari discontinue (cerchie interne dell'Unità di Solferino) fraposte tra questa ed il lago, a morfologia più blanda, che raggiungono quote di poco rilevate rispetto alle pianure circostanti.

In tale ambito risultano altresì molto marcate le piane intermoreniche, ad andamento talora meandriforme. Le aree pianeggianti sono in parte riferibili alle antiche linee di deflusso degli scaricatori fluvio-glaciali, verso cui confluivano le acque di scioglimento dei ghiacciai durante le fasi di ritiro (piane fluvio-glaciali). Allo stesso modo l'arretramento delle lingue glaciali secondo più fasi di stazionamento può aver comportato la formazione di depressioni tra archi morenici adiacenti, con conseguente ristagno d'acqua ed individuazione di laghi di fronte glaciale. La successiva tracimazione delle acque raccolte da questi bacini lacustri, attraverso uno o più tagli provocati negli archi di contenimento, può aver comportato il recapito delle acque verso gli scaricatori

<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 11</p>

fluvioglaciali più prossimi, con formazione talora di forme morfologiche tipiche assimilabili a conoidi. Gli scaricatori raccoglievano principalmente le acque di scioglimento della lingua glaciale riferibile prima alla fase di Sedena e poi alla fase di Solferino, che tendono a defluire incanalandosi con direzioni di deflusso circa verso S-SW.

Le alture collinari moreniche sono disposte in direzione dapprima circa NNW-SSE (cerchie esterne) e quindi variabile fino a circa NW-SE, in funzione della dinamica di ritiro disposta all'incirca secondo l'andamento della linea di costa. Le piane intermoreniche, più o meno estese, sono state modellate dai corsi d'acqua fluvioglaciali e successivamente riprese da quelli olocenici.

I corsi d'acqua olocenici, che solcano le aree di pianura e di valle intramorenica, sfruttano in gran parte i lineamenti morfologici ereditati e scorrono talvolta ai margini o entro piane fluvioglaciali più ampie dell'attuale alveo. E' questo il caso dei vari rami della Fossa Redone.

Un secondo ambito è riferibile alla **piana fluvioglaciale occidentale** di Lonato del Garda e Bedizzole, caratterizzata da un ampio settore da pianeggiante a subpianeggiante, formatosi probabilmente a seguito del ritiro dei ghiacciai più antichi (Fase di Carpenedolo) e successivamente recettore delle acque di scioglimento dei ghiacciai delle fasi più recenti, nonché della successiva rete idrografica olocenica. Lo sfruttamento agricolo di questo vasto settore pianeggiante ha comportato lo sviluppo di una rete idrografica artificiale piuttosto imponente che ha interessato in maniera capillare il territorio.

3.3 Inquadramento idrogeologico

L'assetto idrogeologico del territorio di studio è fortemente condizionato dalla presenza di una vasta area riconducibile ad un ambito morenico, piuttosto articolato e con presenza di numerose cerchie collinari interrotte da piane intramoreniche e/o fluvioglaciali ad andamento sinuoso e con sedimenti di spessore variabile, per lo più contenuto, cui si contrappone l'ambito fluvioglaciale della piana occidentale, ampio settore pianeggiante caratterizzato da spessori considerevoli di sedimenti. Nei due ambiti la circolazione idrica sotterranea possiede caratteri peculiari, che possono essere schematizzati e descritti come segue:

Ambito Morenico delle Cerchie Interne

Nell'area di pertinenza dell'anfiteatro morenico interno si possono riconoscere falde superficiali sospese (settori collinari) o, più limitatamente, freatiche (settori pianeggianti). Più in profondità sono presenti falde confinate o semiconfinate circolanti in intervalli ghiaioso-sabbiosi, permeabili, intercalati entro la sequenza morenica ricca di frazione limoso-argillosa e quindi complessivamente poco permeabile. Tali falde risultano per lo più discontinue lateralmente in relazione alla variabilità litostratigrafica dei depositi morenici.

Si descrivono di seguito le caratteristiche principali di questi acquiferi:

Falde superficiali freatiche

Presso alcuni dei settori pianeggianti e/o depressi morfologicamente si hanno di norma falde freatiche confinate entro i depositi di contatto glaciale o glaciolacustri di depressione intermorenica o fluvioglaciali, per lo più di modesto spessore. Questi acquiferi possiedono generalmente scarsa produttività. L'alimentazione è legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, dei corsi d'acqua, delle acque raccolte dai versanti delle cerchie moreniche e/o provenienti dalle falde sospese circolanti nei depositi glaciali dei settori collinari. Gli acquiferi freatici presentano un andamento talora discontinuo, con bassa soggiacenza dal piano campagna in relazione allo spessore dei depositi. Il livello piezometrico subisce quindi naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità. Il deflusso sotterraneo della falda freatica segue in generale un debole gradiente topografico in direzione del centro delle piane e degli elementi idrografici drenanti.

Falde superficiali sospese

Nei depositi glaciali e di contatto glaciale sono presenti, in relazione alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali, acquiferi discontinui e poco produttivi circolanti al tetto di livelli limoso-argillosi impermeabili, generalmente di bassa potenzialità, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche. Tali falde possono dare origine, al piede delle colline moreniche, a manifestazioni sorgentizie di portata per lo più trascurabile (ad es. sorgenti di Sedena e Maguzzano).

Falde medie e profonde: acquiferi multistrato semi-artesiani

Entro i depositi morenici, a profondità differenti e di norma di alcune decine di m dal p.c., sono presenti falde medie e profonde confinate o semi-confinate, che rappresentano gli acquiferi più sviluppati e di maggiore produttività nell'area del Basso Garda. I sistemi acquiferi multistrato risultano separati tra loro da intervalli argilloso-limosi ripartitori (acquitard). Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali.

Gli acquiferi medi sono riscontrabili a profondità comprese tra circa -50 m e -100 m dal p.c., mentre gli acquiferi profondi si trovano a profondità comprese tra

Gli acquiferi profondi sono intercettati da pochi pozzi, a profondità comprese tra -100 m e -180 m dal p.c..

Ambito della pianura occidentale di Lonato frontale alle cerchie interne

Nell'area identificata quale "piana occidentale" l'assetto stratigrafico e quindi idrogeologico risulta riferibile ai sistemi acquiferi della pianura padana, in funzione dello spessore e della tipologia dei depositi fluvioglaciali, nonché della posizione esterna rispetto alle cerchie moreniche principali (Fase di Sedena e Fase di Solferino). Il modello idrogeologico di riferimento per il settore di pianura è quello di un acquifero di tipo multistrato, circolante entro i depositi quaternari, in cui i diversi orizzonti acquiferi sono costituiti da livelli ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici fessurati separati da intervalli argillosi, argilloso-limosi o conglomeratici compatti (aquitard). La presenza di orizzonti a minore permeabilità determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza una circolazione idrica sviluppata preferenzialmente in livelli sovrapposti e, su larga scala, in connessione idrogeologica ed in equilibrio.

Tuttavia, la piana possiede dei caratteri peculiari in relazione alla sua collocazione marginale rispetto alla Pianura Padana s.s. ed in ogni caso delimitata esternamente dai rilievi collinari delle cerchie moreniche di Carpenedolo e di Ciliverghe e quindi influenzata direttamente dalle dinamiche glaciali e fluvioglaciali susseguitesi nelle fasi più antiche di formazione dell'anfiteatro morenico gardesano. In particolare, si può riconoscere un acquifero superficiale corrispondente per lo più alla falda freatica, di norma bene alimentata e con una buona potenzialità, che si sviluppa entro l'unità ghiaioso-sabbiosa ricca in ciottoli più recente captata da numerosi pozzi. Localmente possono essere presenti livelli impermeabili che separano la falda freatica vera e propria rispetto a falde superficiali da libere a semiconfinate.

L'alimentazione della falda freatica deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche nelle zone di ricarica, che comprendono anche la pianura fluvioglaciale esterna alla cerchia di Lonato, e dall'apporto degli acquiferi circolanti negli ambiti collinari. Un contributo è rappresentato dalle acque di dispersione in subalveo della rete idrica superficiale, compresa la rete artificiale irrigua. La direzione di flusso si orienta da NNE verso SSW e da NE verso SW, con debole gradiente piezometrico. La soggiacenza della falda freatica subisce le naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità, con valori massimi di norma posti in corrispondenza del periodo primaverile. Nel periodo autunnale si registrano invece i valori di minima soggiacenza.

Al sistema acquifero multistrato semiconfinato o confinato sono da riferire le falde medie e profonde presenti a partire da circa -60/-70 m dal p.c., al di sotto di un livello argilloso-limoso, talora discontinuo, che costituisce localmente la base del sovrastante acquifero freatico o superficiale. Oltre tale profondità sono presenti, nel

settore settentrionale e centrale, orizzonti conglomeratici compatti o fessurati alternati a lenti ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e nel settore meridionale orizzonti limosi o limoso argillosi alternati ad intervalli ghiaioso-sabbiosi.

Le falde profonde sono individuabili a partire da circa -120 m dal p.c..

Il sovrapporsi di unità litostratigrafiche riferite a fasi glaciali successive può comportare, soprattutto lungo il bordo collinare esterno, l'appoggio di depositi più francamente glaciali (Unità di Sedena e Unità di Solferino) su depositi fluvioglaciali riferibili ad apparati morenici più antichi (Unità di Carpenedolo). Allo stesso modo può essere riscontrata una locale continuità laterale tra depositi glaciali e fluvioglaciali a litologia omogenea. Si può quindi ragionevolmente ipotizzare che ci sia una marcata interazione tra i sistemi acquiferi medi e profondi dell'ambito morenico e di pianura e quindi anche un complesso sistema di alimentazione reciproca.

In questo contesto idrogeologicamente molto articolato, si vuole sottolineare come non si possa altresì escludere che le aree di alimentazione degli acquiferi multistrato profondi circolanti nell'ambito delle cerchie moreniche principali e della pianura fluvioglaciale esterna alla cerchia di Lonato possano essere rappresentate anche dalle acque del Lago in profondità, come già ipotizzato da G. Bazzoli in "*Indagini litostratigrafiche ed idrogeologiche nell'anfiteatro morenico frontale del Lago di Garda, nel tratto compreso tra i fiumi Chiese e Mincio*" (Tesi di laurea, A. Acc. 1982-1983).

Le unità litologiche riconosciute sul territorio corrispondono a varie unità idrogeologiche che sono di seguito descritte:

Unità permeabili per fratturazione

Corrispondono ai depositi conglomeratici compatti e/o fratturati a permeabilità per fratturazione media e medio-elevata. Questa unità nel territorio in esame è presente in profondità, mostrando caratteri prevalenti di medio-bassa permeabilità, sebbene localmente possa essere sede di falde idriche produttive. Talora alla permeabilità per fessurazione si può associare una permeabilità per porosità medio-elevata.

Unità permeabili per porosità

- Depositi grossolani (prevalentemente ghiaioso-sabbiosi) a permeabilità elevata. In questa classe sono compresi depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli afferenti ai "depositi fluvioglaciali della piana occidentale" e ai "depositi di spiaggia". I valori della permeabilità possono essere considerati compresi tra 10^{-2} m/sec e 10^{-4} m/sec. La presenza di livelli limoso-argillosi a minore permeabilità può ostacolare localmente la filtrazione idrica verticale. All'interno di questi depositi circola la falda freatica maggiormente continua e produttiva sul territorio.
- Depositi grossolani (prevalentemente ghiaioso-sabbiosi) a permeabilità da media a medio-elevata. In questa classe sono state raggruppate diverse unità litostratigrafiche: caratteristiche di media permeabilità sono riferibili ai "depositi di contatto glaciale", mentre permeabilità da media a medio-elevata può essere attribuita ai "depositi di conoide" e ai "depositi fluvioglaciali delle cerchie interne grossolani". I valori della permeabilità possono essere quindi definiti complessivamente da medi a medio-elevati e sono compresi per le sequenze ghiaioso-sabbiose tra 10^{-3} m/sec e 10^{-5} m/sec. La presenza di livelli limoso-argillosi a bassa permeabilità può ostacolare localmente la filtrazione idrica verticale. Talora all'interno di questi depositi possono circolare falde superficiali, delimitate per lo più alla base da depositi glaciali poco permeabili.

Depositi fini (prevalentemente limoso-sabbiosi e limoso-argillosi) a permeabilità da medio-bassa a bassa

Appartengono a questa unità i "depositi glaciolacustri di depressione intermorenica" talora parzialmente ripresi dai corsi d'acqua olocenici, i "depositi fluvioglaciali delle cerchie interne fini", i "depositi costieri fini" e i "depositi torbosi". In ogni caso si tratta di materiali prevalentemente sabbioso-limoso-argillosi a bassa permeabilità. Essi sono talora sede di falde acquifere in relazione all'andamento topografico e litostratigrafico locale (zone di ristagno d'acqua o di conca, ecc). Localmente possono essere presenti livelli torbosi caratterizzati da permeabilità da bassa a molto bassa. Di conseguenza il drenaggio delle acque è talora difficile, spesso complicato anche dalla presenza della falda a limitata profondità.

Depositi glaciali a permeabilità complessivamente da bassa a molto bassa

I depositi di seguito descritti presentano una notevole eterogeneità litologica e sono caratterizzati da permeabilità per porosità complessivamente da bassa a molto bassa, con sequenze limoso-argillose impermeabili che ostacolano la filtrazione verticale. In tali terreni i valori del coefficiente di permeabilità variano riducendosi infatti fino a valori di $k = 10^{-8}$ m/sec. Sono in ogni caso presenti, intercalate a varie profondità sequenze ghiaiose e ghiaioso-sabbiose permeabili, con $k = 10^{-5}$ m/sec. Nelle aree collinari le sequenze grossolane sono sede di falde superficiali di scarsa potenzialità, alimentate dalle precipitazioni e legate a condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali. Più in profondità, come già descritto possono essere presenti acquiferi multistrato.

Per gli acquiferi superficiali:

- i depositi glaciali e i depositi di conoide sono sede di falde superficiali sospese, circolanti mediamente a profondità variabili tra -5 e -10 m, con direzioni di flusso congrue con la topografia; solo in alcune porzioni del territorio comunale (centro storico, ecc.) sono state identificate zone con livelli acquiferi superficiali a profondità minori (2-5 m);
- i depositi di contatto glaciale grossolani, i depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica, i depositi costieri e di spiaggia possono essere sede di falde freatiche o sospese in prevalenza superficiali discontinue e con profondità per lo più limitata rispetto al piano campagna (comprese tra 0 e 2 m e tra 2-5 m dal p.c.);
- i depositi fluvioglaciali delle cerchie moreniche interne sono sede di falde freatiche in prevalenza superficiali più o meno continue e con profondità variabile a seconda della zona. La soggiacenza è in media di pochi m, ad esclusione della falda della piana di Croce di Venzago dove si registrano valori superiori a 10 m;
- le aree torbose per la maggior parte dei casi costituiscono zone di affioramento di falde superficiali;
- i depositi fluvioglaciali della piana occidentale di Lonato sono interessati da una falda freatica con buone potenzialità. La superficie piezometrica della falda, che ha generale direzione di flusso da NE verso SW, si trova a profondità variabile da 55-60 m dal p.c. nei settori settentrionali (frazione di Bettola) fino a circa 20 m spostandosi verso sud (frazione di Esenta).

Per gli acquiferi medi e profondi:

i sistemi riferiti agli acquiferi multistrato, circolanti sia nei depositi morenici che nei depositi fluvioglaciali, sono caratterizzati da falde semi-artesiane localizzate in sequenze ghiaioso-sabbiose o ghiaioso conglomeratiche (ad elevata fessurazione), confinate in successioni prevalentemente limoso-argillose o da livelli di argille e conglomerato compatto (aquitard). La soggiacenza di questi acquiferi è di norma di varie decine di m e può risentire di una certa salienza in funzione del grado artesianesimo che le contraddistingue. Per le falde medie può essere stimata una soggiacenza media di 50 m e per quelle profonde di 100-120 m.

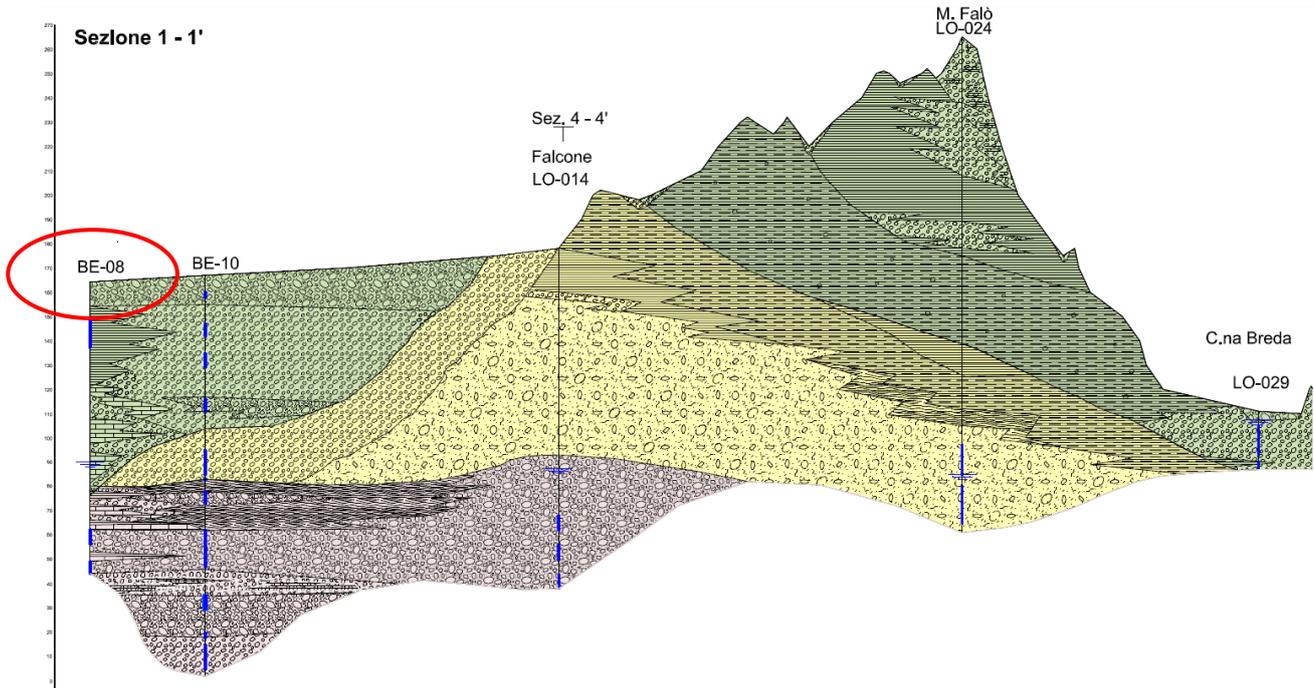


Figura 3.8: Sezione 1-1'. Da "SG-Tav.7 – Sezioni idrogeologiche e geologiche", elaborato compreso negli elaborati di carattere geologico a corredo del PGT del Comune di Lonato del Garda (2009). L'area di realizzazione dell'impianto agrivoltaico è localizzata nei pressi della captazione "BE-08".

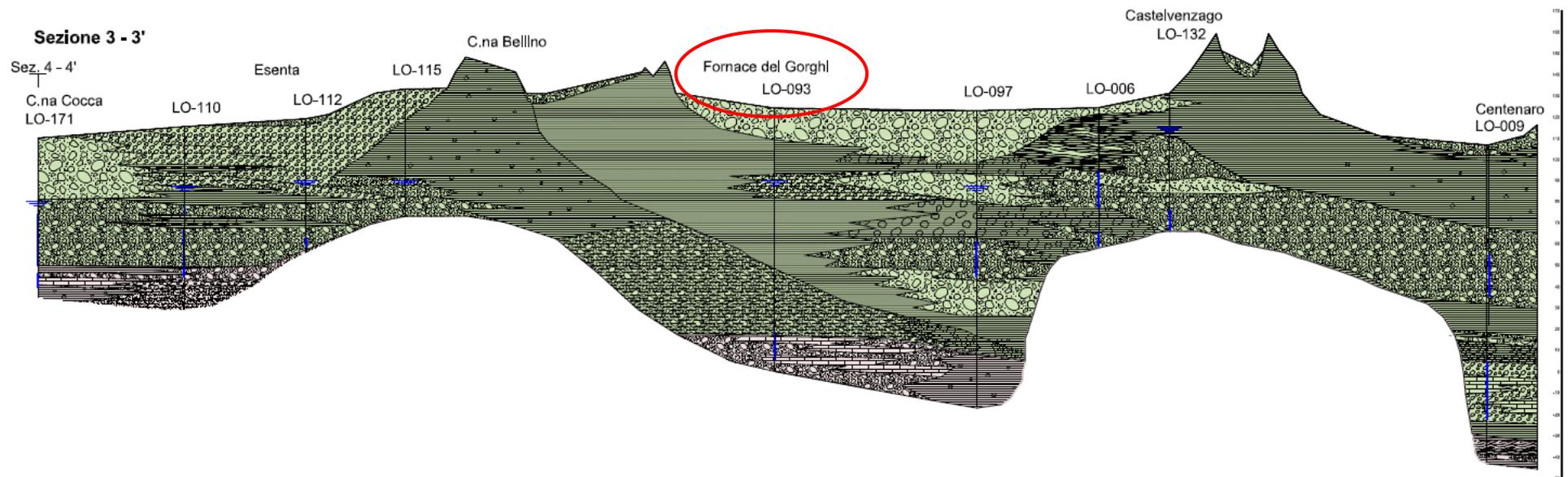


Figura 3.9: Sezione 3-3'. Da "SG-Tav.7 – Sezioni idrogeologiche e geologiche", elaborato compreso negli elaborati di carattere geologico a corredo del PGT del Comune di Lonato del Garda (2009). Nei pressi della località "Fornace dei Gorghi" è localizzata la stazione di conversione MT/AT.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO: 02_R01

PAG. 17

LEGENDA

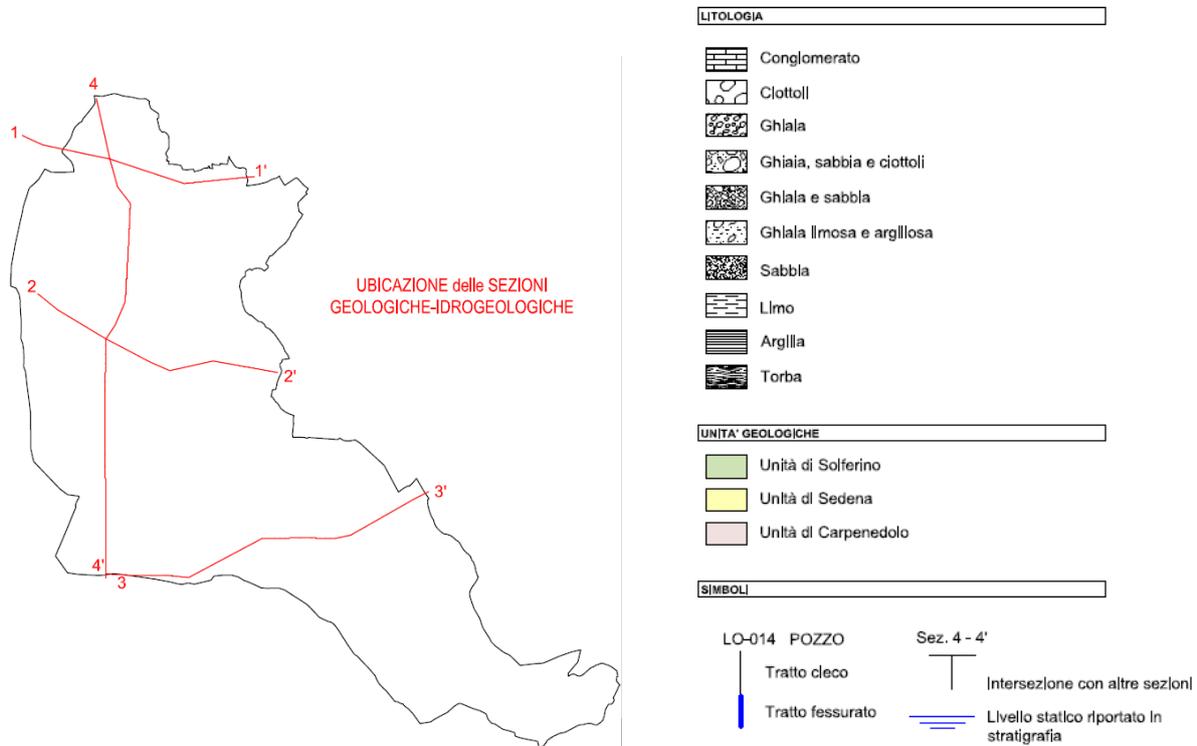


Figura 3.10: ubicazione delle sezioni geologiche-idrogeologiche e legenda. Da "SG-Tav.7 – Sezioni idrogeologiche e geologiche", elaborato compreso negli elaborati di carattere geologico a corredo del PGT del Comune di Lonato del Garda (2009).

3.4 Caratteristiche di sismicità

Con l'OPCM n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" il territorio nazionale è stato riclassificato dal punto di vista sismico in base al grado di pericolosità definito sull'analisi della probabilità che una certa area venga interessata in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. In base a questa classificazione sono state distinte 4 zone a pericolosità sismica decrescente. A ciascuna zona viene attribuito un valore dell'azione sismica espresso in termini di accelerazione massima su roccia.

In seguito, nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno riclassificato il proprio territorio adottando delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità locali.

La Regione Lombardia ha recepito l'OPCM 20 marzo 2003 n.3274 e l'OPCM 28 aprile 2006, n.3519 con D.G.R. 11/7/2014 n.X/2129. La Classificazione sismica nazionale, aggiornata al 31 marzo 2022, è riportata nella figura seguente, in cui è evidenziata l'area di studio comprendente i territori comunali di Bedizzole e Lonato del Garda, che ricadono integralmente nella Zona 2 a sismicità media, in cui il valore attribuito ad ag è pari a 0.25g.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 18

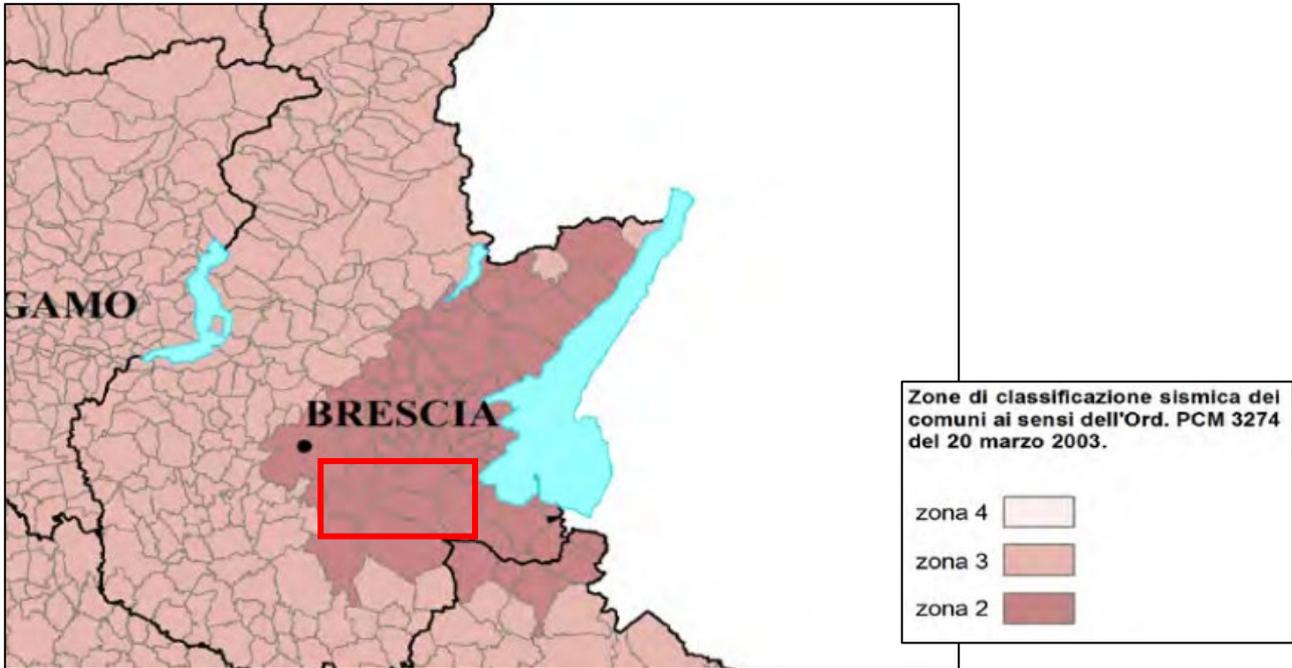


Figura 3.11: stralcio da "Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi" - D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129.

Le "Norme tecniche" indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; pertanto, il numero delle zone è fissato in 4. Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

Tabella 3.1: Zonizzazione sismica dei comuni interessati dall'opera..

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $[a_g/g]$	Accelerazione orizzontale di ancoraggio allo spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) $[a_g/g]$
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

In rosso sono evidenziati valori di accelerazione validi per la Zona 2, cui afferiscono i territori dei comuni interessati dal progetto in esame.

Anche ad una scala maggiore (su una maglia pari a 100 m) i territori entro i quali si sviluppa l'opera mostrano un'evidente omogeneità dei valori di pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 19

suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del 30 D.M. 14.09.2005). Nello specifico, per l'area di studio comprendente i territori comunali di Bedizzole e Lonato del Garda si osserva un range di valori di accelerazione massima compresa tra 0,150g e 0,175g.

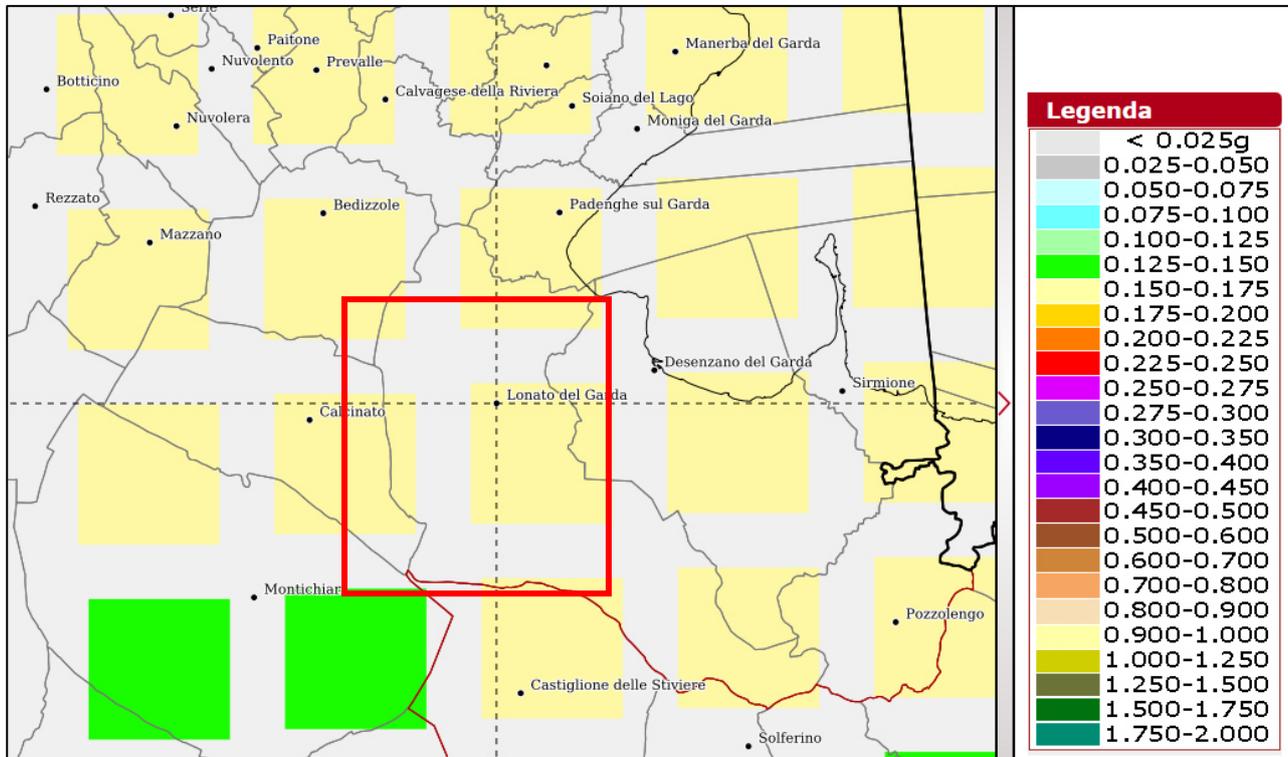


Figura 3.12: stralcio riferito all'area oggetto di studio (riquadro rosso) (dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) della Mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale (prevista dall'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b), espressa in termini di accelerazione massima (ag) del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Bisogna tuttavia precisare che la Classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) è utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli Enti preposti, mentre gli intervalli di ag di base di una certa zona non sono sufficienti ai fini progettuali.

Infatti, con l'entrata in vigore del Decreto Ministeriale del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. La Pericolosità sismica di base di un generico sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (Periodo di riferimento T_r , espresso in anni), nel sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato (Probabilità di eccedenza P_{vr}).

I valori di pericolosità sismica sono espressi in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (Categoria A), con superficie topografica orizzontale (Categoria T1);

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 20

- 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 Tr.

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

- ag accelerazione orizzontale massima del terreno;
- Fo 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.

Per un generico sito, la stima della pericolosità sismica di base su reticolo di riferimento di 10751 nodi nell'intervallo di riferimento viene fornita dal Dipartimento della Protezione Civile e dal Consiglio Superiore dei LL.PP sulla base dei dati forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Nei successivi paragrafi sono forniti, oltre alla storia sismica, le terne di valori ag, Fo e T*c che definiscono la pericolosità sismica di base e gli spettri di risposta elastici per ciascun territorio comunale interessato dalle opere in progetto.

4.0 CARATTERISTICHE LOCALI DEI TERRITORI INTERESSATI

4.1 Caratteristiche morfologiche

Impianto agrivoltaico

L'impianto in progetto verrà realizzato su una superficie sub-pianeggiante pari a circa 42 ettari. Tale superficie si presenta leggermente inclinata in direzione SW, con quote che variano tra 149 m s.l.m. e 141 m s.l.m..

Cavidotto interrato

Il cavidotto di collegamento in MT si svilupperà per circa 10,0 km; partendo dall'impianto agrivoltaico, il suo percorso proseguirà dapprima in direzione ESE e successivamente in direzione SSE, dopo l'attraversamento del concentrico, fino alla stazione di conversione MT/AT.

Il primo tratto, presso la pianura occidentale esterna alle cerchie moreniche, si presenta sub-pianeggiante, passando in circa 1,5 km di percorso da 141 m. s.l.m. a 149 m s.l.m..

Successivamente, nel suo tratto centrale tra 1,5 km e 8,0 km, il cavidotto interesserà l'areale in cui sono presenti le morene dell'anfiteatro morenico del Garda, percorso collinare che comprenderà alcuni sali-scendi con quota massima raggiunta pari a 196 m s.l.m.

Il tratto finale del cavidotto, a partire da 8,0 km, si presenta infine nuovamente sub-pianeggiante (piana intramorenica), con inclinazione verso S. In questo caso le quote variano da 137 m s.l.m. a 121 m s.l.m..

Stazione MT/AT

La stazione MT/AT sarà realizzata su di una superficie sub-pianeggiante pari a circa 1.700 mq, con quota media pari a circa 122 m s.l.m..

AGRIVOLTAICO "LONATO"

**PROPONENTE: INE LA CASSETTA SRL - A COMPANY OF ILOS
NEW ENERGY ITALY**



Figura 4.1: profilo altimetrico del percorso del cavidotto dall'impianto agrivoltaico (a sinistra) alla stazione di conversione MT/AT (a destra).

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO: 02_R01

4.2 Caratteristiche litologiche

Impianto agrivoltaico

Dal punto di vista geologico è possibile osservare come l'impianto agrivoltaico in progetto sia localizzato in corrispondenza dei depositi dell'Unità di Solferino e, più precisamente, in corrispondenza dei "Depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne", costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa con ciottoli da arrotondati a subangolari.

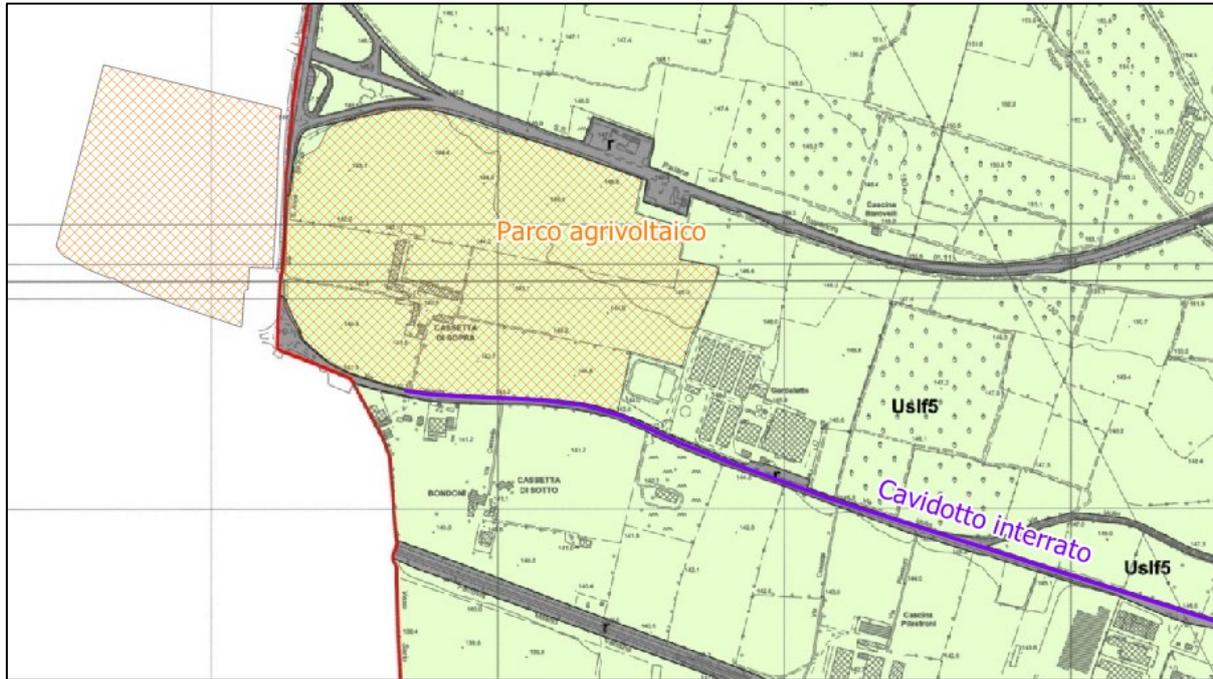


Figura 4.2: stralcio da Tav.1 - "Carta geologica con elementi geomorfologici e strutturali" del PGT del Comune di Lonato del Garda. I Depositi denominati "Uslf5" indicano i "Depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne".

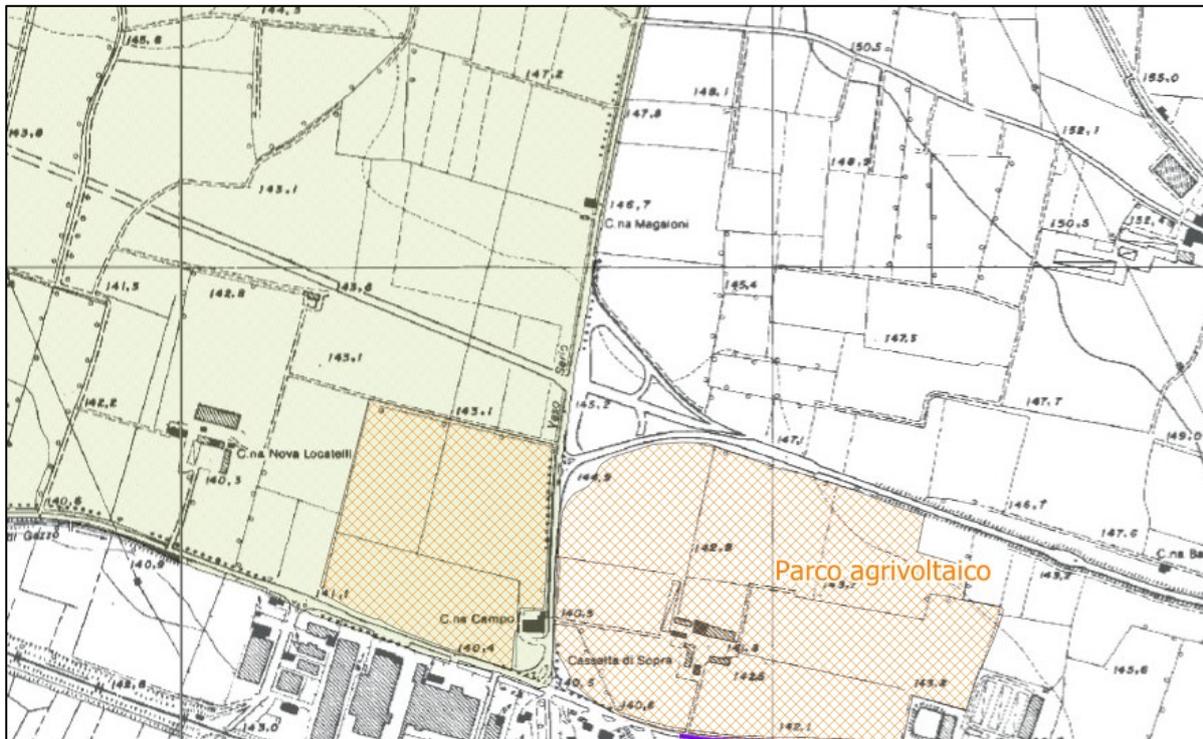


Figura 4.3: stralcio da “Carta litotecnica” del PGT del Comune di Bedizzole. In verde sono indicati i depositi fluvio-glaciali che costituiscono la pianura esterna alle cerchie moreniche.

Ciò è avvalorato dalle stratigrafie redatte per la realizzazione di alcuni pozzi presso l’area di studio; si riporta, a titolo d’esempio, quella del pozzo denominato LO048 all’interno degli studi geologici del PGT del Comune di Lonato del Garda in località Cassetta di Sotto, localizzata a circa 150 m di distanza dal perimetro dell’area di progetto. Qui è possibile osservare come, al di sotto di uno strato metrico di suolo, il sottosuolo sia composto fino a 41 m di profondità da depositi descritti come “ghiaia asciutta”. Più in profondità è individuabile un’alternanza tra strati di potenza plurimetrica di depositi fini (argilla grigia) e depositi grossolani ghiaiosi fino a fine scavo.

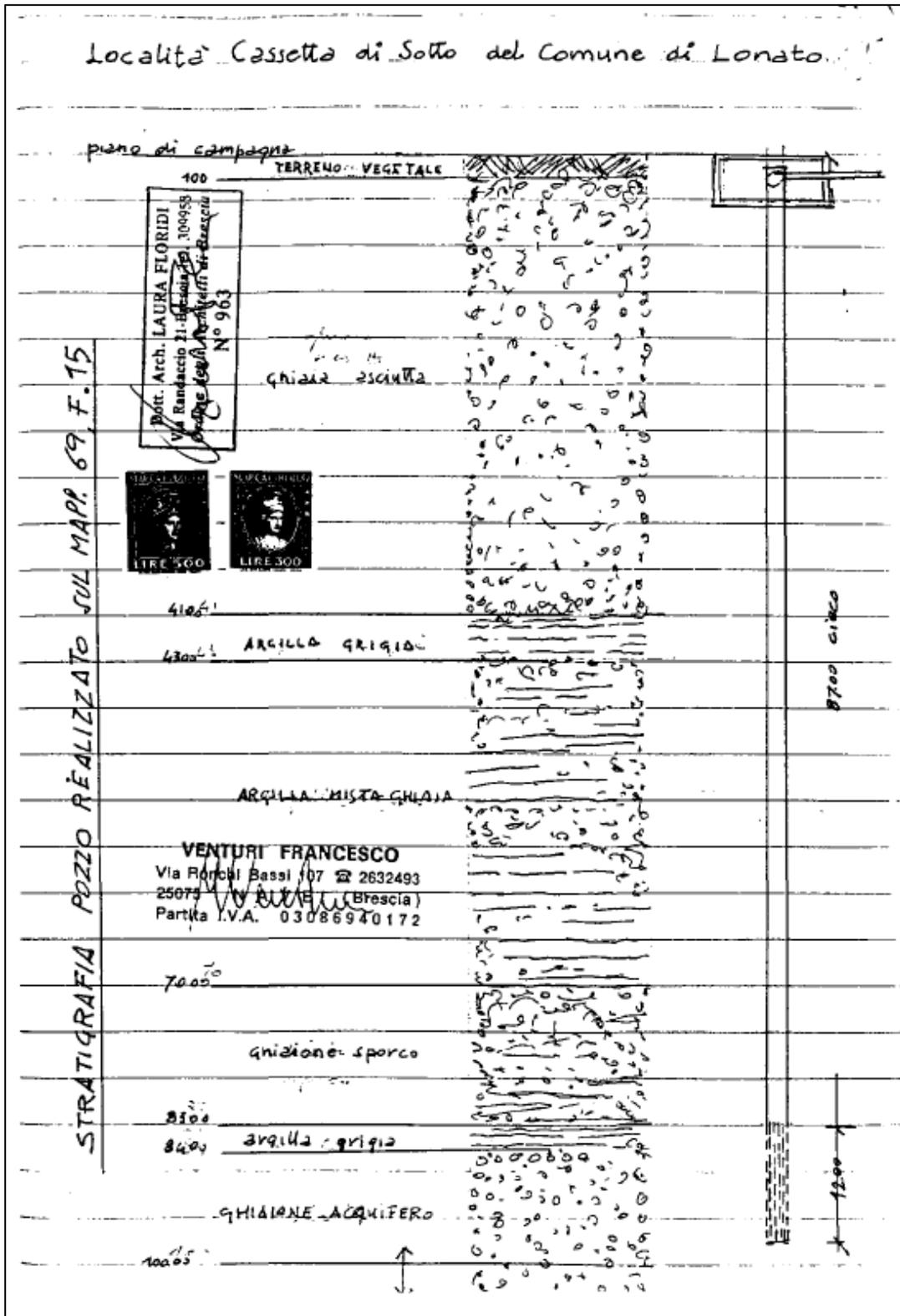


Figura 4.4: pozzo LO048 del PGT del Comune di Lonato del Garda. Per la sua localizzazione si rimanda alla Figura 4.9.

Nel mese di giugno dell'anno 2022 sono state effettuate presso l'area di studio le seguenti indagini, in modo da poter definire il modello litostratigrafico dell'area:

- n.3 pozzetti geognostici di profondità compresa tra 2,5 m e 3,0 m;
- n.6 prove penetrometriche dinamiche di tipo "DPSH TG 63-100 EML.C (ISSMFE-Emilia)";
- n.1 prova MASW.



Figura 4.5: localizzazione dei punti d'indagine: MASW (cerchio rosso), DPSH (cerchio giallo), scavi esplorativi (cerchio viola).

Le prove penetrometriche dinamiche continue sono state realizzate utilizzando un penetrometro superpesante "TG 63-100" della Pagani Geotechnical S.r.l.. Nelle prove DPSH eseguite con il penetrometro superpesante, il dato acquisito è rappresentato dall'indice N_{20} , numero di colpi inferti da una massa battente pesante 63,50 kg e con altezza di caduta di 75 cm per infiggere di 20 cm una punta conica portata all'estremità di un'asta metallica. Il valore di N_{20} è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno e riflette essenzialmente il suo grado di addensamento. Il valore N_{20} può essere correlato alle prove tipo SPT (Standard Penetration Test) tramite una serie di correzioni e note correlazioni proposte in letteratura. Attraverso tali correlazioni e con

riferimento al parametro N_{SPT} normalizzato che ne deriva, è possibile ottenere una stima del valore dei parametri geotecnici fondamentali del terreno.

Viene di seguito riportata la successione stratigrafica derivante dalle risultanze dell'interpolazione tra scavi geognostici e prove penetrometriche (in allegato).

Tabella 4.1: assetto litostratigrafico in corrispondenza della verticale DPSH1.

DPSH1		
Da [m]	A [m]	Descrizione litostratigrafica
0,00	0,60	Ghiaia sabbiosa con ciottoli – Unità litologica A3

Tabella 4.2: assetto litostratigrafico in corrispondenza della verticale DPSH2.

DPSH2		
Da [m]	A [m]	Descrizione litostratigrafica
0,00	1,40	Sabbia con limo – Unità litologica A1
1,40	4,60	Ghiaia con sabbia – Unità litologica A2
4,60	5,60	Ghiaia sabbiosa con ciottoli – Unità litologica A3

Tabella 4.3: assetto litostratigrafico in corrispondenza della verticale DPSH3.

DPSH3		
Da [m]	A [m]	Descrizione litostratigrafica
0,00	0,80	Sabbia con limo – Unità litologica A1
0,80	4,80	Ghiaia con sabbia – Unità litologica A2
4,80	5,20	Ghiaia sabbiosa con ciottoli – Unità litologica A3

Tabella 4.4: assetto litostratigrafico in corrispondenza della verticale DPSH4.

DPSH4		
Da [m]	A [m]	Descrizione litostratigrafica
0,00	3,00	Ghiaia con sabbia – Unità litologica A2
3,00	3,20	Ghiaia sabbiosa con ciottoli – Unità litologica A3

Tabella 4.5: assetto litostratigrafico in corrispondenza della verticale DPSH5.

DPSH5		
Da [m]	A [m]	Descrizione litostratigrafica
0,00	4,00	Ghiaia con sabbia – Unità litologica A2
4,00	4,40	Ghiaia sabbiosa con ciottoli – Unità litologica A3

Tabella 4.6: assetto litostratigrafico in corrispondenza della verticale DPSH6.

DPSH5		
Da [m]	A [m]	Descrizione litostratigrafica
0,00	0,80	Sabbia con limo – Unità litologica A1
0,80	2,80	Ghiaia con sabbia – Unità litologica A2
2,80	3,20	Ghiaia sabbiosa con ciottoli – Unità litologica A3

I depositi indagati si dimostrano piuttosto omogenei, formati essenzialmente da una coltre di suolo costituita da sabbia con limo, di spessore variabile fino a circa 1,40 m, seguito in profondità da ghiaie con sabbia da

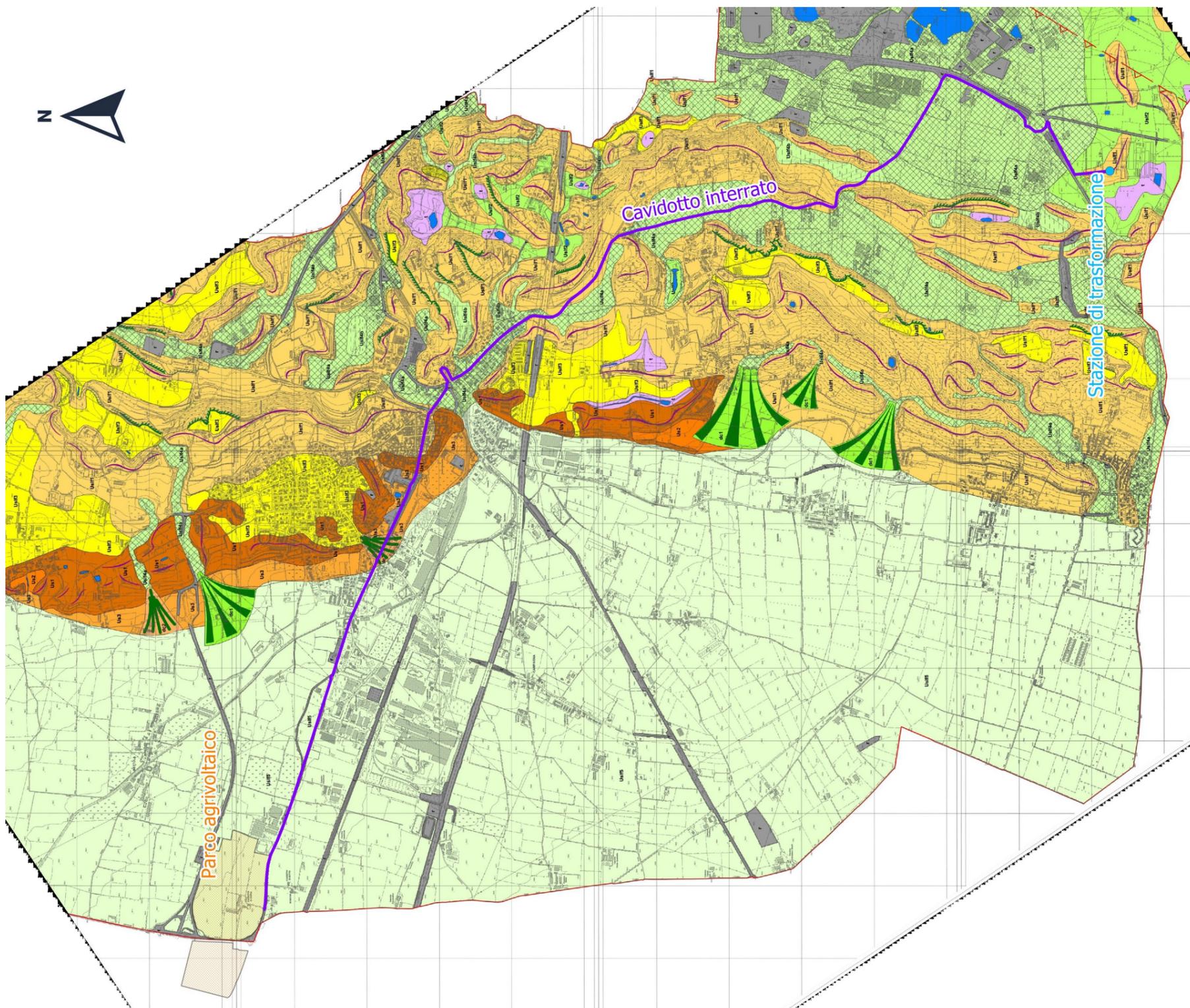
addensati a molto addensati, che con la profondità si arricchiscono in ciottoli diminuendo il loro contenuto della frazione sabbiosa.

Si sono quindi distinte n.3 principali unità litologiche (dall'alto verso il basso), così denominate secondo la classificazione AGI (1977):

- Unità litologica A1: sabbia con limo, con potenza fino a 1,40 m, in parte assente nell'area di studio;
- Unità litologica A2: ghiaia con sabbia, di potenza variabile tra 2,00 m e 4,00 m;
- Unità litologica A3: ghiaia sabbiosa con ciottoli, che costituisce il "substrato" rispetto alle indagini effettuate.

Cavidotto interrato

Il cavidotto interrato, di collegamento tra l'impianto agrivoltaico e la stazione di conversione MT/AT, attraversa i depositi di età quaternaria caratterizzanti l'area di studio, partendo dai depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie moreniche del pleistocene superiore per un tratto pari a circa 2.300 m. Successivamente, dopo aver attraversato i depositi glaciali e fluvio-glaciali dell'Unità di Sedena per circa 600 m e quelli di conoide antichi (olocene) per un tratto pari a 250 m, il percorso è localizzato principalmente in corrispondenza dei depositi più recenti dell'Unità di Solferino (Pleistocene superiore); principalmente sono interessati i depositi fluvioglaciali delle cerchie interne e secondariamente i depositi glaciali. **Si specifica che il cavidotto sarà realizzato in corrispondenza di viabilità già esistente.**



LEGENDA

UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE

r Materiali di riporto

UNITA' POSTGLACIALE

ds Depositi di spiaggia recenti e attuali (Olocene)

I2 Depositi lacustri (Olocene)
-depositi costieri lacustri ghiaioso sabbiosi
-depositi costieri lacustri limoso argillosi, a tratti torbosi

dc1 Depositi di conolde (Olocene)

dc2 Depositi di conolde antichi (Pleistocene)

t Depositi torbosi (Olocene)

COPERTURE QUATERNARIE

UNITA' DI SOLFERINO (Pleistocene superiore)

Us1f1 Depositi glaciali

Us1f2 Depositi glaciolacustri di depressione Intermorenica o di fronte glaciale

Us1f3 Depositi di contatto glaciale

Us1f4 Depositi fluvio-glaciali delle cerchie Interne

a) Depositi grossolani prevalentemente ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi

b) Depositi fini prevalentemente sabbioso limosi, limoso sabbiosi, limoso argillosi

Us1f5 Depositi fluvio-glaciali frontali alle cerchie Interne.

UNITA' DI SEDENA (Pleistocene medio-superiore)

Us1 Depositi glaciali

Us2 Depositi glaciolacustri di depressione Intermorenica o di fronte glaciale

Us3 Depositi fluvio-glaciali

Figura 4.6: stralcio da Tav.1 - "Carta geologica con elementi geomorfologici e strutturali" del PGT del Comune di Lonato del Garda. Il percorso del cavidotto è indicato in viola.

Stazione di trasformazione MT/AT

La stazione sarà realizzata presso i depositi glaciali delle cerchie interne (Unità di Solferino - Pleistocene superiore); si tratta di depositi morenici di cordone che risultano costituiti da diamicton massivi per lo più a supporto clastico ma talora a supporto di matrice, in cui possono risultare presenti anche grossi trovanti poligenici con dimensioni fino a vari m³. Dalla stratigrafia effettuata per la realizzazione di un pozzo denominato LO100 all'interno degli studi geologici del PGT del Comune di Lonato del Garda (localizzata presso la centrale Terna) è possibile osservare come, sotto un terreno agrario di spessore pari a circa 0,50 m, sia presente una successione di ghiaie fino a circa 11,00 m di profondità. Successivamente è possibile rinvenire alternanze tra strati di potenza plurimetrica di depositi fini e depositi grossolani ghiaiosi.

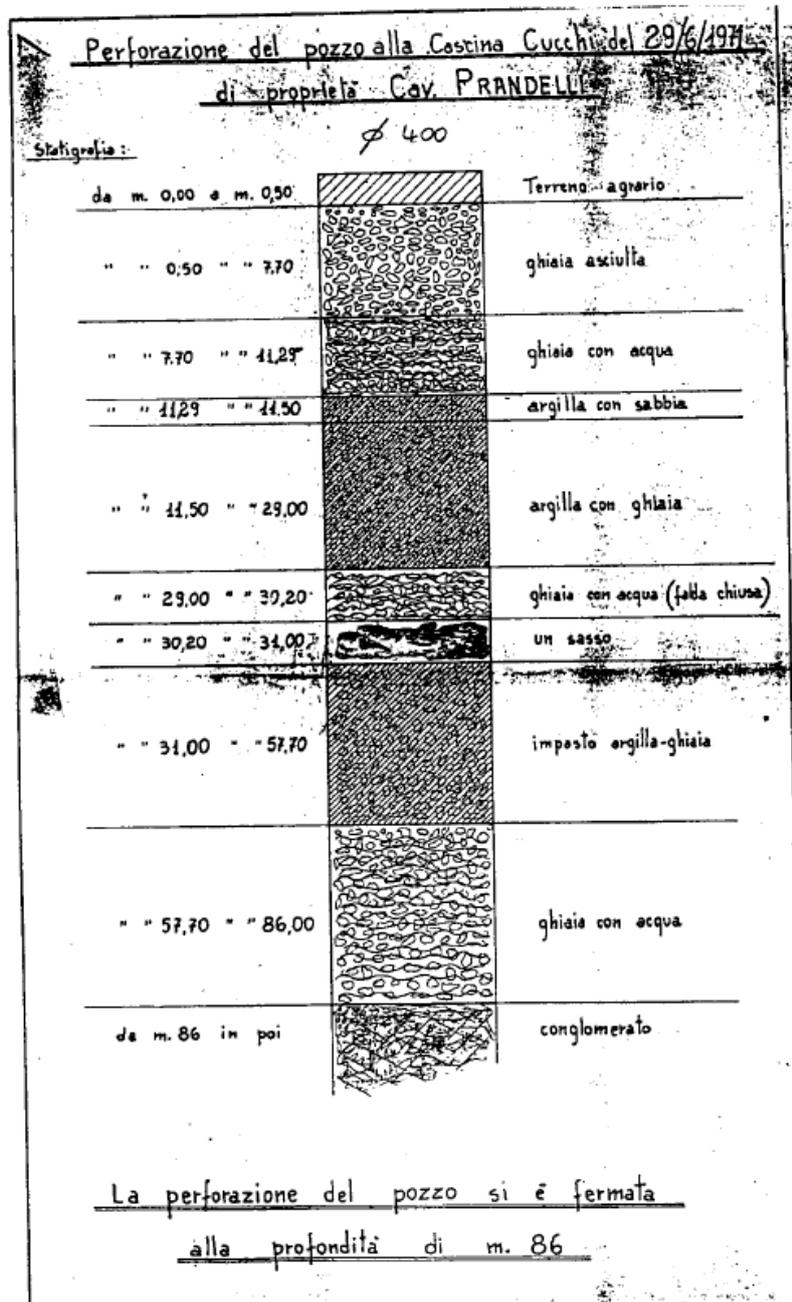


Figura 4.7: pozzo LO100 del PGT del Comune di Lonato del Garda. Per la sua localizzazione si rimanda alla Figura 4.10.

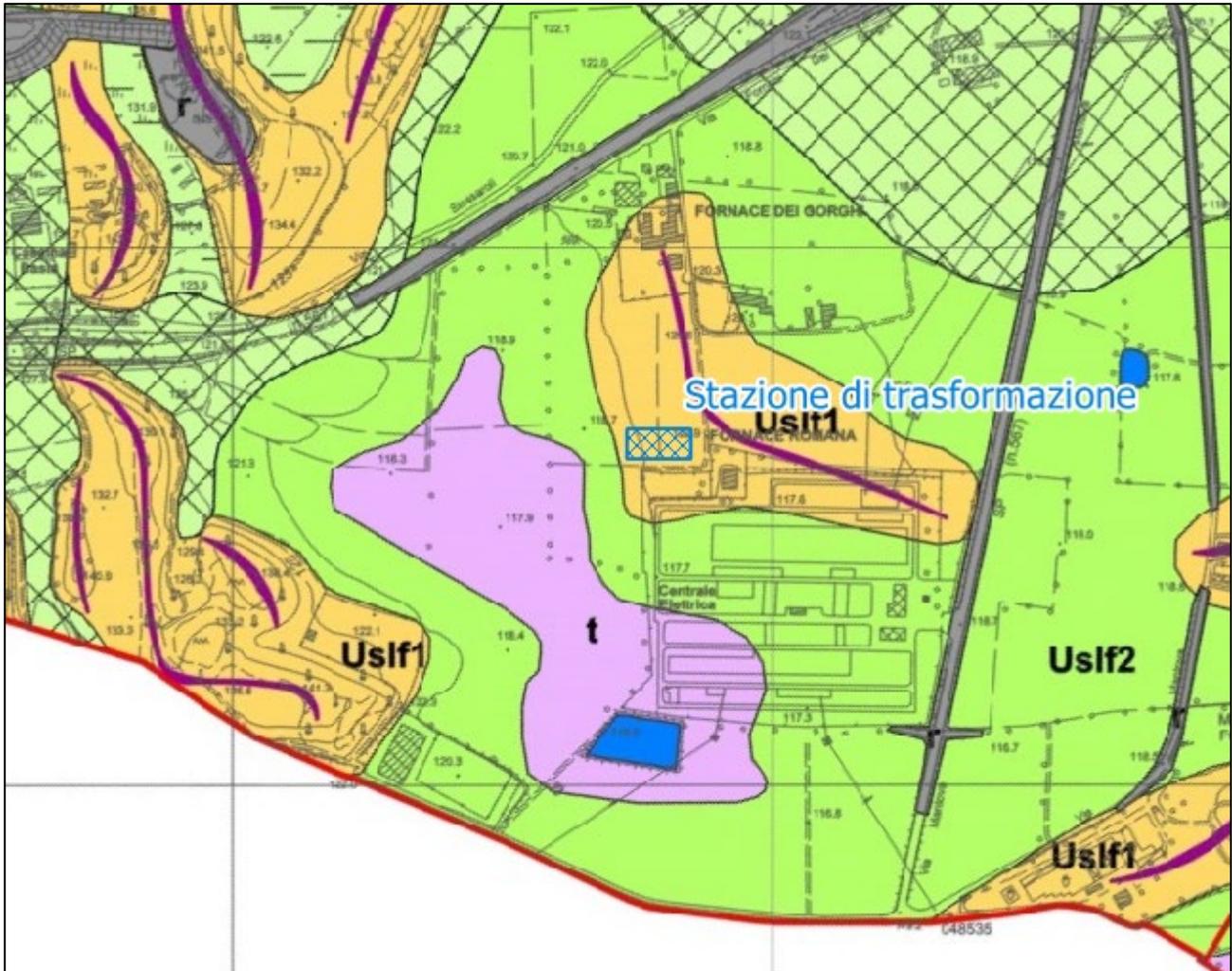


Figura 4.8: stralcio da Tav.1 - “Carta geologica con elementi geomorfologici e strutturali” del PGT del Comune di Lonato del Garda. L’area della stazione di trasformazione è indicata in blu. Per la legenda si rimanda alla Figura 4.6.

4.3 Caratteristiche idrogeologiche

Per poter definire le caratteristiche idrogeologiche dell’area di studio è necessario fare riferimento agli elaborati geologici in accompagnamento ai PGT dei comuni di Bedizzole e Lonato del Garda.

Impianto agrivoltaico

Presso l’area di realizzazione dell’impianto agrivoltaico è individuabile una falda freatica avente direzione di flusso diretta circa verso S, la cui superficie è individuata a circa 100 m s.l.m., seguita in profondità dalla presenza di un complesso multifalda all’interno delle alternanze tra depositi fini e grossolani. La soggiacenza della falda freatica presso l’area di studio risulta quindi pari a circa 40 m.

Cavidotto interrato

Nell’area di pertinenza dell’anfiteatro morenico, ove è localizzata gran parte del tracciato del cavidotto interrato, si può riconoscere una situazione molto complessa, articolata tra falde superficiali sospese (settori collinari) o,

<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 33</p>

più limitatamente, freatiche (settori pianeggianti). Più in profondità sono presenti falde confinate o semiconfinate circolanti in intervalli ghiaioso-sabbiosi, permeabili, intercalati entro la sequenza morenica ricca di frazione limoso-argillosa e quindi complessivamente poco permeabile. Tali falde risultano per lo più discontinue lateralmente in relazione alla variabilità litostratigrafica dei depositi morenici. Per tale ragione la ricostruzione delle linee isopiezometriche, cioè delle linee di uguale quota sul livello del mare della falda non risulta significativa per il territorio indicato, se non localmente.

Stazione MT/AT

Presso l'area della stazione la complessa struttura idrogeologica dell'area in esame, che comprende un ambito di cordone morenico ed uno di piana fluvioglaciale caratterizzati da acquiferi di tipologia ben distinta, comporta oggettive difficoltà nel fissare una direzione di flusso della falda costante nel tempo. Infatti, l'andamento delle precipitazioni meteoriche influenza in maniera variabile e talora contraddittoria gli innumerevoli fattori che interagiscono in relazione ai complessi rapporti intercorrenti tra le principali unità idrogeologiche. Sia i rilievi collinari che la piana interposta risultano orientati circa N-S. L'andamento delle linee isofreatiche segue quindi i contorni della valle interglaciale, con direzioni di flusso orientate verso il depocentro della piana ed un certo gradiente verso la sua terminazione meridionale, seguendo la debole immersione della piana ed in relazione alla presenza della Fossa Redone, elemento della rete idrografica che svolge un ruolo drenante rispetto alla falda freatica. Si segnala l'interazione tra le falde sospese circolanti entro i depositi morenici, per definizione discontinue, e la falda freatica, al contrario continua, che permea i depositi fluvioglaciali della piana. In periodi di abbondanti precipitazioni le falde sospese risultano ben alimentate e forniscono apporti significativi alla falda freatica, generando linee di flusso che nella fascia di transizione divengono più marcatamente dirette dal versante collinare verso il depocentro della piana. In concomitanza di periodi siccitosi le falde sospese provenienti dai versanti collinari tendono a diminuire talora drasticamente la loro produttività, alimentando in misura inferiore alla norma la falda freatica della piana, che tende contemporaneamente ad assumere i valori di massima soggiacenza. Inoltre, in periodi di massima soggiacenza della falda freatica si verifica una diminuzione del gradiente di flusso orientato verso S, in relazione ad una diminuzione dell'azione di drenaggio della rete idrica superficiale e ad un conseguente "effetto catino".

E' quindi possibile supporre la presenza, all'interno dei depositi ove verrà edificata la stazione, di una falda sospesa, anche a carattere stagionale, o freatica che potrebbe essere caratterizzata da bassa soggiacenza (anche inferiore al metro). Ciò può essere avvalorato dalla presenza di laghi di piccole dimensioni creatisi all'interno delle depressioni formate a seguito di attività di estrazione di inerti.

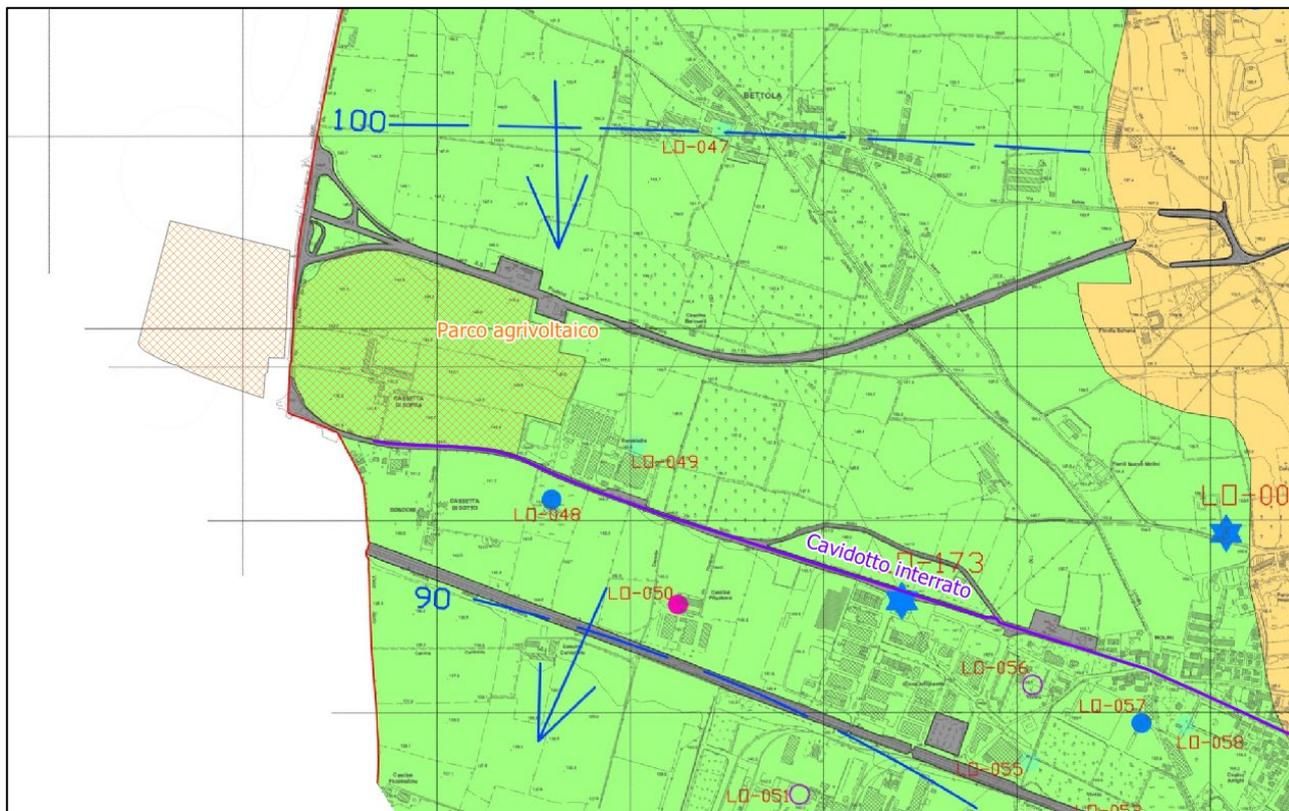


Figura 4.9: stralcio da "Carta d'inquadramento idrogeologico con ubicazione dei pozzi ed indicazione dei pozzi ed indicazione sulla profondità degli acquiferi emunti". Area impianto agrivoltaico.

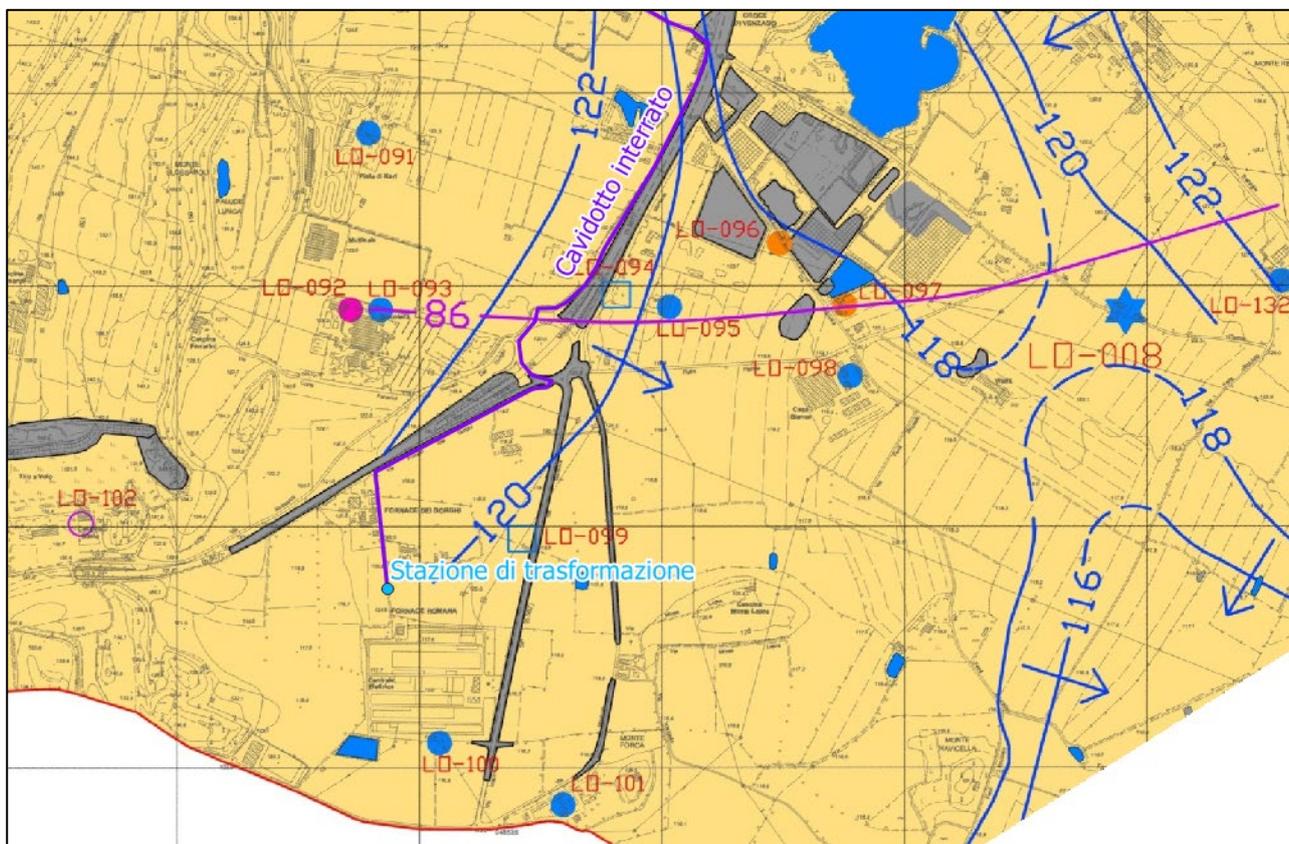


Figura 4.10: stralcio da "Carta d'inquadramento idrogeologico con ubicazione dei pozzi ed indicazione dei pozzi ed indicazione sulla profondità degli acquiferi emunti". Area stazione MT/AT.

	Superficiale	Sup / Media	Media	Media / Prof	Profonda	Superficie Media Profonda
Pozzi comunali	★	★	★	★	★	★
Pozzi Privati con stratigrafia	●	●	●	●	●	●
	○					
Sorgente	⬡					
Vasche e pozzi superficiali	□					

★ = doppia colonna

PIANA OCCIDENTALE

87 — — Linee isofreatiche (quota della falda superficiale espressa in m s.l.m. indicate in stratigrafia)

PIANA di CROCE DI VENZAGO - CAMPAGNOLI

120 — Linee isofreatiche (quota della falda superficiale espressa in m s.l.m. - marzo 2001)

87 — Linee isopiezometriche (quota della falda media espressa in m s.l.m. - marzo 2001)

 Direzione di deflusso della falda superficiale

 Direzione di deflusso della falda media

Figura 4.11: stralcio da "Carta d'inquadramento idrogeologico con ubicazione dei pozzi ed indicazione dei pozzi ed indicazione sulla profondità degli acquiferi emunti". Legenda.

4.4 Caratteristiche geomorfologiche

4.4.1 Vincolo idrogeologico

Il Regio Decreto n. 3267/1923 "Riordinamento e riforma in materia di boschi e terreni montani", tuttora in vigore, sottopone a "vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 (dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo), possono, con danno pubblico, subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque" (art. 1).

Lo scopo principale del vincolo idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di garantire che tutti gli interventi che vanno ad interagire con il territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 37

inneschino fenomeni erosivi, ecc., con possibilità di danno pubblico, specialmente nelle aree collinari e montane.

Il vincolo idrogeologico, dunque, concerne terreni di qualunque natura e destinazione ma è localizzato principalmente nelle zone montane e collinari e può riguardare aree boscate o non boscate. Occorre evidenziare al riguardo che il vincolo idrogeologico non coincide con quello boschivo o forestale, sempre disciplinato in origine dal R.D.L. n.3267/1923.

Il vincolo, in generale, non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma subordina gli interventi in queste aree all'ottenimento di una specifica autorizzazione (articolo 7 del R.D.L. n.3267/1923). Le Regioni, in virtù della competenza oggi attribuita dall'art.61, c.5 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., hanno disciplinato con legge la materia, regolando in particolare la competenza al rilascio della autorizzazione agli interventi da eseguire nelle zone soggette a vincolo, spesso delegandola a Province e/o Comuni in base all'entità delle opere.

Presso il Comune di Bedizzole non si riscontra presenza di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, che sono presenti invece nella parte settentrionale del Comune di Lonato del Garda (a N del concentrico); non si riscontra comunque interferenza tra le aree citate e le opere in progetto.

4.4.2 Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Lo stato attuale della pianificazione dell'Autorità di Bacino del Fiume Po comprende diversi strumenti distinguibili tra piani stralcio ordinari e piani straordinari.

I piani stralcio attualmente approvati, secondo le procedure previste dalla Legge 183 del 1989, sono i seguenti:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con DPCM 24 maggio 2001 e s.m.i.;
- Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF), approvato con DPCM 24 luglio 1998 e s.m.i.;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del delta del Fiume Po (PAI Delta), approvato con DPCM 13 novembre 2008.

I piani straordinari approvati con procedure straordinarie in base a leggi specifiche, sono:

- Piano Straordinario per le Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato (PS267), approvato con DCI n. 14 del 26 ottobre 1999 e s.m.i.;
- Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione (PS45), approvato con DCI n. 9 del 10 maggio 1995.

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico: esso coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari. Obiettivo prioritario del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico è quindi quello di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli, direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti ambientali ad esso connessi. Il PAI contiene la perimetrazione delle aree in dissesto, delle aree a rischio idraulico e idrogeologico e l'elenco dei comuni per classe di rischio. Inoltre, si configura come piano "cornice", che vede la sua attuazione nei Piani redatti dalle Amministrazioni locali (Piani territoriali, Strumenti urbanistici – PGT, Piani di settore) che, attraverso la verifica di compatibilità, ne realizzano un aggiornamento continuo. Pertanto, gli strumenti urbanistici e di area vasta vengono rivisti per verificarne la congruità rispetto ai problemi idrogeologici.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino idrografico del fiume Po (PSFF) è lo strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la

sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali. Esso contiene la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali dei corsi d'acqua principali, limitatamente ai tratti arginati a monte della confluenza in Po. Il PSFF è confluito nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI), nell'ambito dell'approvazione di quest'ultimo.

Il PAI Delta costituisce il terzo e conclusivo Piano stralcio ordinario del Piano di bacino per il settore relativo all'assetto idrogeologico, dopo il PAI e il PSFF. Rispetto al quadro degli obiettivi assunti nel bacino del Po, nel PAI Delta sono state inoltre individuate azioni specifiche per il territorio del Delta, in considerazione della compresenza di habitat naturali di particolare pregio, di un assetto idraulico totalmente artificiale, che determina per il territorio un livello di rischio idraulico residuale con connotazioni specifiche, e di una struttura sociale ed economica moderatamente dinamica.

Il Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS 267) si connota come strumento che affronta in via di urgenza le situazioni più critiche nel bacino idrografico, in funzione del rischio idrogeologico presente.

Il Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione (PS45) ha l'obiettivo di rispondere all'esigenza di stabilire condizioni di rischio idrogeologico compatibile almeno sulla parte del territorio del bacino che è stata colpita dall'evento alluvionale. Le aree di maggior interesse maggiormente colpite dall'alluvione corrispondono al bacino idrografico del fiume Tanaro e all'asta del fiume Po. Il PS45 si occupa inoltre di aree circoscritte con situazioni di elevata criticità e precedentemente già individuate nell'ambito dell'attività di pianificazione in corso, che richiedono interventi rilevanti a carattere strutturale per la difesa idraulica dei maggiori centri abitati della pianura oppure per la difesa sia di centri abitati che di infrastrutture.

Infine, in ottemperanza alla necessità di coordinamento tra il Piano di Gestione per il Rischio di Alluvione e gli strumenti di pianificazione di bacino sancita dal D.Lgs. 49/2010, con Deliberazione n. 5 del 7 dicembre 2016, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po (AdBPO) ha adottato in via definitiva la Variante alle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e del PAI Delta.

Dall'analisi della cartografia allegata al PAI, si evince che il sito di progetto non ricade nelle aree in dissesto idrogeologico né in quelle a rischio idrogeologico molto elevato. Non risulta inoltre interessare le fasce fluviali apposte ai fiumi.

4.4.3 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) è stato introdotto dalla Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 e s.m.i.. Per ciascun distretto idrografico il Piano focalizza l'attenzione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento pubblico in generale.

In dettaglio, il PGRA del Distretto Padano, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n.4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n.2 del 3 marzo 2016, è stato definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n.30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Le misure del Piano si concentrano su tre bersagli prioritari:

- migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte, utilizzando le migliori pratiche e le migliori e più efficaci tecnologie a disposizione;

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 39

- stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;
- favorire una tempestiva ricostruzione e valutazione post evento per trarre insegnamento dalle informazioni raccolte.

A supporto del processo di conoscenza del territorio e di definizione delle priorità di carattere tecnico, finanziario e politico riguardo alla gestione del rischio di alluvioni, a corredo del PGRA sono state predisposte le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni che riportano le potenziali conseguenze negative associate ai vari scenari di alluvione, comprese le informazioni sulle potenziali fonti di inquinamento ambientale a seguito di alluvioni, così come richiesto dalla Direttiva 2007/60/CE.

In particolare, le mappe di pericolosità evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari di bassa probabilità (P1 - alluvioni rare con T=500 anni), di media probabilità (P2- alluvioni poco frequenti T=100-200 anni) e alta probabilità (P3 - alluvioni frequenti T=20-50 anni), caratterizzandone l'intensità (estensione dell'inondazione, altezze idriche, velocità e portata). Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- reticolo idrografico principale (RP);
- reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM);
- reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP);
- aree costiere lacuali (ACL).

Le mappe contengono anche indicazione delle infrastrutture strategiche, dei beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nelle aree allagabili nonché degli impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale.

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, ecc.) e il corrispondente grado di rischio, distinto in 4 classi: R1-Rischio moderato o nullo, R2-Rischio medio, R3-Rischio elevato, R4-Rischio molto elevato.

Le principali fonti di dati per la creazione delle mappe di pericolosità e rischio del PRGA sono rappresentate, per la pericolosità, da studi di adeguamento al PAI degli strumenti di pianificazione locale (PRG, PTCP), e, ai fini dell'individuazione degli elementi esposti al rischio, dalle carte di uso del suolo e banche dati regionali.

È possibile osservare come l'area interessata dal progetto in esame interferisca con aree classificate a pericolosità P3/H legate all'attività del RSP, caratterizzate da alta frequenza ma tiranti e velocità esigui. Per esse sono da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica; per il superamento delle possibili limitazioni all'utilizzo previste per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso possono rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

- di subordinare gli eventuali interventi edilizi alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, che l'Amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio. Tale studio è finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza);
- di garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;
- di vietare la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;
- nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio compatibilità idraulica, di vietare un uso che preveda la presenza continuativa di persone;
- di progettare e realizzare le trasformazioni consentite con modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica;
- di progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

Si rimanda pertanto all'elaborato "02_R02_Relazione idraulica" per ulteriori approfondimenti, specificando infatti che la fattibilità dell'intervento è condizionata dal rispetto del principio di invarianza idraulica e dalla progettazione compatibile con la sommersione periodica e sviluppata in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, non generando aggravio per le condizioni di pericolosità e rischio delle aree circostanti.

4.4.4 Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI)

Il Progetto IFFI, finanziato nel 1997 dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo ex Legge 183/89 con 4,1 milioni di Euro, è nato con lo scopo di fornire un quadro completo della distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale. Costituisce, nell'ambito della raccolta e standardizzazione dei dati geologici e geotematici, una delle attività strategiche del Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia dell'APAT, insieme alla Cartografia Geologica d'Italia a scala 1:50.000 (CARG) e al Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo (ReNDiS).

Nell'attuazione del Progetto IFFI sono coinvolte, oltre al Dipartimento Difesa del Suolo che ha una funzione di indirizzo e coordinamento delle attività, le Regioni e le Province Autonome con il ruolo di raccolta e archiviazione dei fenomeni franosi. La collaborazione tra il Dipartimento e le strutture regionali è risultata vincente per diversi aspetti. E' stata creata infatti una rete nazionale di condivisione e scambio di informazioni, metodologie e procedure. Sono stati inoltre costituiti gruppi di lavoro regionali specializzati nell'analisi del dissesto da frana e nell'informatizzazione, che hanno raggiunto una conoscenza dettagliata del proprio territorio operando a stretto contatto con le amministrazioni locali.

L'Inventario dei Fenomeni Franosi della Lombardia deriva da una raccolta di dati, studi, analisi e ricerche che Regione Lombardia conduce da diversi anni avvalendosi dell'esperienza di Università ed Enti di ricerca. I dati, per la regione, sono aggiornati all'anno 2014.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 42

Dall'analisi del Servizio di cartografia online del progetto (<https://idrogeo.isprambiente.it/app/>), è possibile osservare come nei comuni di Bedizzole e Lonato del Garda non siano stati censiti fenomeni di dissesto.

4.4.5 Pianificazione Comunale – Lonato del Garda

Il Comune di Lonato del Garda è dotato di Piano di Governo del Territorio approvato ai sensi di quanto previsto dalla Legge Regionale 11.03.2005, n.12, entrato in vigore in data 11.08.2010 (B.U.R.L. n. 32 - Serie inserzioni e concorsi, in data 11/08/2010);

Tra gli elaborati geologici d'accompagnamento al PGT, la “Carta dei Vincoli Geologici” (Doc. di Piano SG Tav.11), la “Carta di Fattibilità per l'applicazione delle Norme Geologiche di Piano” (Doc. di Piano SG Tav. 13) e le relative normative (Doc. di Piano SG Tav. 13) rappresentano il risultato conclusivo dello studio in oggetto, con indicazione delle limitazioni d'uso di tipo geologico rispetto alla fattibilità degli interventi previsti sul territorio comunale.

Con riferimento ai criteri descritti nelle Deliberazioni della Giunta Regionale n°9/2616 del 2011 e n°10/6738/2017, in applicazione della L.R.12 del 11/03/2005, il territorio in esame è stato suddiviso in classi di fattibilità geologica.

Le classi vengono distinte in sottoclassi in funzione di diversi fattori e problematiche che interessano il territorio o dei vincoli esistenti, che vengono di seguito elencati:

- instabilità di versanti;
- rischio idraulico e processi erosivi derivanti dalla rete idrografica;
- acclività dei versanti;
- terreni con caratteristiche geotecniche scadenti/mediocri;
- aree di vulnerabilità idrogeologica;
- aree con valenza morfologico-paesaggistica.

Impianto agrivoltaico

Dal punto di vista vincolistico, il PGT individua presso l'area di studio la presenza dei seguenti vincoli:

- fascia di competenza del Consorzio Bonifiche Chiese;
- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti.

Si specifica a tal proposito che, presso le fasce sopra citate, non verranno realizzate opere edili, mentre riguardo l'interferenza con le aree definite dal PGRA si rimanda al paragrafo 4.4.3 per ulteriori approfondimenti.

Dal punto di vista della fattibilità l'impianto agrivoltaico verrà localizzato in un'area in “*classe 1 - Aree prevalentemente pianeggianti o a debole pendenza con caratteristiche geotecniche dei terreni da buone a mediocri*”. In questa classe ricadono le aree per le quali non esistono limitazioni di carattere geomorfologico (aree subpianeggianti, poco inclinate, ecc.) idrogeologico (assenza di acquiferi ad elevata vulnerabilità), o geotecnico (terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche non scadenti) per l'urbanizzazione o la modifica della destinazione d'uso. Si raccomanda che anche in questa classe che gli interventi siano corredati da una relazione geologica eseguita ai sensi del D.M.LL.PP. 17/01/2018 e basata su adeguate indagini geognostiche di dettaglio mediante prove in situ (sondaggi, prove penetrometriche, indagini sismostratigrafiche, ecc.) e/o in laboratorio su campioni di terreno. Lo studio geologico dovrà valutare la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area. Si

dovrà sempre verificare la presenza in superficie di eventuali unità geotecniche scadenti o materiali di riporto e dovranno eventualmente essere attuati idonei approcci progettuali.

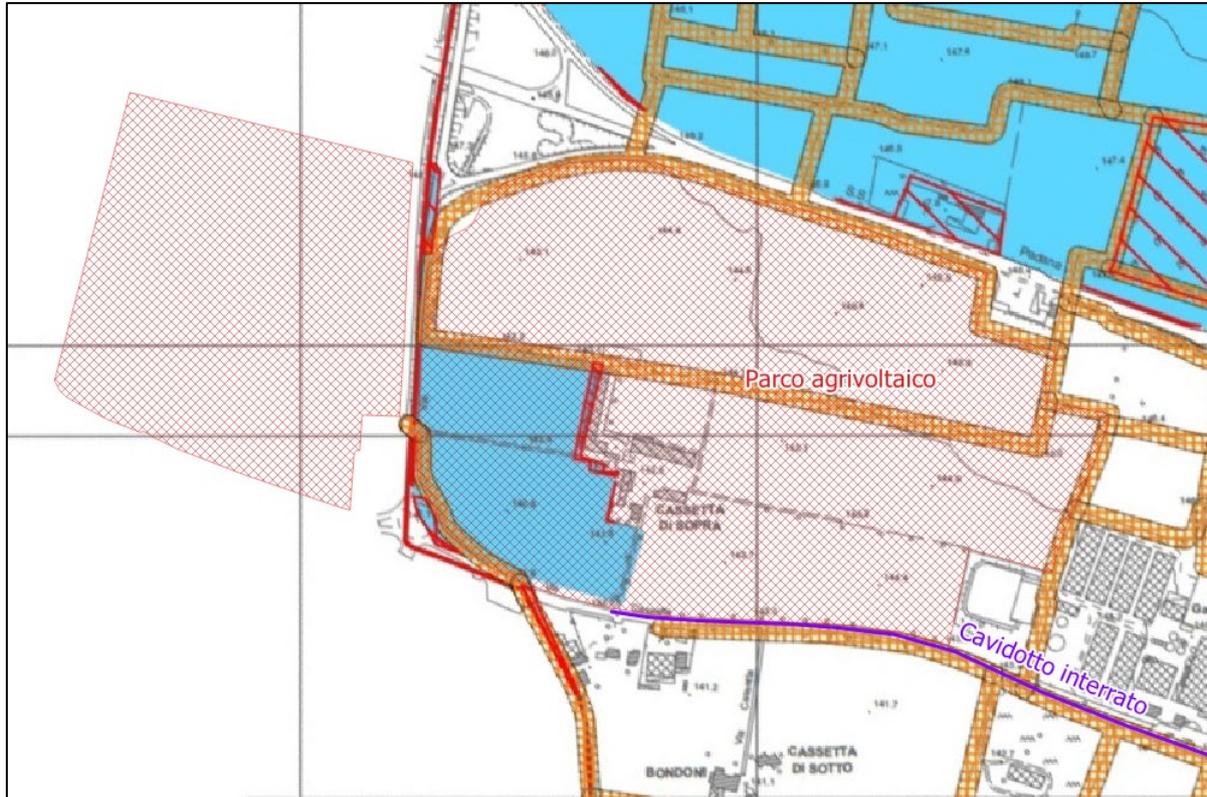


Figura 4.13: stralcio da "Carta dei vincoli geologici". Area agrivoltaica. Per la consultazione della legenda si rimanda alla Figura 4.16.

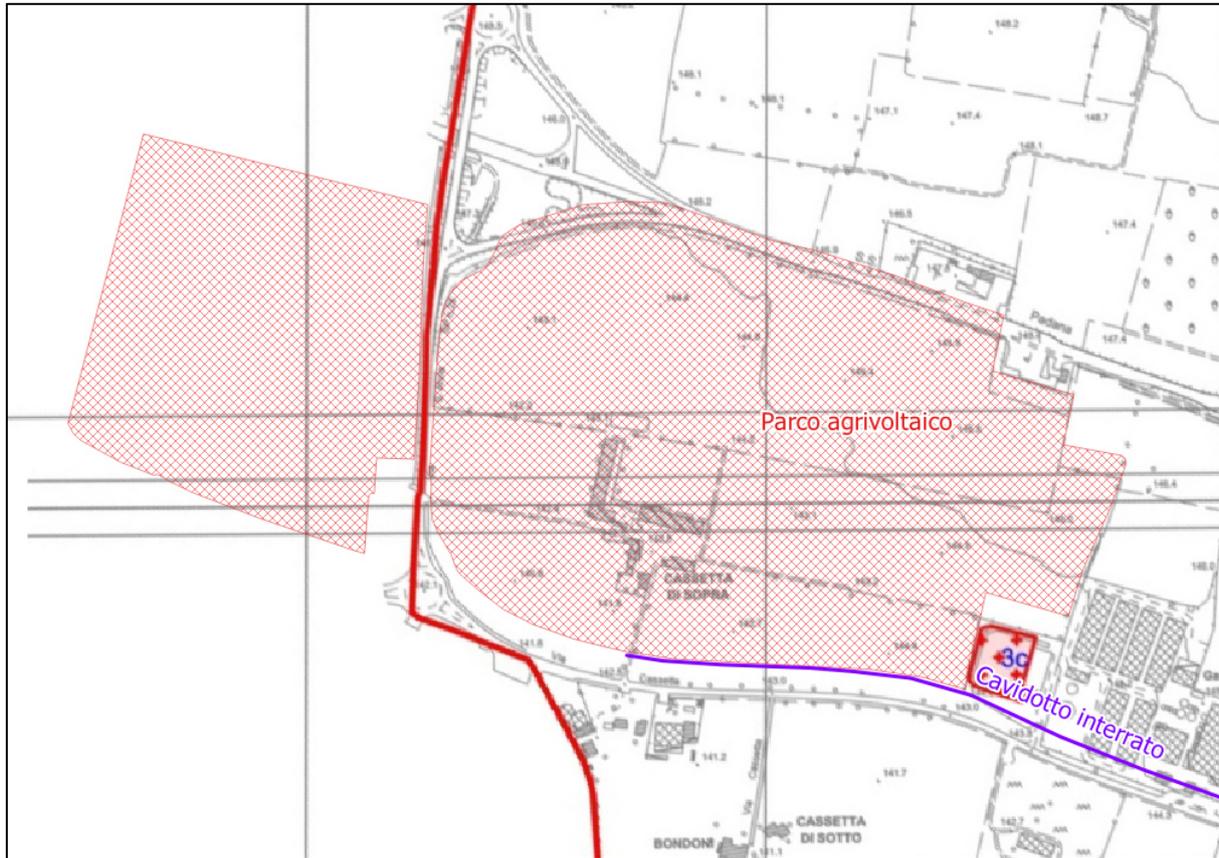


Figura 4.14: stralcio da "Carta di fattibilità per l'applicazione delle Norme geologiche di piano". Area agrivoltaico. Per la consultazione della legenda si rimanda alla Figura 4.18.

Cavidotto interrato

Il tracciato del cavidotto interrato interferisce le seguenti aree sottoposte a vincolo:

- aree soggette a vincoli di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (PGRA);
- fascia di competenza del Consorzio di Bonifica Chiese.
- fascia a medio grado di tutela del reticolo idrico minore di competenza comunale.

Riguardo l'interferenza con i vincoli di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile, correlabili ad una classe di fattibilità 3, le attività vietate sono elencate al comma 4 dell'art. 94 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.. Più precisamente il cavidotto interferisce con la zona di rispetto (e non con la zona di tutela assoluta), per la quale sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo:

- "a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;

<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 45</p>

- *d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade.*
- *e) aree cimiteriali;*
- *f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- *g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
- *h) gestione di rifiuti;*
- *i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- *l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- *m) pozzi perdenti;*
- *n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta”.*

Non si riscontrano pertanto vincoli ostativi per il progetto esaminato.

Le fasce di competenza del Reticolo Consortile di Bonifica (RIB) non istituiscono invece una tutela “tutela s.s.”, ma attribuiscono la “competenza ai Consorzi di Bonifica Chiese e Garda-Chiese (inseriti nell’allegato C della D.G.R. 10/7581/2017) e demandano alle specifiche normative di riferimento per i consorzi di Bonifica (Regolamenti dei Consorzi di Bonifica e R.R. 3/2010 e s.m.i.) le attività vietate e/o soggette ad autorizzazione. Dalla consultazione del “Regolamento consortile di polizia idraulica”, l’intervento in progetto non risulta essere compreso tra le attività vietate. Come indicato al punto 4.3 sono ammesse la realizzazione di attraversamenti con infrastrutture ed impianti, il loro parallelismo o la posa in subalveo in caso di comprovata necessità e impossibilità di diversa localizzazione, purché non lesive del valore della rete consortile. Le attività di terzi sulla Rete Consortile sono soggette ad atto di assenso da parte del Consorzio.

La fascia a medio grado di tutela del reticolo idrico minore di competenza comunale è caratterizzata invece da tale “medio grado” determinato dal ruolo di naturale zona di espansione delle acque durante eventi esondativi, nonché dalla possibilità che l’instaurarsi di fenomeni erosivi lungo le sponde e l’alveo del corso d’acqua provochino situazioni di rischio. Inoltre, la fascia a medio grado di tutela consente di lasciare lungo il reticolo idrico uno spazio con significato ambientale e paesaggistico in accordo con l’obiettivo del PAI di assicurare il progressivo miglioramento non solo delle condizioni di sicurezza ma anche della qualità ambientale e paesaggistica del territorio. Riguardo le infrastrutture a rete, in queste aree è vietato il posizionamento longitudinale in alveo infrastrutture a rete in genere, che riducano la sezione del corso d’acqua. Si evidenzia, per l’opera in progetto, sostanziale coerenza con le attività vietate al Titolo IV (artt. 6, 7, 8 e 9) del “Documento di polizia idraulica – Elaborato tecnico-Elaborato normativo illustrativo” per il Comune in esame.

Dal punto di vista della fattibilità, il percorso interessa:

- aree in classe 1 – fattibilità senza particolari limitazioni;
- aree in classe 2 – fattibilità con modeste limitazioni
 - ✓ 2a – area ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda non sfruttata ad uso idropotabile);
 - ✓ 2c – aree di elevato interesse morfologico paesaggistico (peraltro in parte già rientranti in zone a vincolo ambientale ed idrogeologico);

- ✓ 2d – area con versanti da debolmente a mediamente inclinati (inclinazione compresa tra 5° e 20°).

Per le aree in classe 1 si rimanda alle prescrizioni elencate per l'area dell'impianto agrivoltaico, mentre per le aree in classe 2 sono da considerare le prescrizioni di cui all'art.3 delle "Norme geologiche di Piano", per le quali in questa classe sono comprese zone con modeste limitazioni alla modifica della destinazione d'uso dei terreni ed all'utilizzo a scopi edificatori, che possono essere superate mediante approfondimenti d'indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Presso le aree 2a sono consentite tutte le tipologie di intervento. La loro realizzazione è in ogni caso subordinata ad uno studio idrogeologico che accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee, valutando il possibile impatto sulle acque sotterranee, e che preveda, se necessario, l'adozione di accorgimenti in grado di tutelare la falda acquifera e di sistemi di controllo

Nelle aree 2c si riconoscono limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso legate al valore morfologico-paesaggistico e naturalistico di queste aree. Sono consentite tutte le tipologie d'intervento. Si raccomanda particolare attenzione alla regimazione delle acque superficiali ed alla modifica dello stato dei luoghi. Si raccomanda, a tal fine, di non modificare il naturale scorrimento delle acque meteoriche e di ridurre al minimo gli sbancamenti ed i riporti di materiali, al fine di non alterare l'equilibrio naturale dei pendii. L'impermeabilizzazione delle superfici sarà consentita solo laddove strettamente.

Per la sottoclasse 2d sono consentiti gli interventi di viabilità pubblica e privata, opere di urbanizzazione, interventi di ricostruzione, interventi di ampliamento in elevazione e in planimetria, nuovi interventi edificatori, attività produttive. La loro realizzazione è subordinata alla predisposizione di una relazione geologica eseguita ai sensi del D.M.LL.PP. 17/01/2018, supportata da indagini geognostiche mediante prove in situ (sondaggi, prove penetrometriche, indagini sismostratigrafiche, ecc.) e/o in laboratorio su campioni di terreno. Lo studio geologico dovrà valutare la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, con particolare attenzione alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione ed alla verifica della stabilità dei versanti. Dovranno essere valutate attentamente le modalità realizzative per qualsiasi tipo d'intervento ed in particolare per quelli che prevedano l'esecuzione di operazione di scavo o interventi di riprofilatura dei versanti, predisponendo all'occorrenza opere di contenimento preventivo dei fronti di scavo e/o di consolidamento del pendio.

Date le caratteristiche dell'opera (un cavidotto interrato posato a meno di un metro di profondità) e la sua localizzazione (presso la sede stradale già presente) non si ritiene che tali vincoli e prescrizioni possano precludere la sua realizzazione.

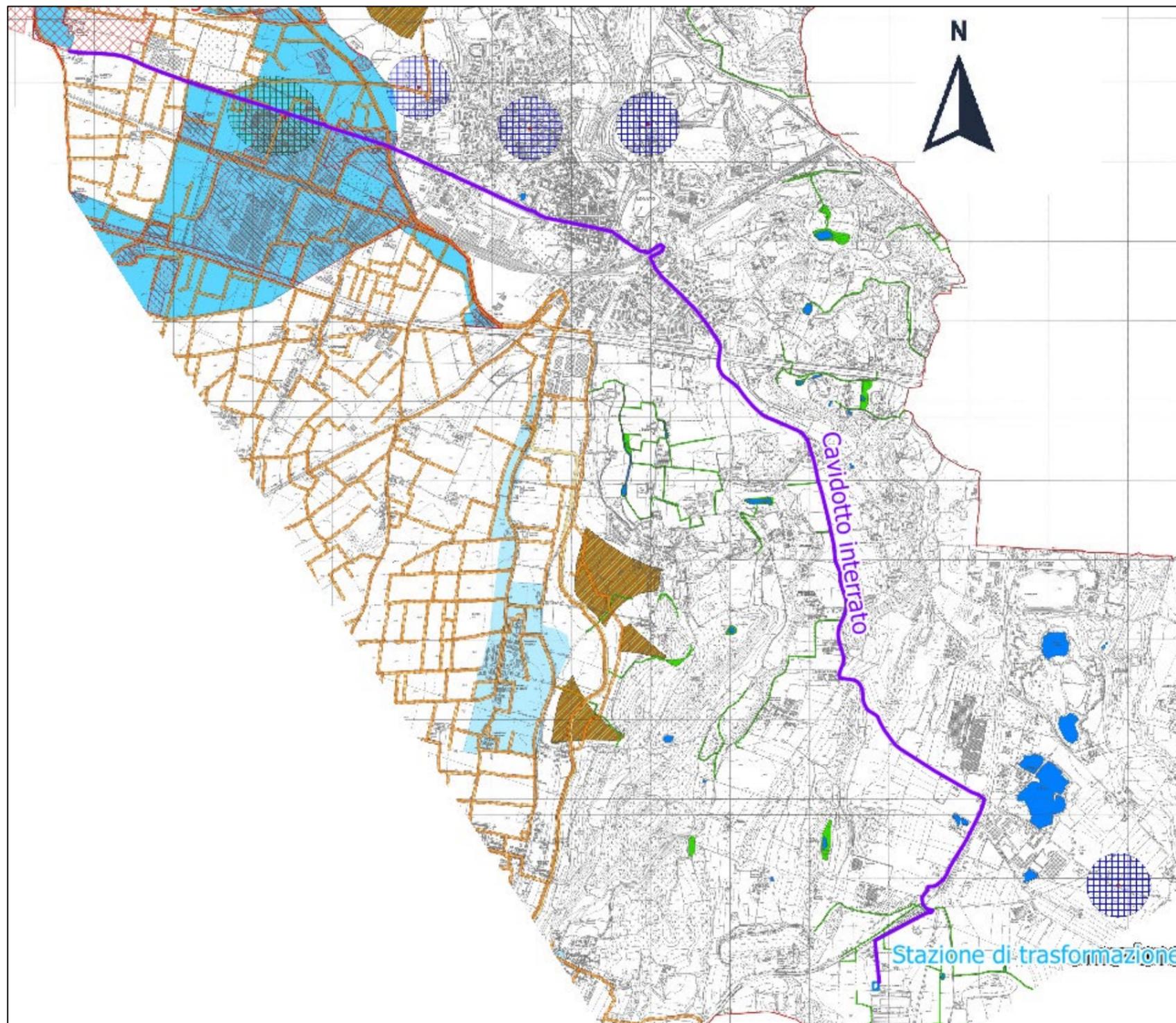


Figura 4.15: stralcio da "Carta dei vincoli geologici". Percorso cavidotto interrato. Per la consultazione della legenda si rimanda alla Figura 4.16.

LEGENDA

AMBITI SOGGETTI A VINCOLI NORMATIVI DI CARATTERE GEOLOGICO, AI SENSI DELLA D.G.R. 8/7374 DEL 28/05/2008

AREE SOGGETTE A VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89

Quadro del dissesto proposto in aggiornamento al vigente, (procedura "in itinere"), come riportato nella Carta del Dissesto con legenda uniformata PAI

 Area di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (Cn) (Pericolosità media o moderata)

AREE SOGGETTE A VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE (D.G.R. X/7581/2017 All. A)

 Fascia ad alto grado di tutela del reticolo idrico principale di competenza regionale. (pari ad almeno 10 m da ciascun lato del corpo idrico) Rif. Doc. di Piano RIM DPI (EN-ET) - Artt. 1-4

RETICOLO IDROGRAFICO DI COMPETENZA CONSORTILE (D.G.R. X/7581/2017 All. C)

 Fascia di competenza del Consorzio di Bonifica Chiese. (pari a 10 m da ciascun lato del corpo idrico) Rif. Doc. di Piano RIM DPI (EN-ET) - Artt. 3-4

 Fascia di competenza del Consorzio di Bonifica Garda Chiese. (pari a 10 m da ciascun lato del corpo idrico) Rif. Doc. di Piano RIM DPI (EN-ET) - Artt. 3-4

RETICOLO IDROGRAFICO MINORE DI COMPETENZA COMUNALE (D.G.R. X/7581/2017 All. D)

 Fascia ad alto grado di tutela del reticolo idrico minore di competenza comunale. (pari ad almeno 10 m da ciascun lato del corpo idrico) Rif. Doc. di Piano RIM DPI (EN-ET) - Artt. 1-4

 Fascia a medio grado di tutela del reticolo idrico minore di competenza comunale. (pari ad almeno 4 m da ciascun lato del corpo idrico) Rif. Doc. di Piano RIM DPI (EN-ET) - Artt. 2-4

AREE SOGGETTE A VINCOLI DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Aree di salvaguardia dei pozzi comunali di Lonato d/G e del pozzo Drugolo

 Zona di tutela assoluta.

 Zona di rispetto. (criterio geometrico)

 Zona di rispetto. (criterio temporale)

 Zona di tutela assoluta coincidente Zona di rispetto. (criterio idrogeologico - Pozzo Centenaro LO-009)

 Laghetti

 Confine Comunale

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) APPROVATO CON D.P.C.M. 27/10/2016

Ambito territoriale RSP

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (Aree P3/H)

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (Aree P2/M)

 Aree classificate a rischio elevato R3 su RSP all'interno delle quali il Comune è tenuto ad effettuare una valutazione dettagliata della pericolosità e del rischio locale (§. 3.3.4 della D.G.R. n. X/6738/2017).

Ambito territoriale RSCM

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (Aree P1/L)

Ambito territoriale ACL

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (Aree P3/H)

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (Aree P2/M)

 Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (Aree P1/L)

Figura 4.16: stralcio da "Carta dei vincoli geologici". Legenda.

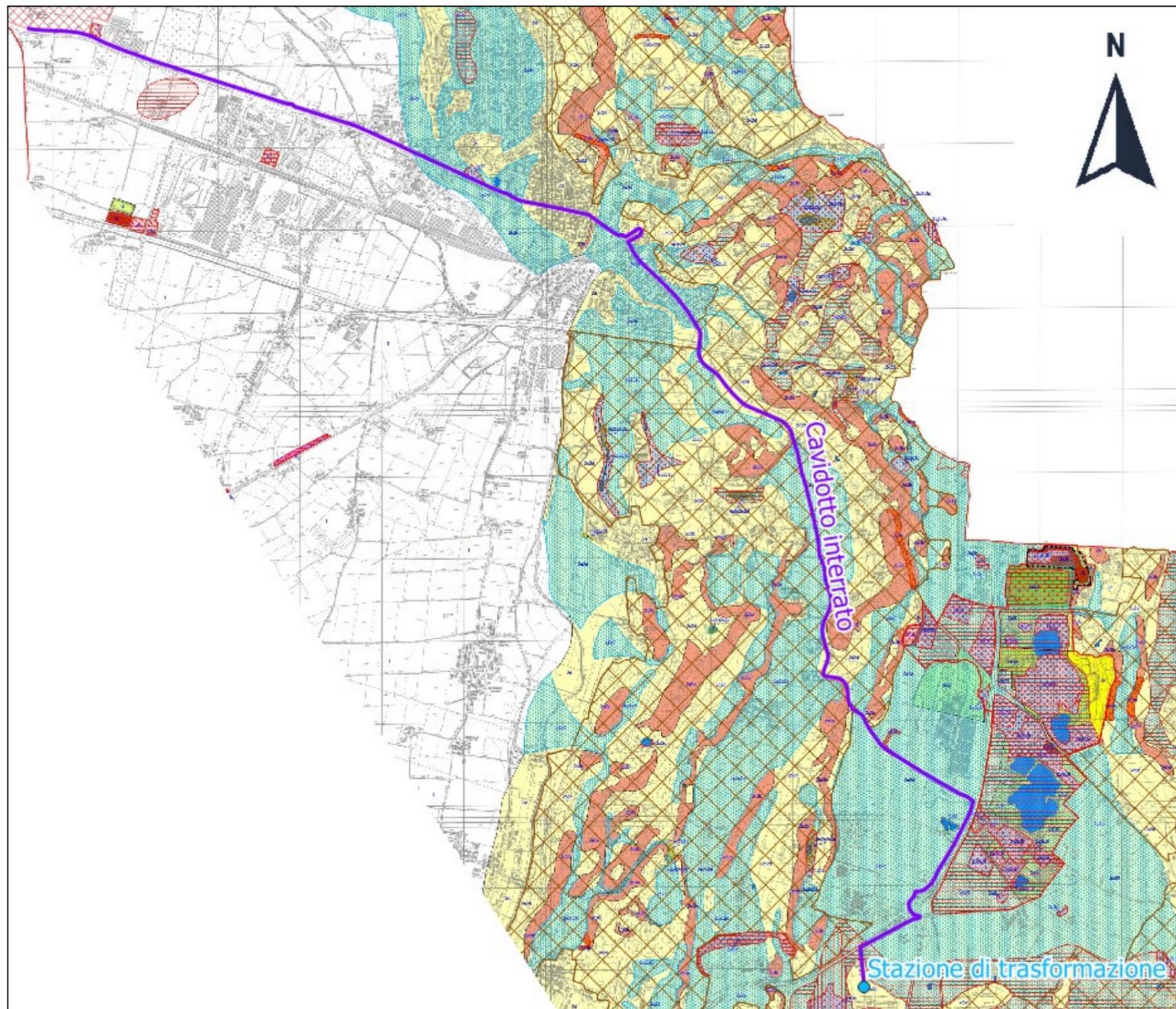


Figura 4.17: stralcio da "Carta di fattibilità per l'applicazione delle Norme geologiche di piano". Cavidotto interrato. Per la consultazione della legenda si rimanda alla Figura 4.18.

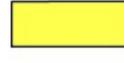
LEGENDA

TITOLO II - NORME GEOLOGICHE DI PIANO CORRELATE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI - ART. 1

 4a - Aree umide

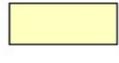
CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI - ART. 2

-  3a - Area interessata da diffusi fenomeni di intensa erosione e/o di instabilità superficiale e/o fronti di scavo subverticali abbandonati.
-  3b - Area con versanti acclivi (inclinazione prevalentemente maggiore di 20°)
-  3c* - Area con terreni aventi caratteristiche geotecniche scadenti
-  3d - Area di ex discarica non controllata (rifiuti, rifiuti inerti e speciali derubricati inerti, R.S.U.)
-  3e* - Piano Cave Provinciale: "Cava di recupero Rg7"
-  3f* - Area di cava dismessa
Ex Area di recupero n° 2 ed ex Area di coltivazione CR31 del Piano Cave Provinciale"
-  3f₁* - Area di discarica controllata
-  3g - Area con possibile presenza di rifiuti interrati

*** Nota:** Qualora la Classe 3c risulti sovrapposta alle Classi 3e-3f-3f₁ è stata individuata in carta mediante la colorazione della Classe 3c ed è stata identificata mediante sigla comprendente tutte le classi presenti.

Figura 4.18: Figura 4.17: stralcio da "Carta di fattibilità per l'applicazione delle Norme geologiche di piano". Legenda

CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI - ART. 3

-  2a - Area ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda non sfruttata ad uso idropotabile)
-  2b - Area allagata per difficoltà di smaltimento delle acque di pioggia
-  2c - Aree di elevato interesse morfologico paesaggistico (peraltro in parte già rientranti in zone a vincolo ambientale ed idrogeologico):
- Ambito delle colline moreniche maggiormente articolate, a morfologia ondulata con ripiani subpianeggianti; alternanza di zone boscate, oliveti, vigneti e prati permanenti.
- Fascia perilacustre.
-  2d - Area con versanti da debolmente a mediamente inclinati (inclinazione compresa tra 5° e 20°).

CLASSE 1 - FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI - ART. 4

 1 - Area prevalentemente pianeggiante o a debole pendenza con caratteristiche geotecniche dei terreni da buone a mediocri

TITOLO III - NORME GEOLOGICHE DI PIANO CORRELATE AL RISCHIO SISMICO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL)

-  ART. 9: Aree con obbligo di approfondimento di 3° livello (D.G.R. 9/2616/2011) Scenari PSL Z1c-Z2a-Z2b
-  ART. 10: Obbligo di applicazione della procedura di 2° livello (D.G.R. 9/2616/2011) "Site-Specifica" per la definizione della categoria di sottosuolo di progetto ovvero Obbligo di approfondimento di 3° livello Scenari PSL Z4a-Z4b-Z4c con valori locali di Fa di sito (FAC) > Fa di soglia (FAS) - per edifici con periodo 0,1s-0,5s
-  FAC > FAS: per Categoria di Sottosuolo "B"
-  FAC > FAS: per Categoria di Sottosuolo "B" - "C"
-  ART. 11: Aree con obbligo di applicazione della normativa sismica nazionale Scenari PSL Z3a-Z3b con valori di Fa di sito (FAC) > di Fa di soglia (FAS) Scenari PSL Z4a-Z4b-Z4c con valori di Fa di sito (FAC) < di Fa di soglia (FAS)

 ART. 12: Ambito oggetto di attività di cava Entro tale perimetro si rende necessario approfondire nel dettaglio il riconoscimento di eventuali scenari di pericolosità sismica, con applicazione di analisi di 2° livello ai sensi dell'Art. 5 della D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008.

 Confine Comunale  Laghetto

"Si raccomanda la consultazione obbligatoria della Carta dei Vincoli (SG Tav.11) per la verifica della presenza di Vincoli Normativi di carattere Geologico ai quali è associata specifica normativa (Titolo II delle NGP) e norme generali di fattibilità (Titolo I delle NGP)".

Stazione MT/AT

La stazione MT/AT è localizzata in un'area in "Classe di fattibilità 2 con modeste limitazioni – d) Area con versanti da debolmente a mediamente inclinati (inclinazione compresa tra 5° e 20°)". Si rimanda alle indicazioni riportate per sopra per la realizzazione del cavidotto interrato per la specificazione delle prescrizioni per queste aree.

Si evidenzia inoltre l'assenza di vincolistica di tipo geologico interferente con l'area analizzata.



Figura 4.19: stralcio da "Carta dei vincoli geologici". Area stazione MT/AT. Per la consultazione della legenda si rimanda alla Figura 4.16

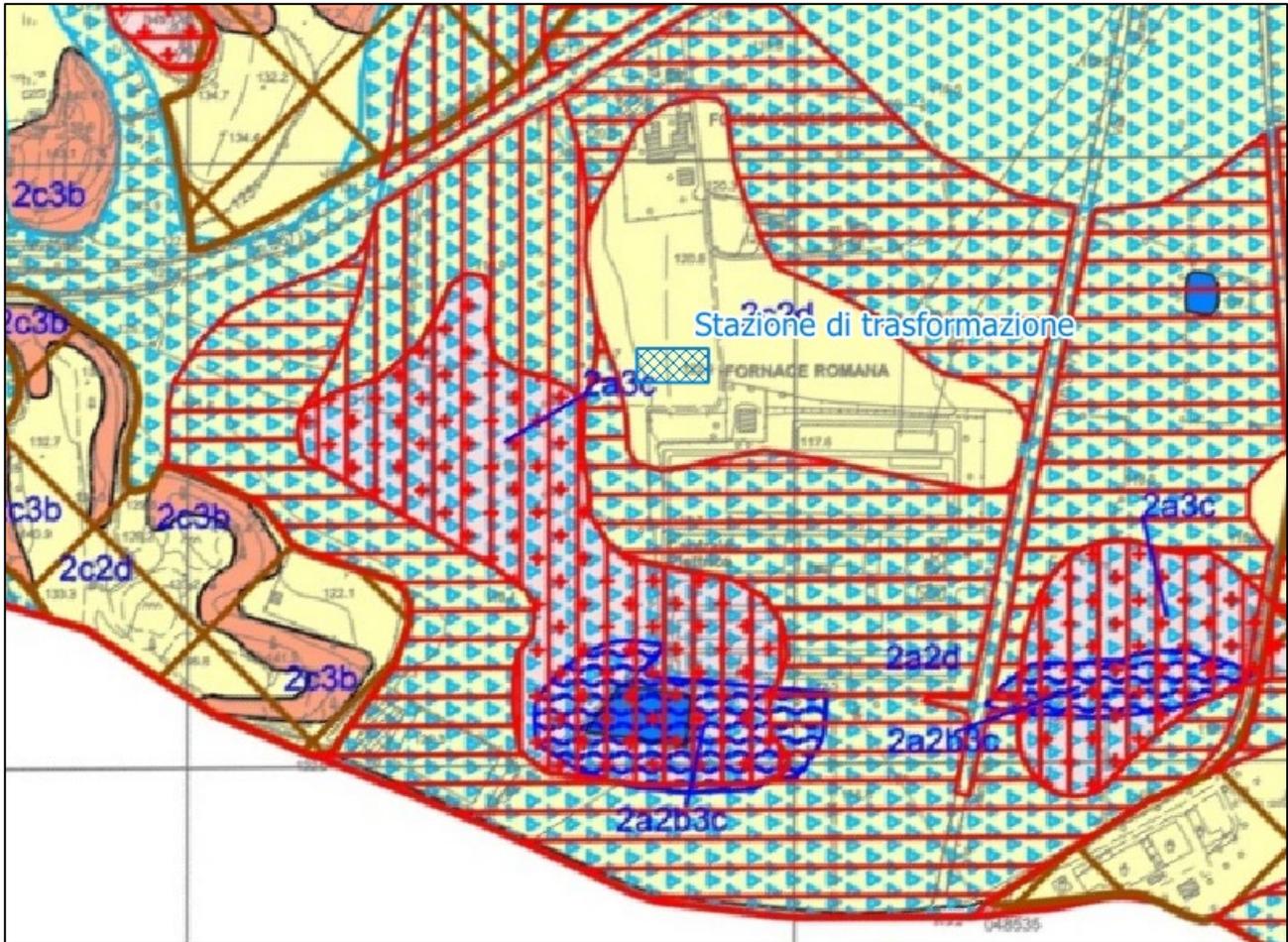


Figura 4.20: stralcio da "Carta di fattibilità per l'applicazione delle Norme geologiche di piano". Area stazione MT/AT. Per la consultazione della legenda si rimanda alla Figura 4.18.

4.4.6 Pianificazione Comunale – Bedizzole

Il vigente Piano di Governo del Territorio del Comune di Bedizzole è stato approvato con D.C.C. n.32 del 16/07/2010 (BURL n.52 del 29/12/2010). Tra i suoi elaborati sono importanti per la presente analisi quelli relativi alla componente geologica, idrogeologica e sismica.

Dall'analisi dell'elaborato n.6 "Carta dei vincoli (Tavola sud)", l'area di progetto è adiacente, ma non interessa, un'area sottoposta a vincoli di polizia idraulica.

<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 53</p>

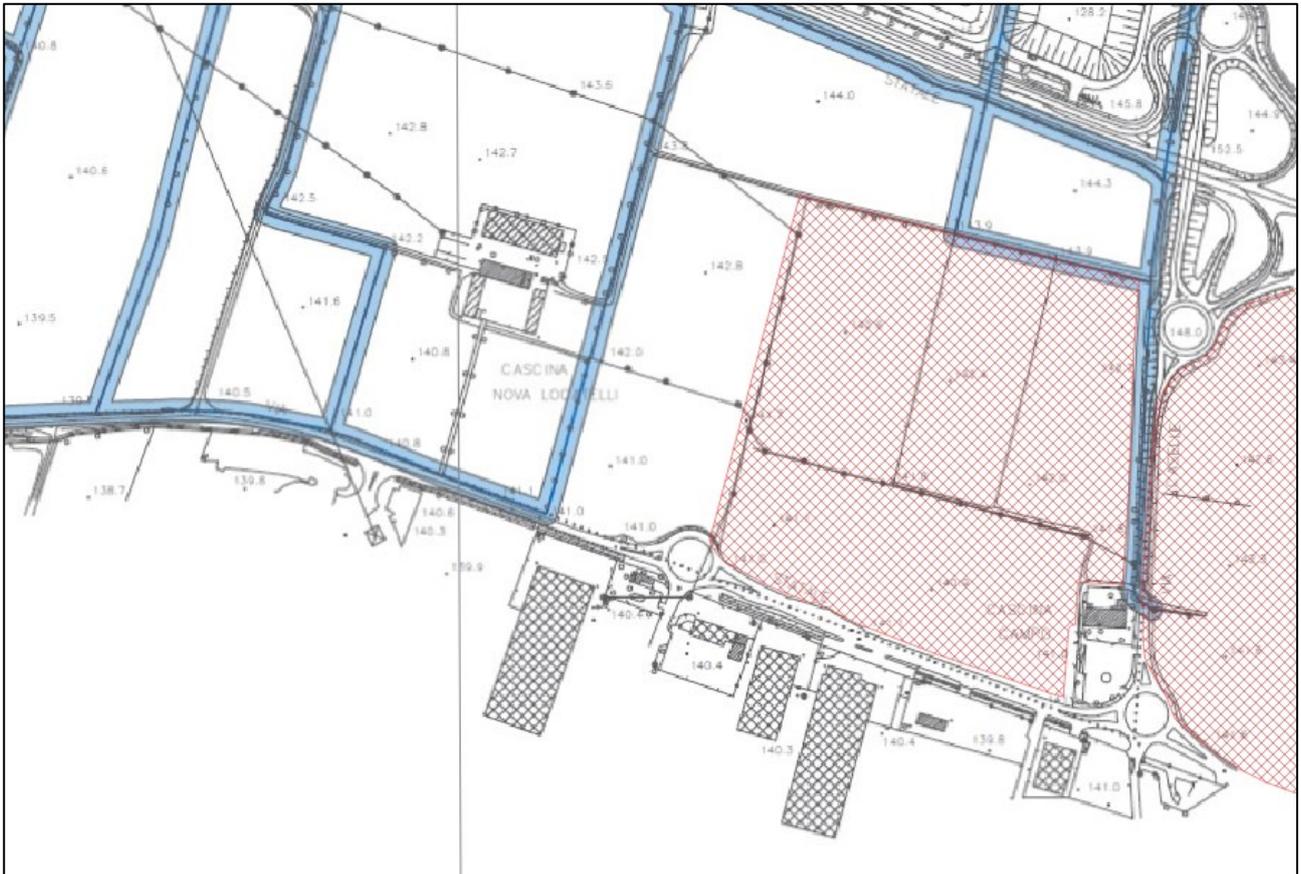
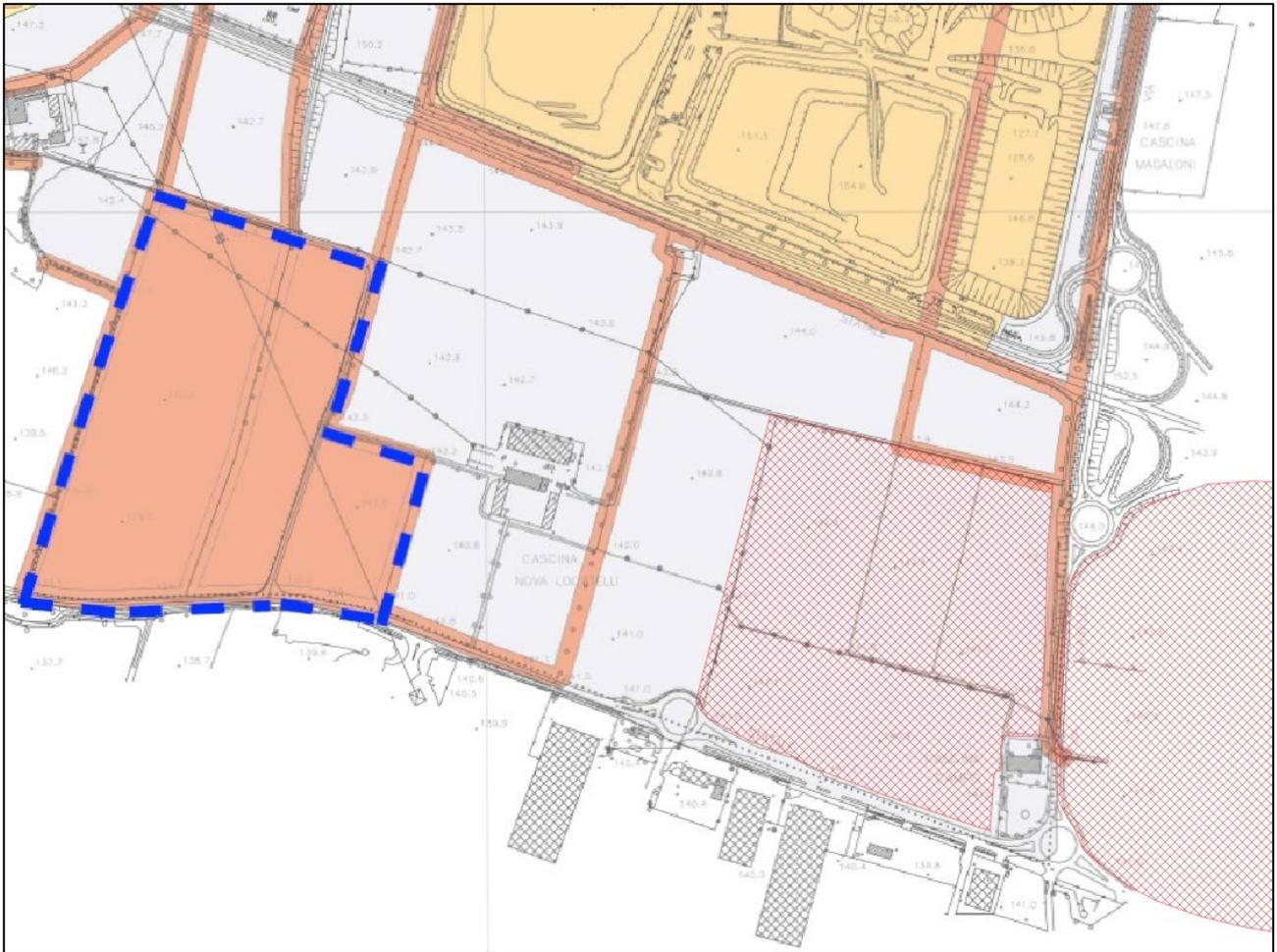


Figura 4.21: "Carta dei vincoli (Tavola sud). In azzurro è indicato il vincolo di polizia idraulica – RIM "C" e "D". L'area di progetto è tratteggiata in rosso.

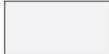
L'elaborato n.9 "Carta di fattibilità (Tavola sud)" mostra come l'area scelta sia inquadrata in "Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni", per la quale si esprime parere favorevole all'edificabilità. E' possibile osservare come, in adiacenza all'area di studio, siano presenti aree in "Classe 4a – Fattibilità con gravi limitazioni" che corrispondono alle aree interessate dal reticolo irriguo. Tali aree non saranno interferite dalla progettazione in essere.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 54



LEGENDA

CLASSI DI FATTIBILITA'

-  Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni
-  CLASSE 2: Fattibilità con modeste limitazioni
-  CLASSE 3: Fattibilità con consistenti limitazioni
-  CLASSE 4: Fattibilità con gravi limitazioni
-  CLASSE 4a: Fattibilità con gravi limitazioni

  PTR - Infrastrutture prioritarie per la difesa del suolo

<p>AGRIVOLTAICO “LONATO”</p> <p>PROPONENTE: INE LA CASSETTA SRL - A COMPANY OF ILOS NEW ENERGY ITALY</p>	
--	---

Figura 4.22: “Carta di fattibilità (Tavola sud). L’area di progetto è tratteggiata in rosso.

4.1 Caratteristiche sismiche

Gli interventi in progetto si sviluppano all’interno dei territori comunali di Bedizzole e Lonato del Garda, ricadenti nella Classe 2 a sismicità media della Classificazione sismica nazionale del 2003.

Per ciascun Comune si forniscono di seguito: il quadro della sismicità storica, i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*c che definiscono la pericolosità sismica di base e gli spettri di risposta elastici per ciascun periodo di ritorno T_r di riferimento.

La storia sismica dei comuni interessati dagli interventi è stata ricavata dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione CPTI15 (disponibile sul sito dell’INGV all’indirizzo: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell’intero territorio nazionale. Nelle figure seguenti sono riportate sia le tabelle riassuntive della storia sismica che i grafici intensità macrosismica/tempo per i comuni presi in considerazione.

Le NTC 2018 prevedono che l’azione sismica di riferimento per la progettazione venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti nel sito ufficiale dell’INGV (<http://esse1.mi.ingv.it/>) al termine del Progetto S1. Queste stime di pericolosità sismica sono state successivamente elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di risposta elastica; tali parametri, elaborati tramite il software “Spettri 1.03” (disponibile sul sito istituzionale del C.S.L.P.) sono riportati per i comuni interessati nelle tabelle in basso a destra delle seguenti figure. In queste tabelle vengono riportati i valori dei seguenti parametri per i diversi tempi di ritorno (T_R espressi in anni) previsti:

- a_g : accelerazione iniziale massima al sito (unità di misura: g);
- f_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (secondi).

<p>PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>
<p>CODICE ELABORATO: 02_R01</p>	<p>PAG. 56</p>

Bedizzole (BS) (lat. 45.510; long. 10.421)

Storia sismica

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F	1885	02	26	20	48		Pianura Padana	78	6	5.01
3	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
4-5	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
NF	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40

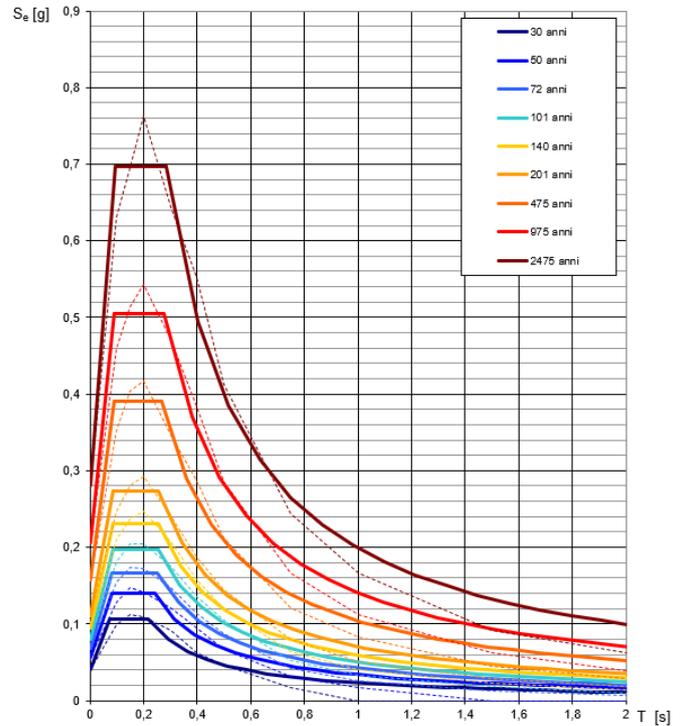
I = intensità locale in scala macrosismica MCS (Mercalli/Cancani/Sieberg)

Np= numero di osservazioni macrosismiche

Io = Intensità epicentrale

Mw = Magnitudo momento

Parametri e spettri di risposta elastici



T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0,041	2,614	0,218
50	0,056	2,496	0,241
72	0,068	2,463	0,252
101	0,080	2,464	0,257
140	0,094	2,459	0,256
201	0,111	2,461	0,257
475	0,158	2,477	0,266
975	0,205	2,462	0,278
2475	0,280	2,484	0,286

Figura 4.23: Storia sismica del Comune di Bedizzole (BS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

I terremoti di maggiore Intensità (I=5-7) avvertiti a Bedizzole sono stati registrati il 30 ottobre 1901, con epicentro nell'area del Garda occidentale (lat.45.584° e lon. 10.490°), intensità nell'area epicentrale Io=7-8 ed una Magnitudo momento Mw pari a 5,44 ed il 24 novembre 2004, con epicentro nell'area del Garda occidentale (lat.45.685° e lon. 10.492°), intensità nell'area epicentrale Io=7-8 ed una Magnitudo momento Mw pari a 4,99.

Lonato del Garda (BS) (lat. 45.462; long. 10.484)

Storia sismica

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
HD	1117	01	03	15	15		Veronese	55	9	6.52
3-4	1891	06	15				Feschiera	35	6	4.69
F	1892	08	09	07	58		Valle d'Alpone	160	6-7	4.91
5-6	1901	10	30	14	49	5	Garda occidentale	289	7-8	5.44
NF	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38
3	1936	06	21	19	25	2	Garda orientale	13	5	4.15
4	1936	06	22	03	44	5	Garda orientale	20	5-6	4.46
NF	1939	10	15	14	05		Garfagnana	62	6-7	4.96
3	1970	04	19	18	16	3	Garda occidentale	65	5	4.55
4	1983	11	09	16	29	5	Farmense	850	6-7	5.04
NF	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71

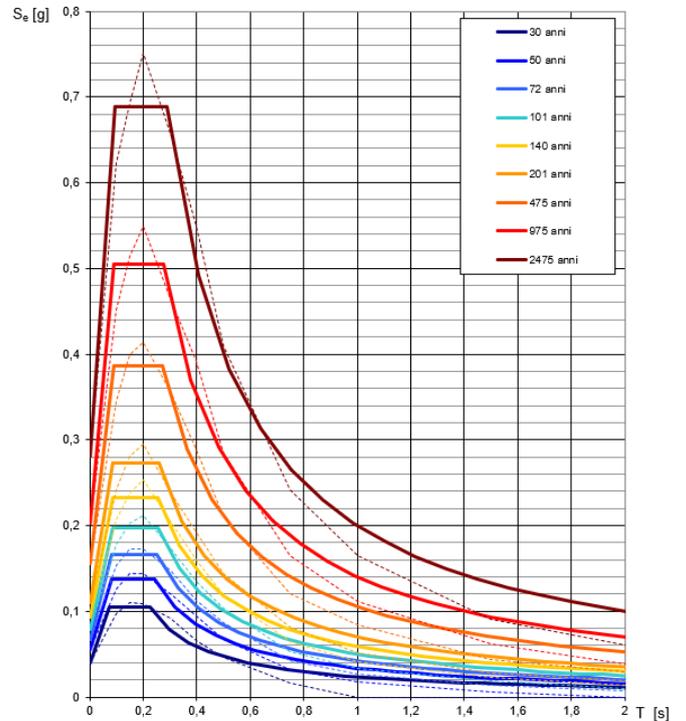
I = intensità locale in scala macrosismica MCS (Mercalli/Cancani/Sieberg)

Np= numero di osservazioni macrosismiche

Io = Intensità epicentrale

Mw = Magnitudo momento

Parametri e spettri di risposta elastici



T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0,040	2,610	0,224
50	0,055	2,495	0,244
72	0,067	2,482	0,253
101	0,079	2,491	0,254
140	0,094	2,481	0,255
201	0,111	2,467	0,259
475	0,156	2,469	0,273
975	0,203	2,489	0,278
2475	0,281	2,449	0,290

Figura 4.24: Storia sismica del Comune di Lonato del Garda (BS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.).

Il terremoto di maggiore Intensità (I=5-6) avvertito a Zevio è stato registrato in data 03 gennaio 1117 con epicentro nell'area del Veronese (lat. 45.267; long. 11.015°), con intensità nell'area epicentrale Io=9 e una magnitudo momento Mw=6.52.

Indagini MASW svolte nel mese di giugno 2022 dalla società scrivente evidenziano per l'area dell'impianto agrivoltaico una V_{seq} pari a 529 m/s ed un miglioramento delle proprietà meccaniche dei materiali con la profondità, che permettono di inquadrare il sito in "Categoria B" secondo le NTC 2018. Si rimanda all'allegato alla presente relazione per ulteriori approfondimenti.

5.0 CENNI SULLE PROPRIETÀ GEOTECNICHE DEI TERRENI

Nel presente paragrafo vengono fornite le principali caratteristiche geotecniche dei litotipi interessati dalle opere e dai manufatti in progetto, tratte da dati di bibliografia. La finalità e la valenza preliminare del presente documento non intendono fornire un dettaglio puntuale, potendosi, in questa fase, limitare a caratterizzare i litotipi mediante intervalli di valori che ne consentano una loro classificazione geotecnica di massima. Si farà riferimento, per tali dati, alle valutazioni contenute nell'elaborato "SG A01 RI – *Relazione illustrativa*", facente parte degli elaborati geologici in accompagnamento al PGT del Comune di Lonato del Garda.

Le coperture quaternarie sono costituite da materiali con caratteristiche geotecniche di resistenza piuttosto variabili nell'ambito della stessa unità litologica in funzione della diversa granulometria dei materiali e del loro grado di addensamento, risultando pertanto influenzate dal contenuto in frazione argillosa.

Impianto agrivoltaico

I depositi fluvioglaciali della piana occidentale, ove sarà localizzato l'impianto, sono per lo più riferibili a terreni ghiaioso-sabbiosi, da addensati a molto addensati, le cui caratteristiche geotecniche possono essere così schematizzate:

γ	19-21 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	coesione non drenata
ϕ	32°-36°	Angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	70%- 90%	densità relativa (Skempton)
Vp	1200-1500 m/sec	Velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	400-500 m/sec	Velocità delle onde trasversali (S)

Cavidotto interrato

Il cavidotto interrato attraverserà le unità litostratigrafiche:

- Unità di solferino:
 - ✓ depositi glaciali;
 - ✓ depositi glaciolacustri, di depressione intermorenica o di fronte glaciale;
 - ✓ depositi fluvioglaciali delle cerchie interne (sia grossolani che fini);
 - ✓ depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne;
- Unità di Sedena:
 - ✓ depositi glaciali;
 - ✓ depositi fluvioglaciali.

Per la caratterizzazione dei depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne si rimanda alla descrizione dei depositi localizzati presso l'area dell'impianto agrivoltaico.

I depositi glaciali presentano invece una litologia prevalentemente ghiaioso-sabbiosa con frazione limoso-argillosa per lo più subordinata e presenza di ciottoli e grossi trovanti. I terreni di questa unità geotecnica

risultano sovraconsolidati e compatti, laddove più limoso-argillosi, e con grado di addensamento da elevato a molto elevato, dove più sabbioso-ghiaiosi. Localmente i depositi glaciali sono interessati dalla presenza di fenomeni di circolazione idrica superficiale, correlabile a falde sospese per lo più discontinue e poco produttive. Tali fenomeni non influenzano in maniera significativa le caratteristiche geotecniche dei terreni. Le caratteristiche geotecniche dei depositi glaciali, mediamente, possono essere così schematizzate:

γ	19-21 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	30-80 kPa	coesione non drenata
ϕ	32°-38°	angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	70%-95%	densità relativa (Skempton)
Vp	1200-1800 m/sec	velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	400-800 m/sec	velocità delle onde trasversali (S)

In questa unità geotecnica sono stati raggruppati i depositi che, sebbene correlati a meccanismi ed ambienti deposizionali differenti, risultano costituiti prevalentemente da ghiaie, sabbie e limi (depositi fluvioglaciali delle cerchie interne grossolani). La presenza d'acqua può comportare un decadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni, che risultano per lo più addensati e localmente mediamente addensati. Schematicamente le caratteristiche geotecniche medie dei terreni di questo raggruppamento possono essere così riassunte:

γ	18-21 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	coesione non drenata
ϕ	28°-34°	angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	55%-80%	densità relativa (Skempton)
Vp	900-1300 m/sec	velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	300-450 m/sec	velocità delle onde trasversali (S)

In questo raggruppamento sono per lo più compresi i depositi fluvioglaciali delle cerchie interne fini ed i depositi glaciolacustri, di depressione intermorenica o di fronte glaciale, costituiti da limi e sabbie con subordinata ghiaia, in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia (piane e/o laghetti intermorenici o di fronte glaciale). Sono in ogni caso presenti dei livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi e/o limoso-argillosi. Il grado di addensamento risulta per lo più medio. Frequentemente entro le piane i depositi limoso-sabbiosi sono interessati da fenomeni di circolazione d'acqua correlati a falde di natura freatica, sostenute dal substrato impermeabile di natura morenica. In tal caso le caratteristiche geotecniche dei terreni tendono a diminuire. Schematicamente le caratteristiche geotecniche medie dei terreni di questo raggruppamento possono essere così riassunte:

γ	18-19 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	coesione non drenata
ϕ	28°-32°	angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	35%-55%	densità relativa (Skempton)
Vp	600-900 m/sec	velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	200-300 m/sec	velocità delle onde trasversali (S)

Infine, ai materiali di riporto, tendenzialmente poco idonei come terreni di fondazione per la loro natura spiccatamente eterogenea e per il rimaneggiamento, possono in generale essere assegnate cautelativamente caratteristiche geotecniche scadenti.

Stazione MT/AT

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 60

La stazione MT/AT verrà realizzata presso i depositi glaciali dell'Unità di Solferino. Si rimanda, per le loro caratteristiche, alla descrizione realizzata per il cavidotto interrato.

6.0 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono state illustrate le principali caratteristiche di natura geologico-tecnica delle aree su cui verranno realizzate le opere in progetto, al fine di fornire un panorama delle conoscenze del territorio interessato ed effettuare una valutazione, sotto il profilo progettuale, per caratterizzare i terreni entro i quali verranno realizzati i diversi interventi previsti. Tale prima analisi delle caratteristiche geologico-tecniche dell'area è stata condotta su un insieme di dati geologici tratti dalla bibliografia e indagini in situ.

L'area di studio, localizzata presso i comuni di Bedizzole e Lonato del Garda (BS), è collocata nel complesso in un territorio eterogeneo dal punto di vista geologico-strutturale, caratterizzato dalla presenza di depositi di origine glaciale di differente natura:

- presso l'area dell'impianto agrivoltaico sono presenti depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie più o meno ricche in sabbie e ciottoli, addensati e con caratteristiche geotecniche buone;
- presso l'area della stazione MT/AT sono presenti depositi glaciali costituiti da litologia prevalentemente ghiaioso-sabbiosa con frazione limoso-argillosa per lo più subordinata e presenza di ciottoli e grossi trovanti, addensati e con caratteristiche geotecniche buone;
- i depositi interferiti dalla posa del cavidotto saranno invece eterogenei (depositi glaciali, fluvioglaciali delle cerchie interne e frontali ad esse, glaciolacustri) con caratteristiche geotecniche da buone a mediocri. La posa del manufatto verrà effettuata in realtà presso la sede stradale della viabilità già esistente; pertanto, saranno interessati in genere materiali di riporto estremamente eterogenei, per i quali si riportano, in maniera cautelativa, caratteristiche meccaniche scadenti.

La complessità geologica riflette, di conseguenza, quella idrogeologica. Sono infatti presenti nell'area di studio zone dalle caratteristiche molto differenti:

- in corrispondenza dell'impianto agrivoltaico è presente una falda freatica con soggiacenza pari a circa 40 m;
- il tracciato del cavidotto interessa, nelle porzioni di pianura intramorenica, territori caratterizzati da bassa soggiacenza della falda freatica;
- i depositi glaciali presso la stazione MT/AT possono essere interessati dalla presenza di fenomeni di circolazione idrica superficiale, correlabile a falde sospese per lo più discontinue e poco produttive.

L'ubicazione delle opere in progetto è stata opportunamente verificata in relazione alle perimetrazioni dei Piano stralcio e alla pianificazione comunale. Ove sussiste interferenza tra il sito di ubicazione e le perimetrazioni a rischio o dissesto idrogeologico (a titolo esemplificativo nell'area dell'impianto agrivoltaico), dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari in fase di progettazione e di realizzazione affinché il posizionamento delle opere non comporti una modifica dell'assetto idrogeologico dell'area e un incremento del rischio associato.

Il territorio attraversato dalle opere in progetto è classificato a rischio sismico medio (Zona 2); non si ravvisa comunque incompatibilità tra le opere progettate e tale caratteristica.

Le indagini penetrometriche dinamiche e gli scavi effettuati presso l'impianto agrivoltaico hanno evidenziato la presenza di depositi piuttosto omogenei, formati essenzialmente da una coltre di suolo costituita da sabbia con limo, di spessore variabile fino a circa 1,40 m, seguito in profondità da ghiaie con sabbia da addensati a molto addensati, che con la profondità si arricchiscono in ciottoli diminuendo il loro contenuto della frazione sabbiosa (fino ad una profondità d'indagine pari a circa 5 m). Le caratteristiche granulometriche e di

addensamento di tali terreni gli attribuiscono ottime caratteristiche di resistenza e deformabilità che si mostrano compatibili con fondazioni per i sostegni dei pannelli fotovoltaici tipo pali infissi a percussione fino ad una profondità compresa tra 1,5 m e 2,0 m.

I risultati di un'ulteriore indagine MASW hanno evidenziato per l'area dell'impianto agrivoltaico una V_{seq} pari a 529 m/s ed un miglioramento delle proprietà meccaniche dei materiali con la profondità, che permettono di inquadrare il sito in "Categoria B" secondo le NTC 2018.

In conclusione, gli studi preliminari condotti ed esposti nel presente documento hanno accertato la fattibilità geologica degli interventi previsti. Resta inteso che, in fase di progetto esecutivo, saranno necessari approfondimenti specifici in modo da poter confermare le assunzioni preliminari dello scrivente esplicitate nella presente relazione (ad esempio per confermare o modificare la profondità, rispetto al p.c., di infissione delle fondazioni tipo palo necessarie per i sostegni dei pannelli).

AGRIVOLTAICO "LONATO"

**PROPONENTE: INE LA CASSETTA SRL - A COMPANY OF
ILOS NEW ENERGY ITALY**



ALLEGATI – ARCHIVIO INDAGINI

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 63

AGRIVOLTAICO "LONATO"

**PROPONENTE: INE LA CASSETTA SRL - A COMPANY OF
ILOS NEW ENERGY ITALY**

ILOS
INE La Cassetta Srl
A Company of ILOS New Energy Italy



Localizzazione Trincea 1.

**PROGETTISTA: ANTHEMIS
ENVIRONMENT SRL**

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO: 02_R01

PAG. 64



Trincea 1.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 65

AGRIVOLTAICO "LONATO"

**PROPONENTE: INE LA CASSETTA SRL - A COMPANY OF
ILOS NEW ENERGY ITALY**

ILOS
INE La Cassetta Srl
A Company of ILOS New Energy Italy



Localizzazione Trincea 2.

**PROGETTISTA: ANTHEMIS
ENVIRONMENT SRL**

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO: 02_R01

PAG. 66



Trincea 2.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 67

AGRIVOLTAICO "LONATO"

**PROPONENTE: INE LA CASSETTA SRL - A COMPANY OF
ILOS NEW ENERGY ITALY**

ILOS
INE La Cassetta Srl
A Company of ILOS New Energy Italy



Localizzazione Trincea 3.

**PROGETTISTA: ANTHEMIS
ENVIRONMENT SRL**

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO: 02_R01

PAG. 68



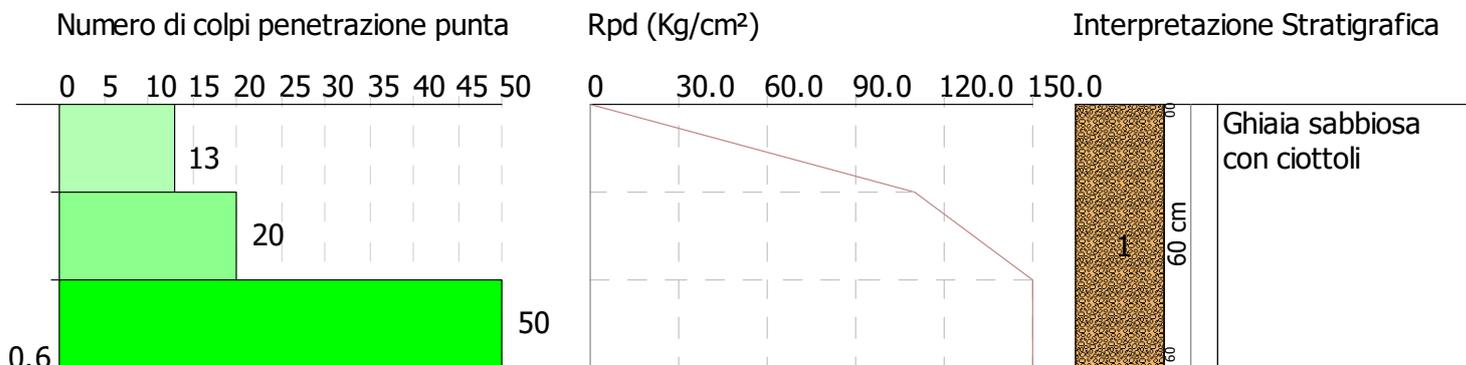
Trincea 3.

PROGETTISTA: ANTHEMIS ENVIRONMENT SRL	RELAZIONE GEOLOGICA
CODICE ELABORATO: 02_R01	PAG. 69

Committente:
Descrizione: Prove DPSH
Localita': Lonato del Garda (BS)

08/06/2022

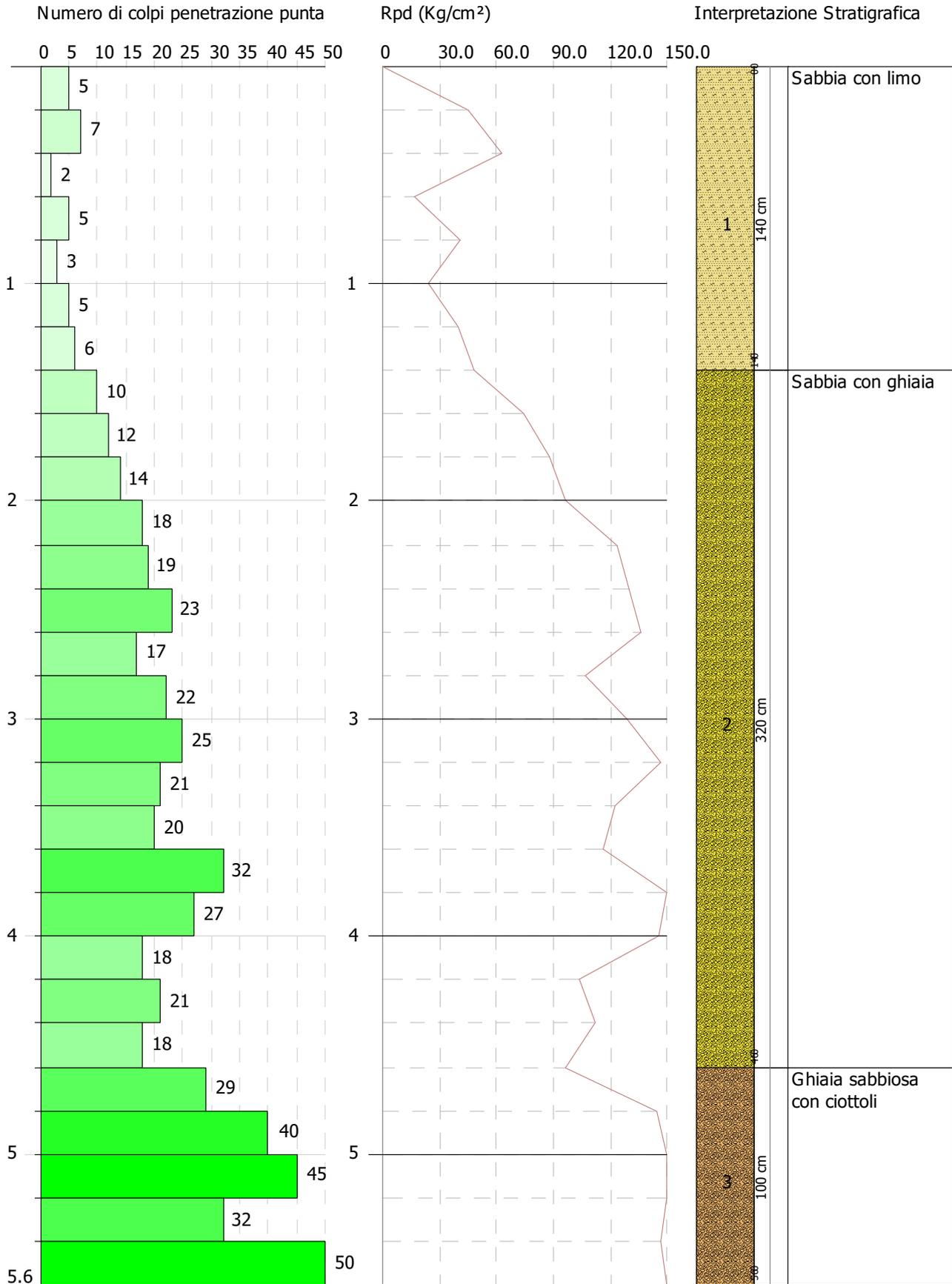
Scala 1:20



Committente:
 Descrizione: Prove DPSH
 Localita': Lonato del Garda (BS)

08/06/2022

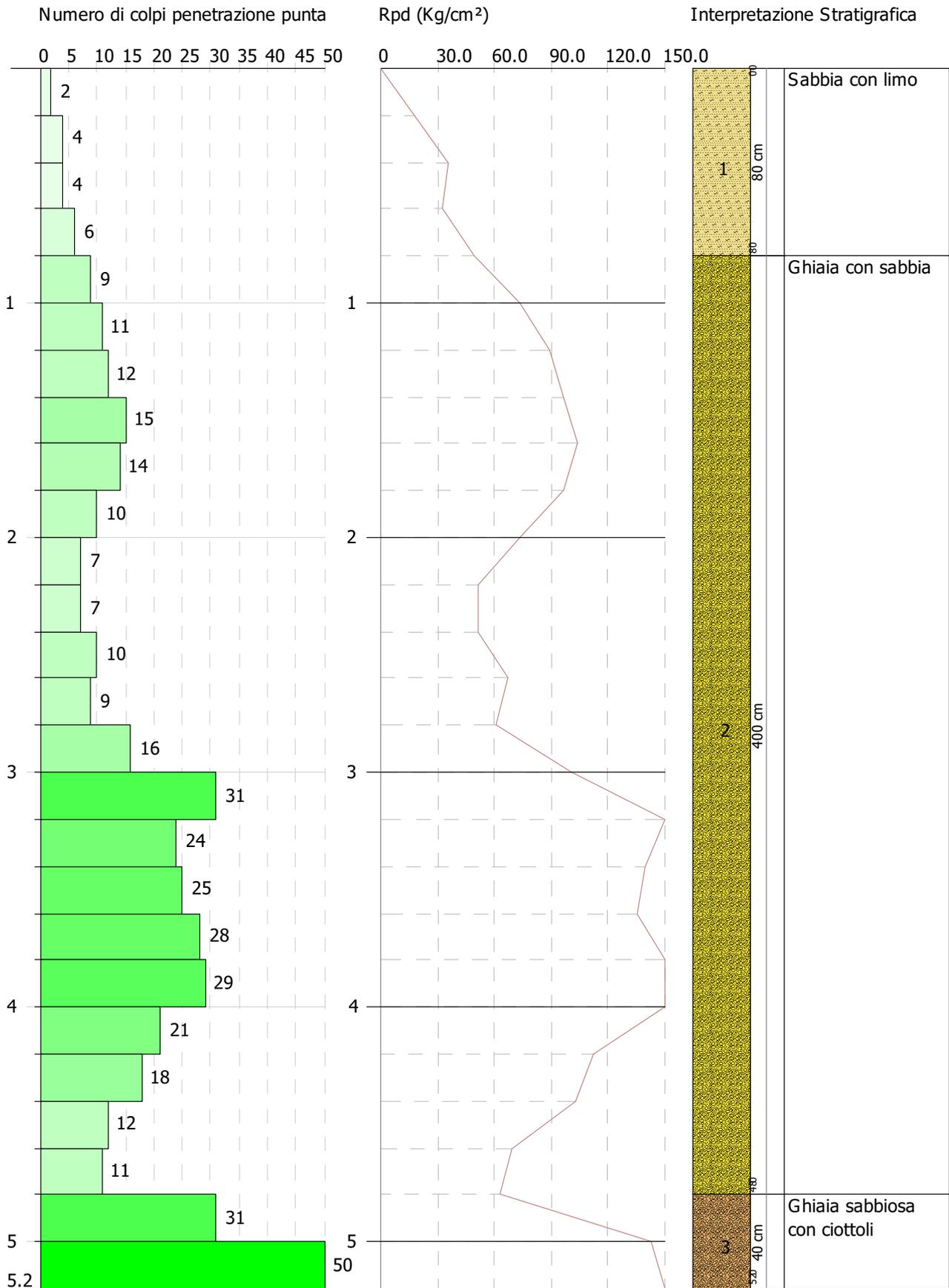
Scala 1:26



Committente:
 Descrizione: Prove DPSH
 Localita': Lonato del Garda (BS)

08/06/2022

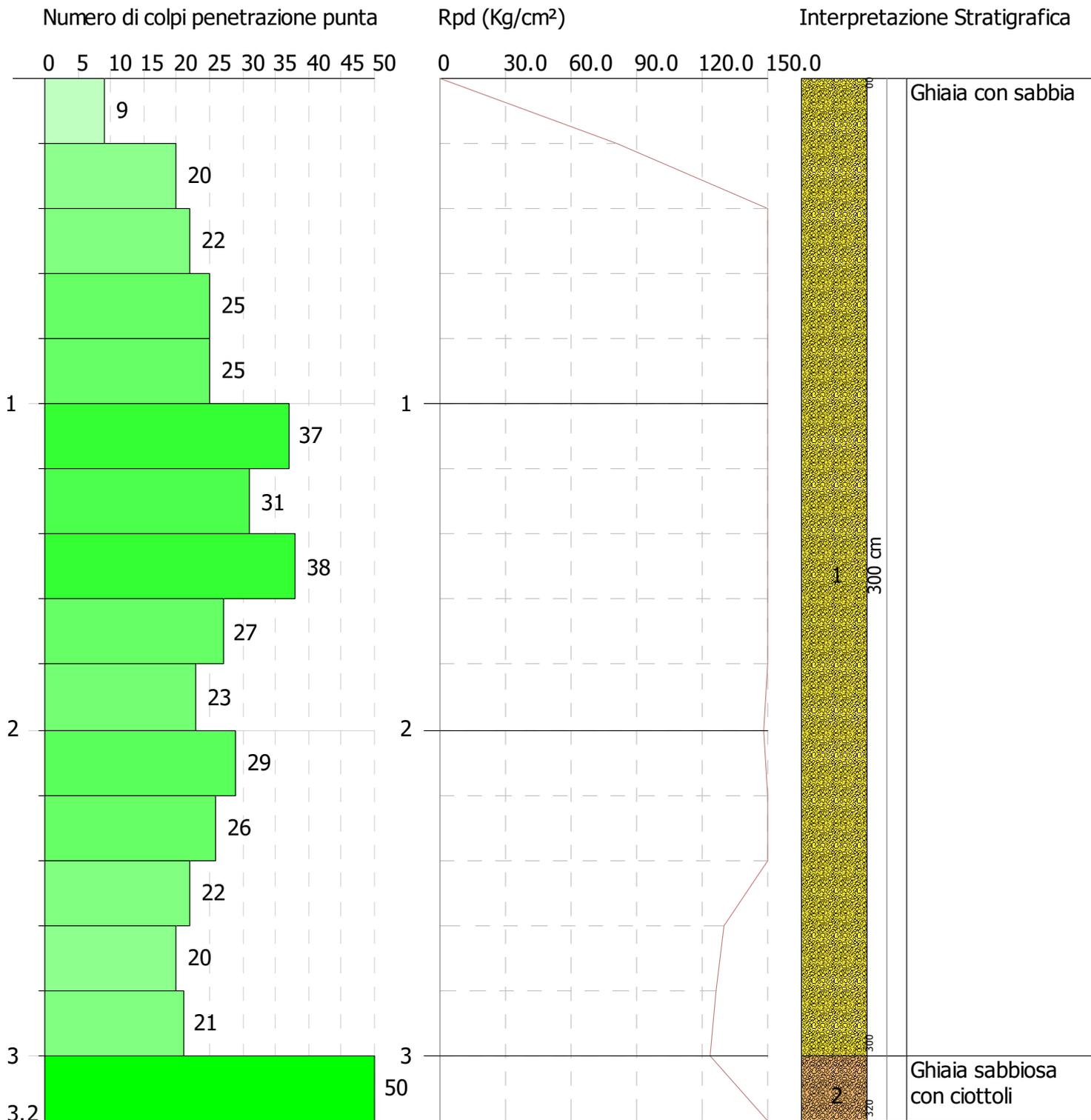
Scala 1:24



Committente:
 Descrizione: Prove DPSH
 Localita': Lonato del Garda (BS)

08/06/2022

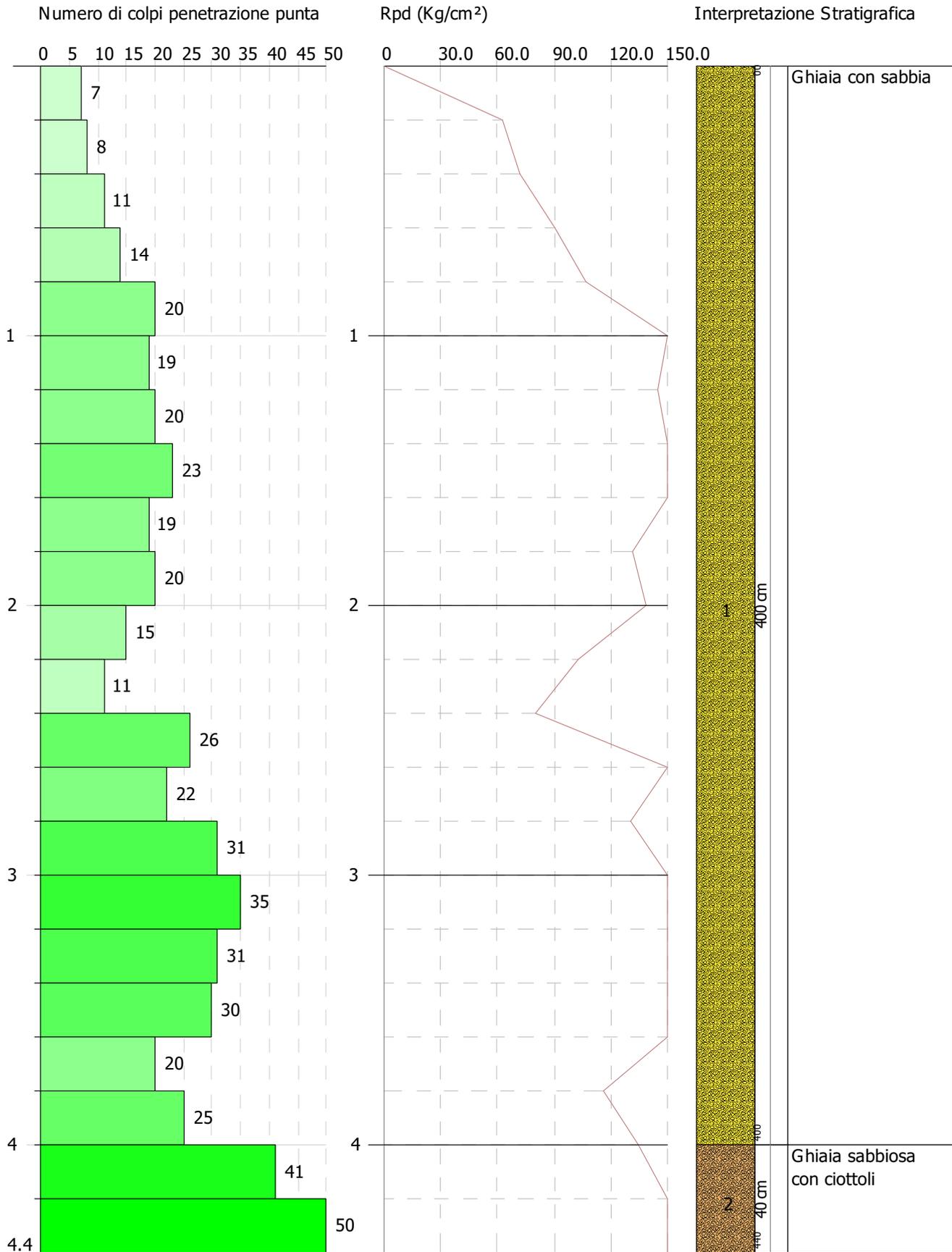
Scala 1:20



Committente:
 Descrizione: Prove DPSH
 Localita': Lonato del Garda (BS)

08/06/2022

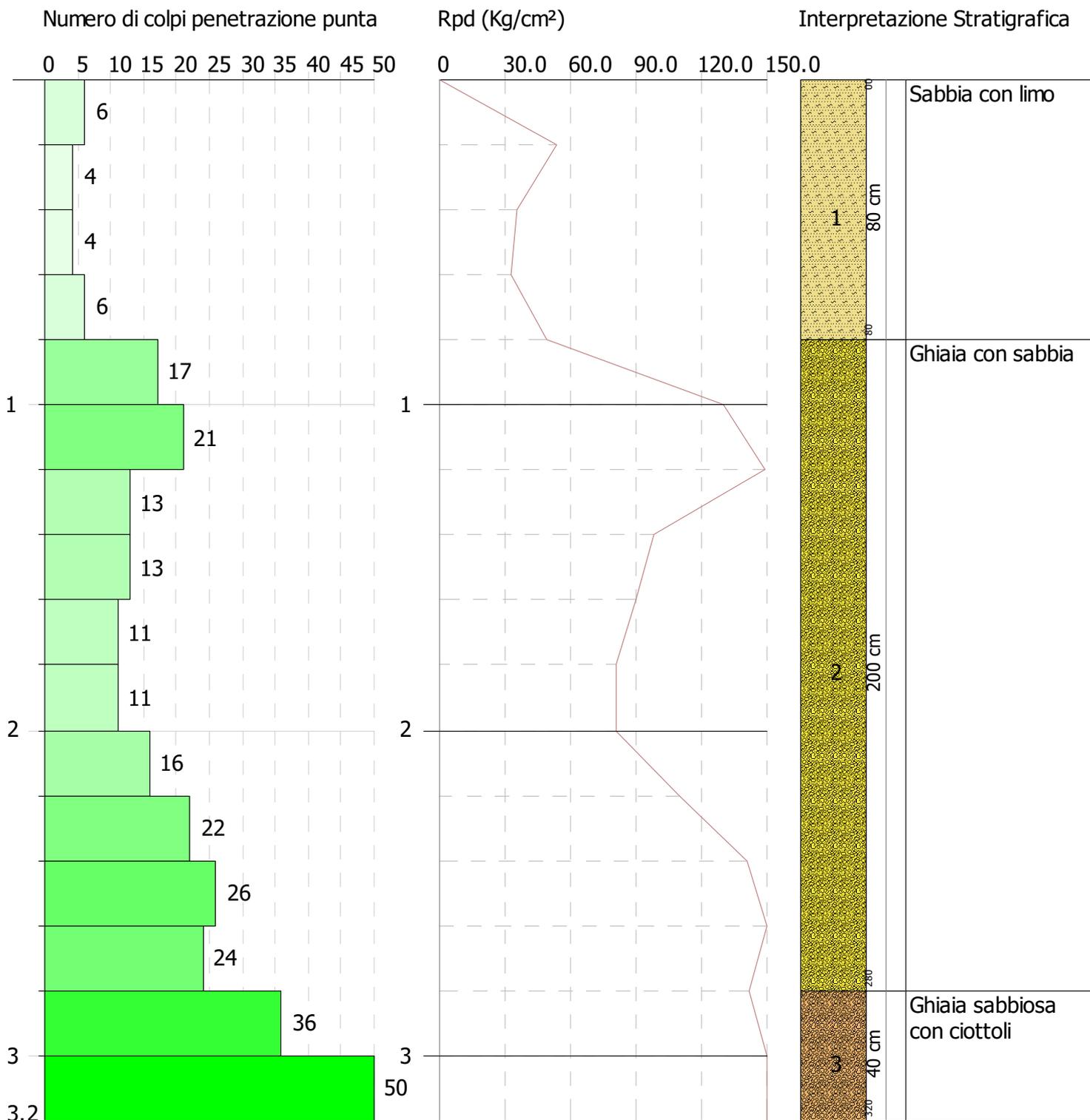
Scala 1:21



Committente:
 Descrizione: Prove DPSH
 Localita': Lonato del Garda (BS)

08/06/2022

Scala 1:20



REGIONE LOMBARDIA

COMUNE di LONATO DEL GARDA
Provincia di Brescia

REALIZZAZIONE CAMPO FOTOVOLTAICO
PROGETTO DEFINITIVO

CERTIFICATO PROSPEZIONE SISMICA MASW

(D.M. 17 Gennaio 2018)

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Autorizzazione	Modifica
0	Giugno 2022	Tuberga S.			

Committente:

ANTHEMIS ENVIRONMENT S.r.l.
Via Lombardore, 207
10040 Leini (TO)

Professionista incaricato:

Dott. Geol. Stefano TUBERGA
Via Edoardo Giordanino n. 4
10040, La Cassa (TO)
Tel/Fax 011.9842043
geo.sgt@tiscali.it

Riservato all'Ente:

Archivio file:

Report MASW_Lonato del Garda.docx

Elaborato:

MASW.01

Scala:

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	INDAGINE SISMICA MASW	4
3.	DATI GENERALI E TRACCE.....	6
4.	ANALISI SPETTRALE	7
5.	CURVA DI DISPERSIONE.....	8
6.	INVERSIONE	9
7.	RISULTATI.....	11

1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di *realizzazione di un campo fotovoltaico*, in Comune di Lonato del Garda (BS), in data 08/06/2022 è stata eseguita un'indagine sismica MASW per determinare la categoria di sottosuolo, a fini sismici, presente nell'area di interesse (*Figura 1*).



Figura 1: ubicazione dell'indagine sismica effettuata e posizione dei geofoni G1 e G24, su stralcio immagine satellitare Google Earth Pro (2019). Non in scala.

2. INDAGINE SISMICA MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc..

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel

dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità-frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

3. DATI GENERALI E TRACCE

Dati Generali	
Responsabile ed operatore	Dott. Geol. Stefano Tuberga
Data	08/06/2022
Tracce	
N. tracce	24
Durata acquisizione (msec)	1531.0
Interdistanza geofoni (m)	2.0
Periodo di campionamento (msec)	0.50

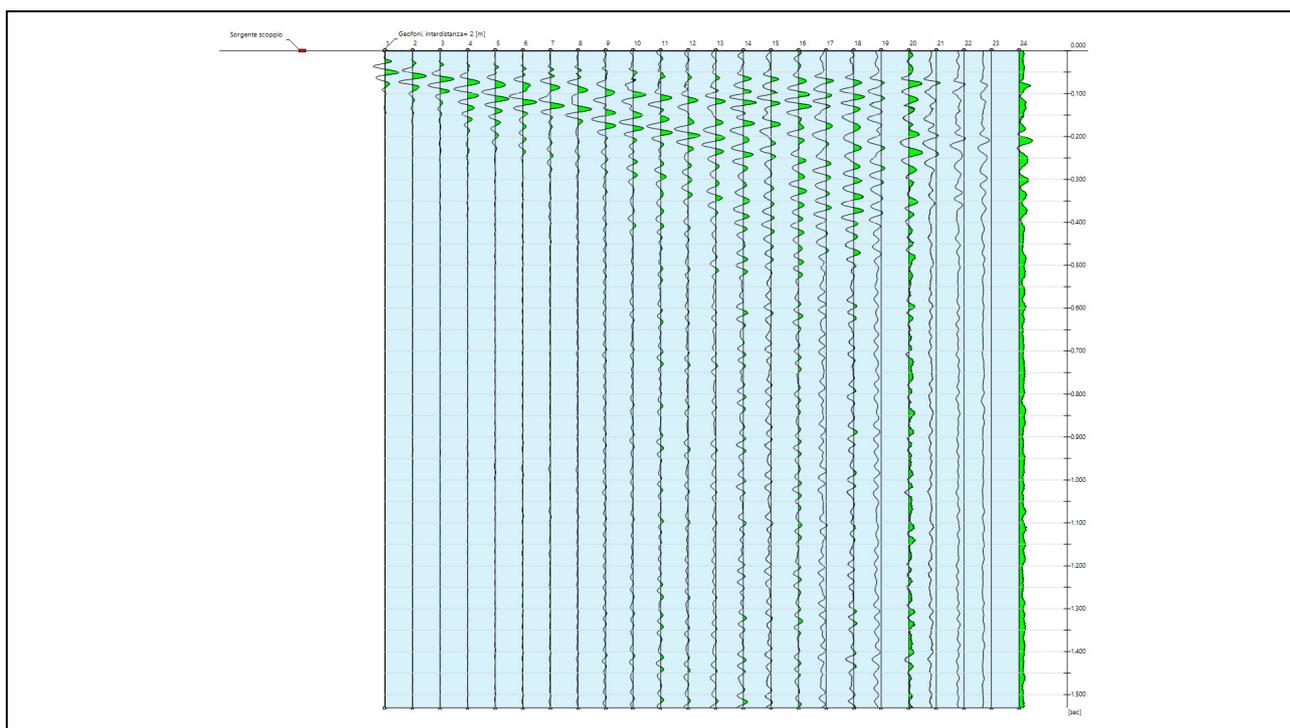


Figura 2: rappresentazione delle tracce registrate adottando lo stendimento a 24 geofoni. Sorgenti sismiche poste a -2,0 m a -5,0 m e a -10,0 m dal geofono G24.

4. ANALISI SPETTRALE

Analisi spettrale	
Frequenza minima di elaborazione (Hz)	10
Frequenza massima di elaborazione (Hz)	60
Velocità minima di elaborazione (m/sec)	1
Velocità massima di elaborazione (m/sec)	800
Intervallo velocità (m/sec)	1

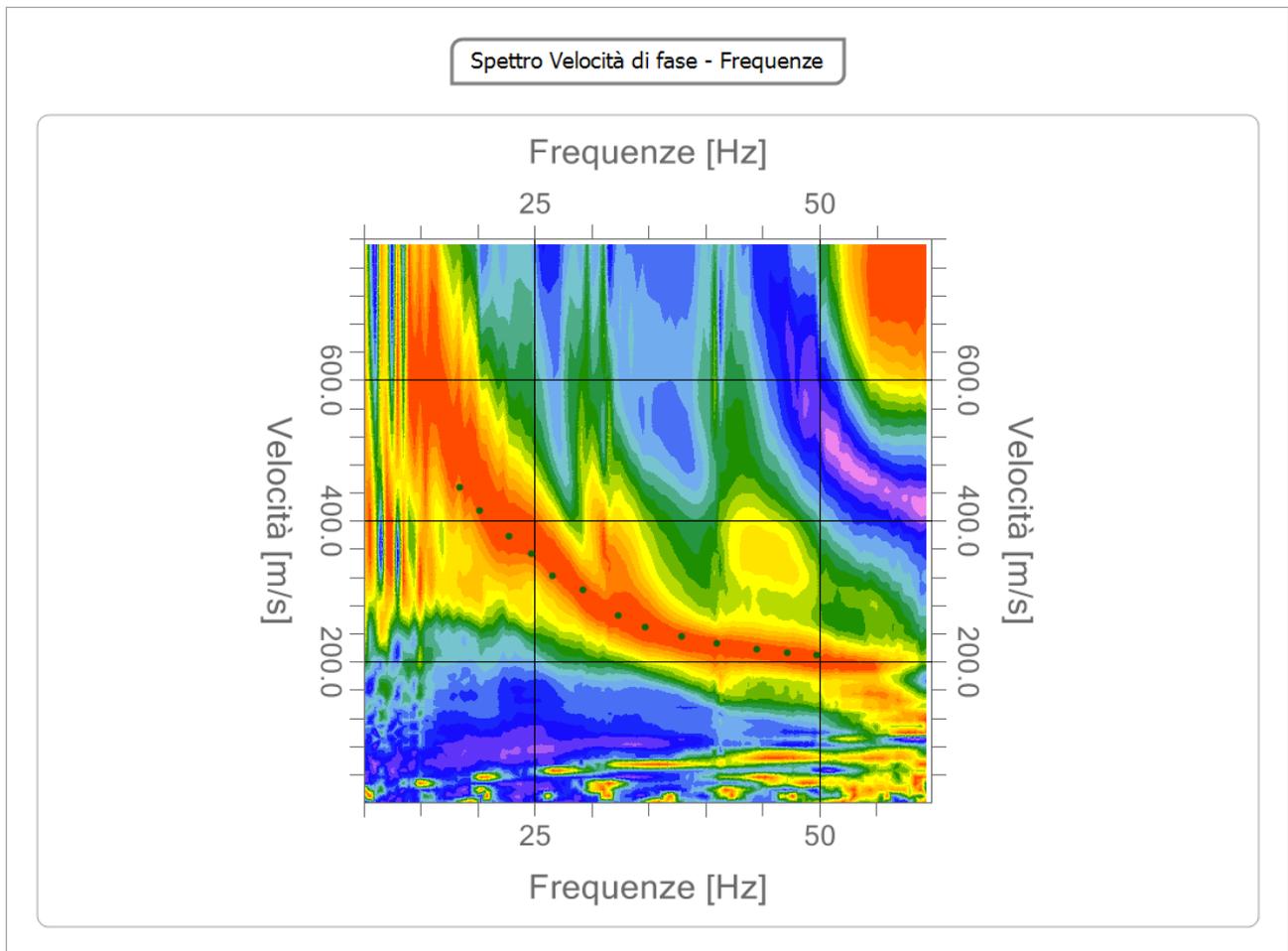


Figura 3: immagine dello spettro "Velocità di fase – Frequenze" con rappresentazione del picking effettuato.

5. CURVA DI DISPERSIONE

N.	Frequenza (Hz)	Velocità (m/sec)
1	18.4	447.6
2	20.1	414.6
3	22.8	378.2
4	24.7	353.4
5	26.5	321.9
6	29.2	302.1
7	32.4	265.7
8	34.7	249.1
9	37.9	235.9
10	41.0	226.0
11	44.5	217.7
12	47.1	212.7
13	49.8	209.4

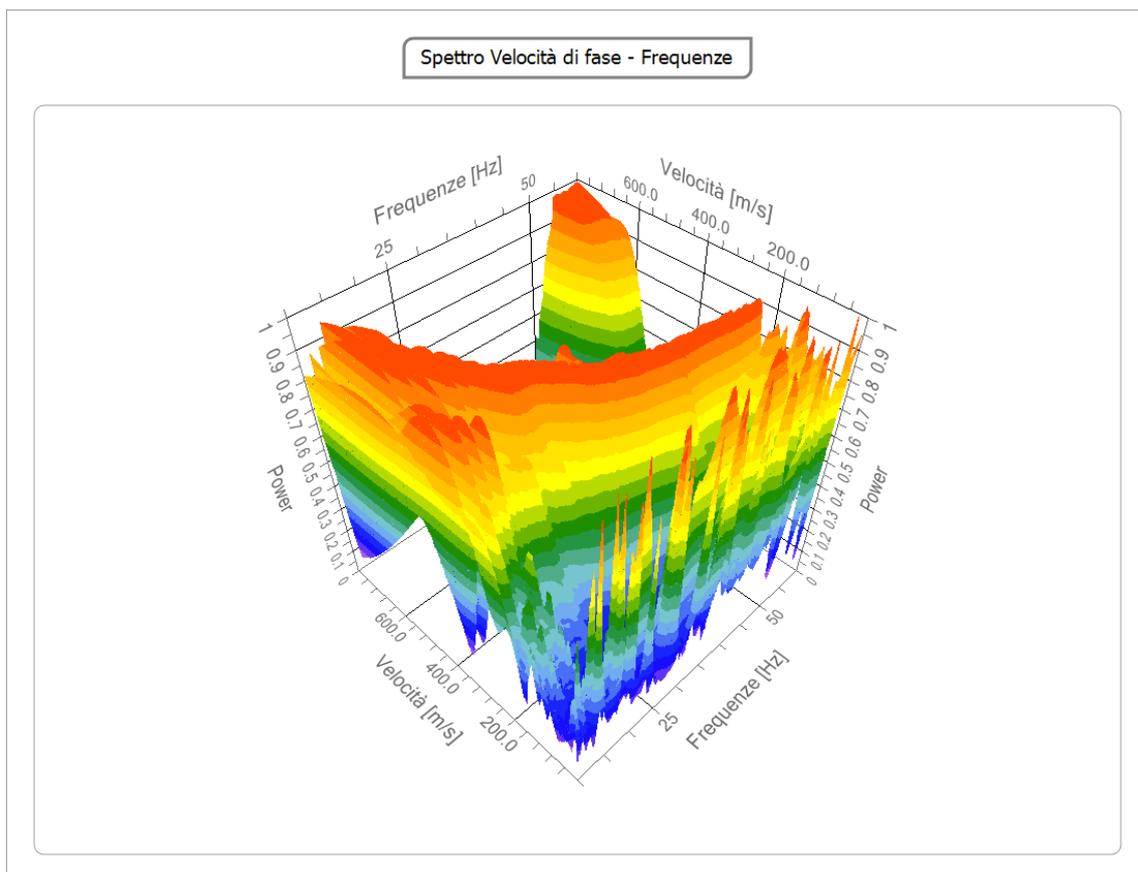


Figura 4: vista 3D dello spettro "Velocità di fase – Frequenze".

6. INVERSIONE

n.	Profondità (m)	Spessore (m)	Peso unità volume (kg/m ³)	Coefficiente Poisson	Falda	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)
1	2.77	2.77	1800.0	0.35	No	442.6	212.6
2	6.94	4.17	1900.0	0.30	No	736.8	393.8
3	12.94	6.00	1900.0	0.30	No	1130.4	604.2
4	20.61	7.66	1900.0	0.30	Si	1332.3	712.1
5	28.28	7.67	1900.0	0.30	Si	1421.6	759.9
6	∞	∞	1900.0	0.30	Si	1450.9	775.5

Percentuale di errore: 0.008 %

Fattore di disadattamento della soluzione: 0.008

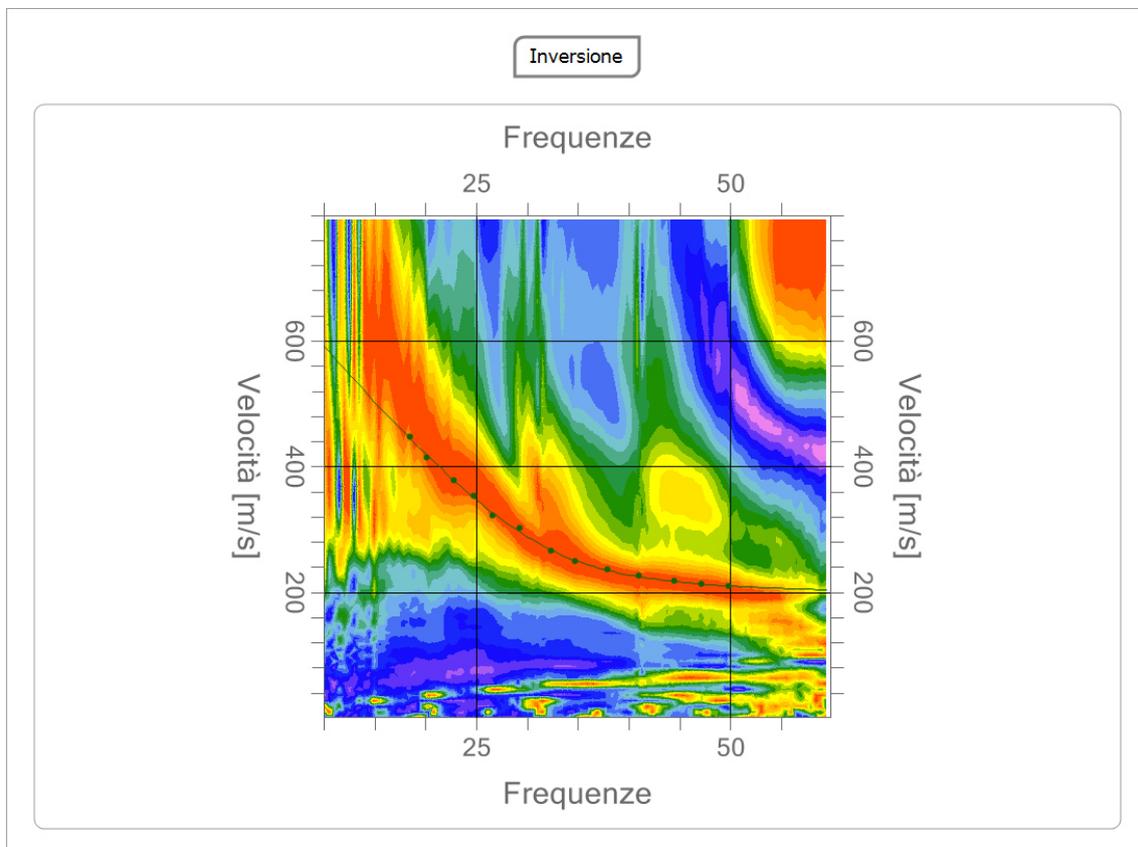


Figura 5: rappresentazione dell'inversione elaborata.

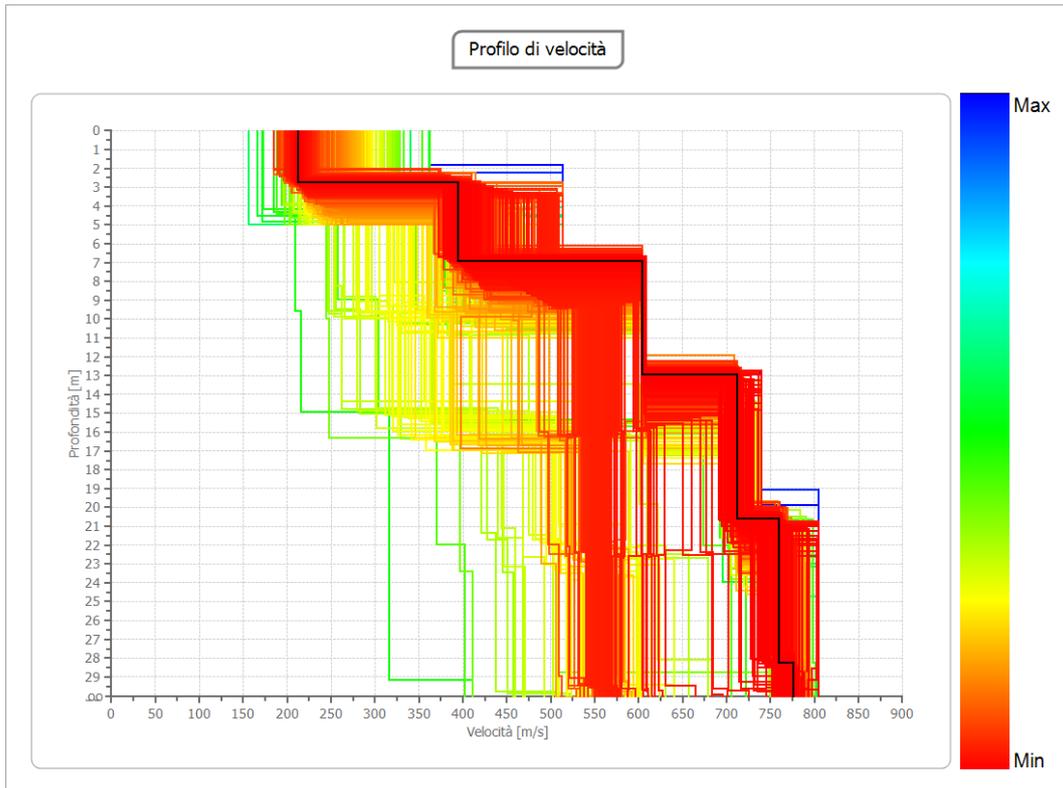


Figura 6: rappresentazione dei profili di velocità elaborati (in nero il profilo con il fattore minimo di disadattamento, si veda la figura seguente).

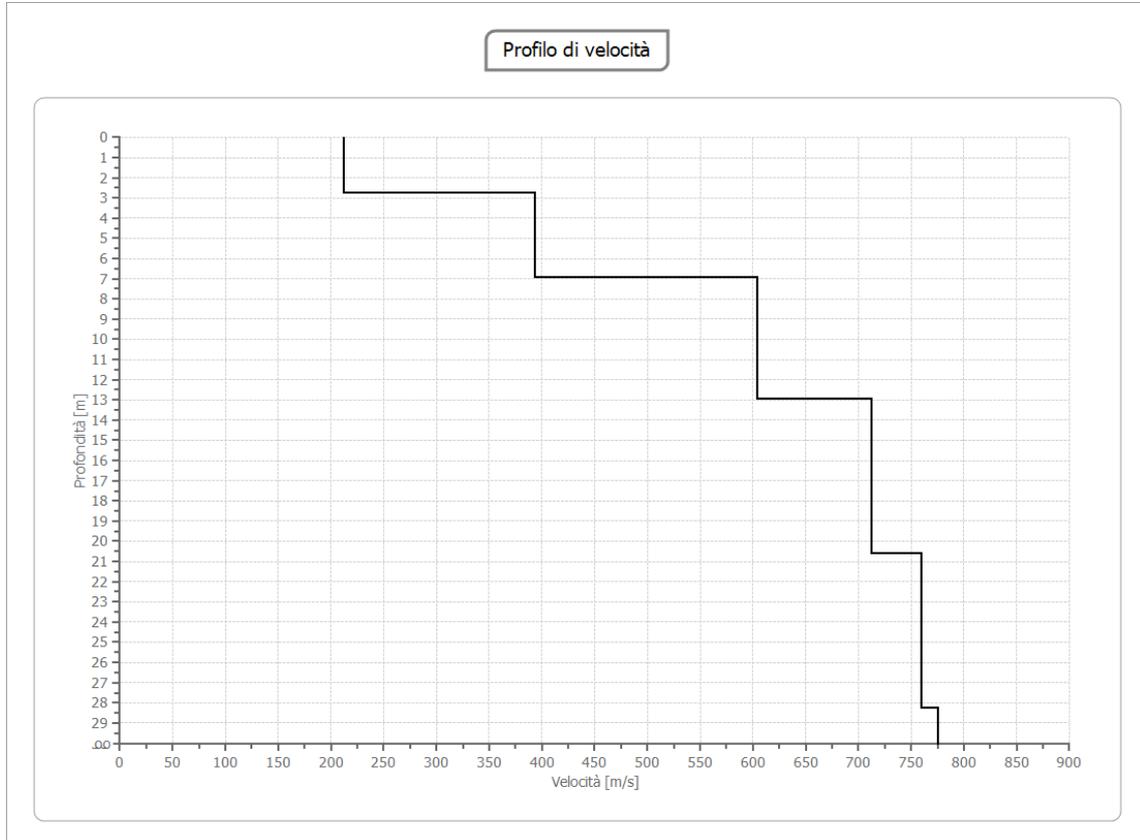


Figura 7: rappresentazione del profilo di velocità ottenuto.

7. RISULTATI

Profondità piano di posa (m)	0.0
Vs₃₀ (m/sec)	529
Categoria del suolo	B

Sottosuolo di tipo C: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



Foto 1: stendimento sismico effettuato.